

СЎЗ БОШИ

Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлигида олиб борилаётган тадбирларнинг асосий мақсади – таълим тизими ислохатларини ҳаётга тадбиқ этиш, замон талабларига жавоб берадиган юқори малакали, рақобатбардош мутахассислар тайёрлашга қаратилган. Кадрлар тайёрлаш соҳасидаги давлат сиёсати узлуксиз таълим тизими орқали ёшларни интеллектуал, маънавий-ахлоқий жиҳатдан тарбиялаш ва ҳар томонлама баркамол шахсни шакллантиришни назарда тутди. Мамлакатимизда Кадрлар тайёрлаш миллий дастурининг биринчи (1997-2001 йиллар) ва иккинчи (2001-2005 йиллар) босқичлари якунланиб, учинчи-сифат босқичига (2005-2009 йиллар) ўтилди. Ўтган вақт мобайнида барча олий таълим муассасаларида янги давлат таълим стандартлари ишлаб чиқилиб, ўқув жараёнига тадбиқ қилинмоқда.

Мафкуравий ҳамда мазмун ва моҳияти жиҳатидан эскирган ўқув адабиётларининг маълум қисми янги таълим тизимининг талаб ва эҳтиёжларига жавоб бера олмай қолди.

Миллий истиқлол ғоясига содиқ, етарли интеллектуал салоҳиятга эга, илм-фаннинг замонавий ютуқлари асосида мустақил фикр ва мушоҳада юрита оладиган кадрларни тарбиялашда ҳамда рақобатбардош, юқори малакали мутахассисларни тайёрлашда дарслик ва ўқув адабиётларининг янги авлодини яратиш муҳим масала бўлиб қолмоқда.

Дарслик ва ўқув адабиётларини мазмуни ва моҳияти жиҳатидан талабаларда мустақил ва эркин фикрлаш, олдиндан билимларни босқичма-босқич бойитиш, мукаммаллаштириб бориш, мустақил таълим олиш, долзарб янги билимларни ўқув адабиётларидан излаб топиш кўникмаларини ҳосил қилишни таъминлаши лозим.

Мазкур дарсликни ёзиш жараёнида ҳар бир боб ёки мавзунинг мазмуни тушунарли, илмий ғоя ва тушунчалар моҳиятини аниқ ва равшан баён этишга ҳамда мавзуларнинг бир-бирига манتيқан боғлиқлиги ва кетма-кетлигининг сақланишига эътибор бердик.

2005-2006 ўқув йилидан бошлаб талабаларнинг босқичма-босқич лотин алифбосига ўқишга ўтишлари муносабати билан Тошкент давлат техника университети профессорлари (муаллифлар) ҳамкорликда ушбу дарсликни яратишга алоҳида аҳамият бердик.

Миллий истиқлол ғоясига содиқ, интеллектуал салоҳиятга эга, илм-фаннинг замонавий ютуқлари асосида мустақил фикр ва мушоҳада юрита оладиган кадрларни тайёрлашда «Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фани технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни самарадорлигини ошириш, маҳсулот сифатини юқори даражага кўтариш, харажатларни камайтириш, меҳнат шароитларини яхшилаш, ишлаб чиқаришда хавфсизлик техникасини таъминлаш, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва бошқа долзарб муаммоларни ҳал қилишда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, талабаларга ўз ихтисосликларини назарий ҳамда амалий жиҳатдан чуқур эгаллашга ёрдам беради.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш – техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири бўлиб, илмий тадқиқотларга тобора кенгроқ кириб бориб, фан ва техникани ривожлантириш учун янги имкониятлар очиб беради. Шунингдек, автоматлаштириш авваллари инсон бошқаришга қодир бўла олмаган янги, юқори интенсив жараёнларни амалга оширишга, табиатда маълум бўлмаган янги, самарали материалларни яратишга имкон беради.

Технологик жараёнларнинг мураккаблашуви ва жадаллашуви замонавий ишлаб чиқариш корхоналарини бошқариш фақат микропроцессор ва бошқарувчи ҳисоблаш техникасини қўллаб, кенг автоматлаштириш натижасида самарали бўлишга олиб келади.

«Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фанини ўқитишдан мақсад, талабаларга технологик жараён параметрларини назорат қилиш усуллари ва воситалари, ахборотларни масофага узатиш тизимлари, объектлар, ростлаш конунлари, ростлагичлар, жараёнга таъсир этувчи қурилмалар ва автоматик ростлаш ҳамда бошқарув тизимлари бўйича аниқ билим бериш ва олинган билимларни соҳа технологик жараёнларини автоматлаштирилган функционал чизмаларини тузиш ва уларни ўқишда фойдаланишга ўргатишдан иборат.

Фанни ўрганиш давомида талабалар қуйидагиларни билишлари керак: технологик жараёнлар хусусиятларини таҳлил қилиш; бошқариш объекти ва автоматлаштириш (бошқариш)га бўлган талабларни тузиш (шакллантириш); ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилиш ва автоматлаштиришнинг схемасини ўқиш; назорат қилиш ва автоматлаштиришнинг асосий воситаларини танлаш.

«Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фанини ўрганиш олдинги ўқув курсларида эгалланган «Олий математика», «Информатика ва ахборот технологиялари», «Электротехника, электроника ва электр юритмалар», «Техник тизимларни бошқариш», «Ишлаб чиқаришнинг асосий жараёнлари ва ускуналари» ҳамда таълим йўналишлари бўйича тармоқ технология ва ускуналари каби билимлар асосида ташкил қилинган.

Мазкур фанни ўрганиш давомида олинган билимлар талабаларни мавжуд технологик жараёнларни янада чуқурроқ таҳлил қилишга, шунингдек, талабаларга ўз ихтисосликлари бўйича мутахассислик фанларни назарий ва амалий жиҳатдан мукамал эгаллашда, илмий-тадқиқот ишларни ўтказишда, битирув ишларини бажаришда ҳамда мутахассис лавозимларида фаолият кўрсатишларида фойдалидир.

Мазкур дарслик бакалавриат таълим йўналишлари:

5520100 – Иссиқлик энергетикаси; 5520400 – Metallургия; 5520700 – Технологик машиналар ва жиҳозлар; 5521500 – Асбобсозлик; 5521800 – Автоматлаштириш ва бошқарув; 5522300 – Тўқимачилик, енгил ва қоғоз саноати буюмлари кимёвий технологияси; 5522400 – Кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича); 5522500 – Нефть ва нефть-газни қайта ишлаш технологияси; 5522600 – Ёғочсозлик саноати технологияси, машиналари ва жиҳозлари; 5522900 – Биотехнология; 5540300 – Нефть ва газ иши; 5541100 – Озиқ-овқат технологияси (маҳсулот турлари бўйича); 5850100 – Атроф-муҳит муҳофазаси (тармоқлар бўйича); 5140900 – Касб таълими (бакалавриат таълим йўналишлари бўйича) талабалари учун тузилган янги намунавий дастур асосида ёзилди.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш— узлуксиз ривожланувчи тизим бўлиб, у ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари ва фан-техниканинг кўпчилик соҳалари билан узвий боғлангандир. Ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда юқори самарадорликка эришишнинг бевосита шарти асосий ва ёрдамчи ишлаб чиқариш жараёнларини механизациялаш ҳисобланади. Автоматлаштиришни ривожлантириш жараёнига қуйидаги кўп сонли қонуний ва тасодифий омиллар таъсир кўрсатади: технология ва қурилманинг ҳолати ҳамда автоматлаштиришга тайёргарлиги, хомашё, ярим маҳсулотлар ва энергетик ресурсларнинг сифати ҳамда барқарорлиги, ходимларнинг малакаси, ишчи ва мутахассислар фаолиятини ташкил этиш ва ҳоказо.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш фақат ишлаб чиқариш техникасини такомиллаштириш ҳамда меҳнат шароитларини яхшилаш билангина эмас, балки ишлаб чиқариш рентабеллигини ошириш, бирлик маҳсулотга кетадиган моддий ва меҳнат харажатларини пасайтириб, унинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини орттириш билан боғлиқ.

Иқтисодий омиллар автоматлаштириш объектини танлаб олишда асосий омил ҳисобланади. Саноатда автоматлаштиришнинг иқтисодий самарадорлигини орттириш омиллари жуда кўп. Ҳозирги шароитда автоматлаштиришнинг иқтисодий самарадорлигига хизмат кўрсатувчи ходимлар сонини камайтириш ҳисобигагина эришишга кўп ҳолларда имкон бўлмайди, чунки замонавий заводлар, корхоналар, бўлинмаларга нисбатан кам миқдордаги одамлар билан хизмат кўрсатилади. Шунинг учун иқтисодий самарадорликни ошириш омилларига қуйидагиларни киритиш мумкин: маҳсулот сифатини ошириш, хом ашё ва турли хил энергия сарфини, ишлаб чиқариш чиқиндиларини камайтириш, ишлаб чиқариш ритминини ошириш, меҳнат унумдорлигини ва чиқарилаётган маҳсулот ҳажминини ошириш, хизмат кўрсатувчи ходимларнинг меҳнат шароитини ишлаб чиқаришнинг кишилар ҳаёти ва соғлиги учун хавфли бўлган ҳудудлардаги зарарли ишларни йўқотиш ҳисобига яхшилаш.

Лойиҳаланаётган ва қурилаётган янги ишлаб чиқариш корхоналарида автоматлаштириш технология билан узвий равишда боғланиши керак. Жадал техник тараққиёт туфайли «ёш» ишлаб чиқариш маълум даврдан сўнг «эскиради» ва янгилашни талаб қилади, шу жумладан амалдаги технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш тизимларини янада замонавий ҳамда такомиллашганлари билан алмаштиришни талаб қилади. Амалдаги ишлаб чиқариш корхоналаридаги автоматлаштириш тизимларини такомиллаштиришда, шунингдек, технология ва жихозларни янгилашда мустақил иқтисодий баҳолашлар бўлиши мумкин.

Технологик жараёнларнинг мураккаблашуви ва жадаллашуви туфайли замонавий ишлаб чиқариш корхоналарини бошқариш уларни микропроцессор техникаси ва бошқарувчи ҳисоблаш техникасини қўллаб кенг автоматлаштириш асосидагина самарали бўлишига эришилади. Автоматлаштириш талаблари технологик жараёнлар лойиҳаланаётган босқичдаёқ ҳисобга олинганда автоматлаштириш катта самара беради.

Юқорида айтилганлардан, технологик жараёнларни назорат қилиш автоматлаштиришнинг илмий-техник, иқтисодий жиҳатлари саноат тараққиётини, меҳнаткашларнинг маданиятини ва турмуш даражасини кўтаришни таъминлашда катта аҳамиятга эга бўлиши келиб чиқади. Бироқ саноатни автоматлаштиришда муваффақиятга эришишнинг муҳим шарти - олий таълим муассасаларида, лойиҳа институтларида ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш масалаларини юқори илмий-техник даражада ҳал қилишга қодир корхоналарда автоматика бўйича кўп сонли малакали кадрлар, мутахассислар етиштиришдан иборат.

Ҳозирги кунда республикамиздаги олий ўқув юртларида олиб борилаётган тадбирларнинг асосий мақсади мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилашдир. Бу ишларни жадаллаштиришда таълим, фан ва ишлаб чиқаришнинг узвий алоқада бўлиши асосий омилдир.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш бўйича муҳим вазифаларни муваффақиятли ҳал этиш учун юқори малакали кадрлар керак. Бундай кадрлар тубдан янги илмий ғояларга ва юксак техник ечимларни ҳал этиш қобилиятига эга бўлишлари зарур. Халқ хўжалигини фан-техника тараққиёти асосида жадаллаштириш — бозор иқтисодиёти шароитидаги муҳим вазифалардан ҳисобланади. Бу улкан ишларни бажариш кадрларнинг малакасига боғлиқдир.

Халқ хўжалиги учун юқори малакали кадрлар тайёрлашда «Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фани катта аҳамиятга эга. Бу фан талабаларга ўз ихтисосликларини назарий жиҳатдан чуқур эгаллашга, уларнинг билимларини мустаҳкамлашга, ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш ва технологик жараёнлардан унумли фойдаланиш йўллариини ўргатади. Автоматлаштириш борасида энг масъулиятли ишлар эса, шубҳасиз, кадрлар зиммасига тушади. Бугунги кун кадрлари янги техника ва технологиядан фойдаланишга, технологик жараёнларни автоматлаштиришни кенг жорий этишга, ишлаб чиқариш захираларини аниқлаш ва уни жадаллаштиришга қодир бўлишлари керак. Хусусан, ёш кадрлар олдида фан-техника тараққиётининг йўл бошловчиси бўлишдек масъулиятли вазифа туради. Шунинг учун технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш асосларини шу соҳа мутахассисларигина эмас, балки технолог-конструкторлар, иқтисодчилар ва бошқалар ҳам билишлари муҳим.

«Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фани бўйича ўзбек тилида дарсликлар 1982, 1997 йиллари нашр қилинган (Н. Р. Юсуфбеков, Б. Э. Мухамедов, Ш. М. Ғуломов:

- 1) Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларининг автоматлаштирилиши;
- 2) Технологик жараёнларни бошқариш системалари. Тошкент, «Ўқитувчи»).

Ҳозирги вақтга келиб ушбу фан соҳасида бир қатор янгиликлар юз берди. Ана шу янгиликлар асосида фанни ўқитишда ҳам ўзгартиришлар қилинди.

Мазкур дарслик муаллифларнинг Тошкент давлат техника университетида «Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш» фани бўйича олиб борган кўп йиллик илмий-педагогик тажрибалари асосида ёзилди. Дарсликда технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштиришнинг асосий бўлимлари, яъни технологик параметрларни назорат қилиш усуллари ва воситалари, технологик жараёнларни автоматлаштириш, бошқариш, лойиҳалаш ва замонавий ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш баён этилган.

Муаллифлар ушбу дарсликни ёзиш жараёнида ўзларининг қимматли фикр-мулоҳазалари билан яқиндан ёрдам берган Тошкент давлат техника университетининг профессор-ўқитувчиларига чуқур миннатдорчиликларини изҳор этадилар. Шунингдек, дарслик қўлёзмаси билан танишиб, унинг сифатини яхшилашга қаратилган маслаҳатлари учун техника фанлари докторлари, профессорлар Х.З. Игамбердиев ва М.А. Исмоиловга самимий ташаккур билдирадилар.

Дарсликнинг сифатини яхшилашга қаратилган барча таклиф ва мулоҳазаларни муаллифлар мамнуният билан қабул қиладилар.

Муаллифлар

БИРИНЧИ БЎЛИМ

ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

УСУЛЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ

I боб. МЕТРОЛОГИЯ АСОСЛАРИ ВА ЎЛЧАШ

ВОСИТАЛАРИ

1.1- § МЕТРОЛОГИЯ ҲАҚИДА АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Метрология — ўлчашлар, уни таъминлаш усуллари ва воситалари ҳамда талаб этилган аниқликка эришиш йуллари ҳақидаги фан. Метрологиянинг асосини ўлчашнинг умумий масалалари, физик катталиклар бирлиги ва уларнинг тизимлари ҳақидаги маълумотлар, ўлчашнинг усул ва воситалари, ўлчаш натижасининг тўғрилигини аниқлаш усуллари ва ҳоказолар ҳосил қилади. Ўлчашга доир физик катталиклар механик, электр, иссиқлик, оптик, акустик бўлиши мумкин. Бу катталикларнинг бир тури технологик жараён ривожланишининг бевосита кўрсаткичи бўлса, бошқалари шу жараён билан функционал боғланган бўлади.

Физик ҳодисаларни ўрганиш ва улардан амалда фойдаланиш турли физик катталикларни ўлчаш, яъни маълумот олиш билан боғлиқ. Маълумот қанча тўла ва холисона бўлса, физик ҳодисаларнинг туб маъносини тушуниш шунчалик чуқур бўлади. Физик катталиқнинг муайян қиймати технологик жараённинг ривожланиши ҳақидаги маълумотнинг муҳим қисмидир. Турли усул ва асбоблар орқали ифодаланган технологик жараённинг ҳолати ҳақидаги ахборотларни *маълумот*, яъни *информация* деб биламиз. Информациялар, асосан, ўлчаш асбоблари ва қурилмалари ёрдамида олинади.

Физик объектнинг сифат жиҳатдан умумий, лекин миқдор жиҳатдан ҳар бир объект учун алоҳида хусусияти *физик катталиқ* деб аталади. Шундай қилиб, ҳар бир физик катталиқ айнан шу катталиқнинг сонли қиймати бирлигига купайтмасидан иборат бўлган индивидуал қиймати билан ифодаланади.

Бир-бирига муайян эрксизлик билан боғланган катталиклар йиғиндиси *физик катталиклар тизими* дейилади. Физик катталиклар тизими асосий, қўшимча ва ҳосила катталиклардан иборат. Тизимга кирган ва бошқа тизимларга нисбатан шартли равишда эркин ҳисобланган физик катталик *асосий физик катталик* деб аталади.

Халқаро бирликлар тизими — СИ (Sisteme International - SI) фан ва техниканинг барча соҳалари учун физик катталикларнинг универсал тизими бўлиб, 1960 йилнинг октябрь ойида Ўлчов ва тарозилар XI Бош конференциясида қабул қилинган.

СИ нинг жорий этилиши шу тизимда назарда тутилган ва унинг таркибига кирмайдиган (аммо ҳозир ўлчов бирликлари сифатида қўлланилаётган) бирликларнинг илмий-тадқиқот натижаларини ҳисоблашда, ишлаб чиқариш воситалари ва асбоб ускуналарини лойиҳалашда, қурилиш ҳамда қурилган объектлардан фойдаланишда, шунингдек ўқув-таълим ишларида кўп қийинчиликлар туғдираётган ўлчов бирликларидаги турли ҳилликка барҳам беради. СИ нинг ҳозирги қўлланилаётган айрим ўлчов тизимларига нисбатан муҳим афзаллиги шундаки, у —универсал; ўлчов бирликларини бирхиллаштирган; асосий, қўшимча ва ўз ҳосилавий бирликларини амалиёт учун қулай ўлчамларга мужассамлаштирган; когерент, яъни ҳосилавий бирликлар ўлчамларини аниқловчи физик тенгламалардаги мутаносиблик коэффицентларини тугатган тизимидир. Унинг татбиқи билан ҳисоблаш тенгламаларининг ёзилиши анча соддалашди.

Халқаро бирликлар тизими (СИ) да еттита асосий ва иккита қўшимча катталик қабул қилинган. Шунингдек, улар асосида кўпгина ҳосилавий катталиклар ва уларнинг бирликлари ҳам тасдиқланган. 1.1-жадвалда халқаро бирликлар тизими (СИ) да ифодаланган асосий ва қўшимча ҳамда ўқув жараёнида тез-тез учраб турадиган муҳим ҳосилавий катталикларнинг ўлчов бирликлари, белгилари келтирилган.

Халқаро (СИ) бирликлар тизими

Тартиб №	Катталиклар	Ўлчов бирлиги	Қисқартирилган белгилари		Ҳосила бирликлар ўлчови
			ўзбекча	ҳалқаро	
Асосий бирликлар					
1	Узунлик	Метр	м	m	-
2	Масса	килограмм	кг	kg	-
3	Вақт	Секунд	С	S	-
4	Ток кучи	Ампер	А	A	-
5	Термодинамик	Кельвин градуси	К	K	-
6	Ёруғлик кучи	кандела	кд	cd	-
7	Модда миқдори	Моль	моль	mol	-
Қўшимча бирликлар					
1	Ясси бурчак	радиан	рад	rad	-
2	Фазовий бурчак	стерадиан	ср	sr	-
Ҳосила бирликлар					
1	Юза	метр квадрат	м ²	m ²	i (м) ²
2	Ҳажм	метр куб	м ³	m ³	I (м) ³
3	Частота	Герц	Гц	Hz	I:(с)
4	Зичлик	Килограмм тақсим метр куб	кг/м ³	kg/ m ³	(1кг):(1м ³)
5	Тезлик	метр тақсим секунд	м/с	m/s	(1м):(1с)
6	Бурчак тезлик	радиан тақсим секунд	рад/с	rad/s	(1рад):(1с)
7	Тезланиш	метр тақсим	м/с ²	m/s ²	(1м):(1с) ²

		секунд квадрат			
8	Бурчак тезланиш	радиан тақсим секунд квадрат	рад/с ²	rad/s ²	(1рад):(1с) ²
9	Куч	Ньютон	Н	N	(1кг):(1м): (1с) ²
10	Босим	ньютон тақсим метр квадрат	Н/м ²	N/m ²	(1Н):(1м) ²
11	Динамик қовушоқлик	Ньютон кўпайтирилган секунд тақсим метр	Н·с/м ²	N·S/m ²	(1Н)·(1с): (1м) ²
12	Кинематик қовушоқлик	метр квад. тақсим секунд	м ² /с	м ² /s	(1м) ² :(1с)
13	Иш, энергия, иссиқлик миқдори	Жоуль	Ж	J	(1Ж):(1с)
14	Қувват	Ватт	Вт	W	(1Ж): (1с)
15	Электр миқдори	Кулон	Кл	G	(1А):(1с)
16	Электр кучланиш, жлектр потенциаллар айирмаси, электр юритувчи куч	Вольт	В	V	(1Вт):(1А)
17	Электр майдони нучланганлиги	вольт тақсим метр	В/м	V/m	(1В):(1м)

18	Электр қаршилиқ	Ом	Ом	Ω	(1ВТ):(1А)
Тартиб №	Катталиқлар	Ўлчов бирлиги	Қисқартирилган белгилари		Ҳосила бирлиқлар ўлчови
			ўзбекча	ҳалқаро	
19	Электр сиғим	Фарада	Ф	F	(1К):(1В)
20	Магнит индукцияси оқими	Вебер	ВБ	Wb	(1к):(1Ом)
21	Индуктивлик	Генри	Гн	Н	(1Вб):(1А)
22	Магнит индукцияси	Тесла	тл	Т	(1Вб):(1м) ²
23	Магнит майдони кучланганлиги	ампер тақсим метр	А/М	A/m	(1А):(1м)
24	Магнит юритувчи куч	Ампер	А	А	(1А)
25	Ёруғлик оқими	Люмен	Лм	Lm	(1кд):(1ср)
26	Равшанлик	кандела тақсим метр квадрат ёки нит люкс	кд/м ²	cd/m ²	(1кА):(1м) ²
27	Ёритилиш даражаси	Люкс	ЛК	Lk	(1лм):(1м) ²

Шундай соҳалар борки, унда СИ бирлиқларини ишлатиш ҳисоблашларда бир оз қийинчиликлар туғдиради. Масалан, СИ га биноан массани доимо килограммларда ўлчаш ноқулай. У гоҳ грамм (г) ларда ифодаланса, гоҳ тонна (т) ларда ўлчанади. Шу сабабли массани грамм (г), миллиграмм (мг), тонна (т) каби бирлиқларда ифодалаш қулай. Улар асосида масса ҳисобини шу бирлиқларда олиб бориш хато ҳисобланмайди.

Шунинг учун, баъзи ҳисоблашларда қулайлик яратиш мақсадида бирликларнинг ўнлик каррали ва улушли қийматларидан фойдаланилади.

Бирликларнинг унлик каррали ва улушли қийматлари барча бирликлардан эмас, балки амалий ҳисобларда қулайлик яратадиган бирликлардангина ҳосил қилинади. Шундай соҳалар ҳам борки, уларда доимо каррали ёки улушли бирликлардангина ишлатилади (масалан, чизмачиликда уларнинг ўлчамлари фақат миллиметр — мм да ифодаланади).

1.2-жадвал.

Бирликларнинг каррали ва улушли қийматлар

№№	Катталиқ номи	Белгилари		
		СИ бирликлари	СИ нинг каррали ва улушли бирликлари	СИ га кирмаган бирликлар
1	Узунлик	м (метр)	км; см; мм; мкм; нм.	
2	Юза	м ² (метр квадрат)	км ² ; дм ² ; см ² мм ²	
3	Ҳажм ва сифим	м ³ (метр куб)	дм ³ ; см ³ ; мм ³	л (литр)
4	Ясси бурчак	рад (радиан)	мрад; мкрад	... ⁰ , (градус) ... ' (минут) ... " (секунд)
5	Вақт	с (секунд)	кс; мс; мкс;	Сут (сутка) Соат (соат, мин)
6	Тезлик	м/с	-	км/соат
7	Айланишлар тақрорлиги	с ⁻¹	-	мин ⁻¹
8	Масса	кг (килограмм)	Мг; г; мг; мкг	т (тонна)
9	Куч, оғирлик	Н (ньютон)	МН; кН; мкН	
10	Куч моменти	Н·м	МН·м; кН·м;	

			мкН·м	
11	Босим	Па (паскаль)	ГПа; МПа; кПа; мкПа	
12	Динамик қовушоқлик	Па·с	мПа·с	
13	Кинетик қовушоқлик	м ² /с	мм ² /с	
14	Энергия, иш	Ж (жоуль)	ГЖ; ГЖ; МЖ; кЖ; мЖ	ЭВ (электрон вольт)
15	Қувват	Вт (ватт)	ГВт; МВт; кВт; мкВт	
16	Ҳарорат	К (кельвин)	МК; кК; мкК	
17	Электр токи (электр токининг кучи)	А (ампер)	кА; МА; мкА; нА; пА	
18	Электр миқдори, электр заряд	Кл (Кулон)	мКл; мкКл; нКл; пКл	
19	Модда миқдори	моль	кмоль; ммоль; мкмоль	
20	Моляр масса	кг/моль	г/моль	

1.1 ва 1.2- жадвалларда фан, техника ва халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг қўлланиладиган бирликларнинг ўнлик қаррали ва улушли қийматлари келтирилган.

Мамлакатимизда ўлчовларнинг муштараклиги Ўзбекистан Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг стандартлар давлат қўмитаси ва метрологик муассасалари томонидан амалга оширилади.

1.2- §. ЎЛЧАШЛАР. ЎЛЧАШ ТУРЛАРИ

Ўлчаш — физик катталиклар қийматларини тажрибада махсус техник воситалар ёрдамида аниқлаш.

Кўп ҳолларда ўлчаш жараёнида ўлчанаётган катталикни шундай физик катталик билан таққосланадики, унга 1 га тенг бўлган қиймат берилади ва у физик катталик бирлиги ёки *ўлчов бирлиги* дейилади.

Ўлчаш натижаси — катталикнинг ўлчаш усули билан, масалан, катталикни ўлчов бирлиги билан таққослаш ёрдамида топилган қийматидан иборат. Ўлчаш натижасини тенглама кўринишида қуйидагича ёзиш мумкин:

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{ёки} \quad Q = U * q \quad (1.1)$$

бу ерда, Q —ўлчанаётган физик катталик, U —ўлчаш натижаси ёки ўлчанаётган катталикнинг сон қиймати, q — физик катталик бирлиги.

(1.1) тенглама *ўлчагининг асосий тенгламаси* дейилади. Унинг ўнг томони ўлчаш натижаси деб юритилади. Ўлчаш натижаси доимо ўлчамли катталик бўлиб, у ўз номига эга бўлган q бирликдан ҳамда айти бирликдан ўлчанаётган катталикда нечта борлигини англатадиган U сондан ташкил топган.

Ўлчанаётган катталикнинг сон қиймати бевосита, билвосита, бирлаштириб ва биргаликда ўлчаш усуллари ёрдамида топилади. Лаборатория амалиётида ва илмий текширишларда бирлаштириб ва биргаликда ўлчаш усулларида фойдаланилади.

Бевосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчанаётган катталикнинг изланаётган қиймати тажриба маълумотларидан бевосита аниқланади. Масалан, ҳароратни термометр билан, босимни манометр билан, узунликни чизғич билан ўлчаш ва ҳоказо бевосита ўлчашдан иборат.

Бевосита ўлчаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_{\text{бев.}} = C * n \quad (1.2)$$

бу ерда, $Q_{\text{бев.}}$ — ўлчанаётган катталикнинг унинг учун қабул қилинган ўлчов бирликларидagi қиймати; C —рақамли ҳисоблаш қурилмаси шкаласи бўлинмаларининг ёки

бир марта кўрсатишининг ўлчанаётган катталиқ бирликларидаги қиймати; n — шкала бўлинмаларининг ҳисобида индикаторли қурилма бўйича олинган саноқ.

Билвосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталиқ билан маълум муносабат ёрдамида боғланган катталиқларни бевосита ўлчашга асосланган бўлади. Билвосита ўлчаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_{\text{бил}} = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_{\text{бев}}^n) \quad (1.3)$$

бу ерда, $Q_{\text{бил}}$ — ўлчанаётган катталиқнинг изланган қиймати; $Q_1, Q_2, \dots, Q_{\text{бев}}^n$ — бевосита ўлчанадиган катталиқларнинг сон қийматлари.

Билвосита ўлчашга ўтказгичнинг солиштирма электр қаршилигини унинг қаршилиги, узунлиги ва кундаланг кесимини юзи бўйича топиш; модда зичлигини унинг массаси ва ҳажмини ўлчаш натижаси бўйича топиш ва бошқалар мисол бўла олади. Билвосита ўлчашлар бевосита ўлчашларнинг иложи бўлмаган ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилишда кенг қўлланади.

Бирлаштириб ўлчаш бир неча бир номли катталиқларни бир вақтда ўлчашдан иборатки, унда изланган катталиқларнинг қийматлари бевосита ўлчашда ҳосил қилинган тенгламалар тизимидан топилади.

Бир вақтда икки ёки бир неча номли турли катталиқларни, уларнинг орасидаги функционал муносабатларни топиш учун олиб борилган ўлчашлар **биргаликда ўлчаш** дейилади. Жумладан ўлчаш резисторининг 20°C даги электр қаршилиги ва ҳарорат коэффицентлари унинг қаршилигини турли ҳароратларда бевосита ўлчаш маълумотлари бўйича топилади.

Ўлчашлар яна мутлақ ва нисбий ўлчашларга бўлинади.

Битта ёки бир неча асосий катталиқларни физик константалар қийматларидан фойдаланиб ёки фойдаланмасдан бевосита ўлчаш **мутлақ ўлчаш** деб аталади. Масалан, штангенциркуль ёрдамида бажарилган ўлчашлар мутлақ ўлчашдир, чунки унда ўлчанаётган катталиқ қийматини бевосита олинади.

Бирор катталиқнинг шу исмли бирлик вазифасини бажараётган катталиққа нисбатини ўлчаш ёки катталиқни шу исмли бирлик катталиқ деб қабул қилинган катталиқ бўйича ўлчаш *нисбий ўлчаш* деб аталади. Масалан, ҳароратни термоэлектр эффектдан фойдаланишга асосланган ўлчаш ёки массани тортиш усули билан, яъни массага мутаносиб бўлган оғирлик кучидан фойдаланиш усули билан ўлчаш нисбий ўлчашдан иборат. Нисбий ўлчашдан катта аниқлик зарур бўлган ҳолларда фойдаланилади.

Ўлчашлар ўлчаш асосини аниқлаб берадиган физик ҳодисаларга асосланиб олиб борилади. Масалан, модданинг кенгайиши бўйича ҳароратни ўлчаш, мувозанатлаштирувчи суюқлик устунининг кўтарилиши бўйича сийракланиш (вакуум)ни ўлчаш. Ўлчашнинг бирор асосини амалга ошириш учун турли техник воситалар қўлланилади. Ўлчашларда қўлланиладиган ва нормаллашган метрологик хоссаларга эга булган техник воситалар *ўлчаш воситаси* дейилади. Ўлчаш асоси ва воситасини белгилаб берадиган усуллар мажмуи *ўлчаш усули* дейилади.

Ўлчашларда бевосита баҳолаш, дифференциал, ўлчов билан таққослаш ва ноль (компенсацион) усуллар кенг тарқалган.

Бевосита баҳолаш усули ўлчанаётган катталиқ миқдорини бевосита ўлчаш асбобининг ҳисоблаш қурилмаси бўйича бевосита топиш имконини беради. Масалан, босимни пружинали манометр билан, массани циферблатли тарозида, ток кучини амперметр билан ўлчаш ва ҳоказо. Бу усулда ўлчаш аниқлиги унча катта бўлмаса ҳам, ўлчаш жараёнининг тезлиги уни амалда қўлланишда тенги йуқ усулга айлантиради.

Дифференциал усул ўлчанаётган ва маълум катталиқларнинг айирмасини ўлчашни характерлайди. Масалан, газ аралашмаси таркибини ҳавонинг иссиқ ўтказувчанлигига таққослаш йўли билан иссиқ ўтказувчанлик бўйича ўлчаш.

Ҳоятда аниқ ўлчашларда **ўлчов билан таққослаш усули** қўлланади. Бунда ўлчанаётган катталиқ ўлчов ёрдамида топилган катталиқлар билан таққосланади. Масалан, ўзгармас токнинг кучланишини электр юритувчи кучи

нормал элемент ЭЮК ига тенг бўлган таққослаш компенсаторида ўлчаш ёки массани пишангли тарозларда мувозанатлаштирувчи тошлар билан ўлчаш. Бу усул таъсир этувчи катталикларнинг ўлчаш натижасига таъсирини камайтиришга имкон беради.

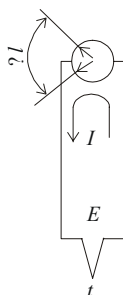
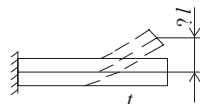
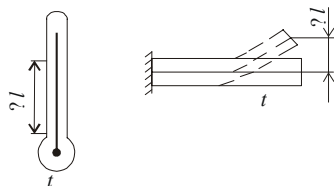
Ноль (компенсацион) усул ўлчанаётган катталиқни қиймати маълум бўлган катталиқ билан таққослашдан иборат, аммо улар орасидаги айирма маълум катталиқни ўзгартириш усули билан нолга келтирилади. Потенциометрлар, мувозанатлаштирилган кўприклар ва бошқалар ноль усулга асосланган асбобларга мисол бўла олади. Ноль усул ўлчашнинг юқори аниқлигини таъминлайди.

1.3-§. ЎЛЧАШ ЎЗГАРТИРИШЛАРИ ВА ЎЗГАРТКИЧЛАРИ

Технологик ўлчашларнинг моҳиятини техник жиҳатдан қисқача қуйидагича ифодалаш мумкин: *«нимани, қандай қилиб ва нима билан ўлчанади?»*. Шунинг учун, бундан кейин аниқ физик катталикларни ўлчаш усуллари ва ўлчашларнинг энг кенг тарқалган ишончли ишчи воситалари: ўлчаш ўзгарткичлари ва ўлчаш асбоблари қараб чиқилади.

Кўпчилик ҳолларда ўлчашлар ўлчанаётган физик катталиқни олдиндан ўзгартириш билан боғлиқ..

Ўлчаш ўзгартириши - битта физик катталиқнинг ўлчамини бошқа физик катталиқнинг ўлчамига ўзгартиришдан иборатдир. Мисол тариқасида ***P*** босимни деформацион манометр ёрдамида ўлчашни қараб чиқамиз. Босим таъсирида найчасимон пружина буралади (унинг эркин учи бироз силжийди) — бу ўзгартиришнинг биринчи босқичи: $\Delta P \rightarrow \Delta l$. Найчасимон пружина учининг



1.1 – расм $\Delta t \rightarrow \Delta l$ ўзгарткичлар схемаси

силжиши ўқнинг бурилиш бурчагига ўзгаради: $\Delta l \rightarrow \Delta \varphi$ — бу ўзгартиришнинг иккинчи босқичидир. Ўқда стрелка мавжуд бўлиб, унинг учи бўлинмали шкала бўйича силжийди — бу ўзгартиришнинг учинчи босқичидир

$\Delta\varphi \rightarrow \Delta a$, у ўлчанаётган катталикнинг сон қийматини олишга имкон беради. Умумий ҳолда ҳамма ўзгартиришларни бундай ёзиш мумкин:

$$\Delta P \rightarrow \Delta l \rightarrow \Delta\varphi \rightarrow \Delta a$$

Ўлчаш ўзгарткичи — ўлчашлар воситаси сифатида ўлчаш ўзгартириши $\Delta P \rightarrow \Delta a$ ни амалга оширишга имкон берди. Катталикнинг кетма-кет ўзгартиришлар каторидан биттаси юз берадиган ўлчаш воситалари элементи *ўзгартириши элементи* деб аталади. Ўзгартириш элементи ҳар доим ҳам конструктив ажралиб турмайди, яъни ўлчаш воситаси тузилишининг айна битта элементи икки ва ундан ортиқ ўзгартириш элементига эга бўлиши мумкин.

Ўлчаш ахбороти сигнали ҳамма ўзгаришларининг амалга ошишини таъминловчи

ўзгартириш элементлари тўплами ўлчаш воситасининг *ўлчаш мақсади* дейилади. Ўлчаш занжирида бевосита ўлчанаётган катталикнинг таъсирида бўлган биринчи ўзгартириш элементининг қисми *сезгир элемент* дейилади. Сезгир элементнинг ўлчаш воситасини аниқлашда эътиборли бўлиш ва уни химоя арматураси билан чалкаштирмаслик керак, чунки бу арматура ўлчанаётган катталикка бевосита тегиб туради. «Ўлчаш ўзгартириши» тушунчаси

«ўлчов ўзгарткичи» тушунчасига қараганда анча кенг маънога эга, чунки айна бир ўлчов ўзгартириши ўлчов ўзгарткичларнинг иш (таъсир) принципи турлича бўлган кетма кетлик билан бажарилиши мумкин. 1.1-расмда айна бир хил ҳарорат ўлчаш ўзгартиришини механик Δl силжишга ўзгартирадиган турли ўзгарткичларга мисоллар келтирилган. Биринчи ҳолда бу симоб устунининг ҳарорат кўтарилиши натижасида кенгайишидаги силжиши бўлса, иккинчи ҳолда — қатламлари турлича бўлган ҳарорат кенгайиш коэффициентига эга бўлган биметалл пластинкаларнинг силжиши; учинчи ҳолда — ҳарорат ўлчанадиган муҳит билан бевосита алоқада бўлган сезгир элемент билан боғлиқ асбоб кўрсаткичининг (стрелкасининг) силжиши. Шундай қилиб, ўлчаш ўзгартиришининг кўрсатмаси нимани ва нимага айлантириш керак, деган

саволгагина жавоб беради, аниқ ўлчаш ўзгарткичларининг кўрсатиши эса бунини табиатан қандай бажариш мумкин, деган саволга жавоб беради. Аслида ўлчаш ўзгарткичи бир хусусий ўлчаш ўзгартиришинини бажа-рувчи маълум амал принципида ясалган техник қурилмани ифодалайди.

Ўлчаш ўзгарткичининг асосий характеристикаларидан бири ўзгартириш коэффициенти бўлиб, у ўлчанаётган катталиқни акслантирувчи ўзгарткичнинг чиқишидаги сигналнинг ўзгарткич киришидаги сигналга нисбатини ифодалайди.

Функционал вазифасига кўра ўлчаш ўзгарткичларини қуйидаги турларга ажратиш қабул қилинган: бирламчи, оралик, масштабни, узатувчи ва бошқалар.

Бирламчи ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш ўзгарткичи биринчи босқичи бўлиб, унга ўлчанаётган физик катталиқ қийматини бошқа физик катталиқ қийматига ўзгартиради, масалан, деформацион манометрнинг найсимон пружинаси. Бирламчи ўлчаш ўзгарткичи ёрдамида ўлчанадиган катталиқ ёки ўзгартириладиган физик катталиқ бошқа ўзгарткичга ёки ўлчаш асбобига узатилиши мумкин.

Оралик ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш занжирида бирламчи ўзгарткичдан кейинги ўринни эгаллаган ўлчаш ўзгарткич бўлиб ўлчанаётган физик катталиқни унификация (бир хил) сигналга ўзгартиришга мўлжалланган ўзгарткичдир.

Узатувчи ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш ахбороти сигналларини масофадан туриб узатиш учун мўлжалланган ўзгарткичдир.

Масштабни ўлчаш ўзгарткичи — катталиқни берилган марта ўлчаш учун мўлжалланган ўзгарткич.

Истаган вазифани бажарувчи ўлчаш ўзгарткичи ўлчаш асбоби билан конструктив бирлаштирилган бўлиши ёки ўзи алоҳида қурилмани ташкил этиши мумкин. Ўлчаш объектига ўрнатилган ва ўлчамлари, массаси ҳамда таъсир кўрсатувчи омилларга мустақамлигига нисбатан алоҳида талабларга жавоб берувчи, зарур ёрдамчи элементлар билан бирга ўлчов

ўзгарткичларининг бир қатор конструктив тўпламини *датчик* деб аташ қабул қилинган.

Чиқиш сигналининг турига қараб бир хиллаштирилган, табиий ёки дискрет (контактли) сигналлар фарқ қилинади.

Чиқиш сигналлари бир хиллаштирилган ўлчаш ўзгарткичлари чиқишда ўлчанаётган физик катталиқнинг турига боғлиқ бўлмаган ҳолда махсус қурилмалар ёрдамида шаклланадиган сигналларга эга (улар тегишли давлат андозаларида кўзда тутилган).

Чиқиш сигналлари табиий бўлган ўлчов ўзгарткичлари шундай қурилмаларки, уларда чиқишдаги сигналлар табиий йўл билан шаклланади, яъни ўлчанаётган катталиқни бирламчи алмаштириш учун энг оддий ва самарали йўл билан шаклланади. Ўлчанаётган катталиқларнинг жуда хилма-хиллигига қарамай табиий чиқиш сигналларининг турлари, одатда, ўнта билан чегаралади: силжиш, буриш бурчаги, кучланиши, вақт оралиғи, ўзгармас ва ўзгарувчан кучланиш, актив ва комплекс қаршилиқ, электр сифим, частота (такрорийлик). Табиий сигналли ўлчов ўзгарткичларининг баъзи ҳолларда қўлланиши асосан локал назорат қурилмаларида ва унча мураккаб бўлмаган объектларни автоматлаштиришда иқтисодий ва техник жиҳатдан мақсадга мувофиқдир.

Табиий сигналларни бир хиллаштирилган сигналларга айлантириш учун махсус **меъёрловчи ўзгарткичлар** кўзда тутилган.

Дискрет чиқиш сигналли ўлчаш ўзгарткичлари (релели ўзгарткичлар) чиқишда ўлчанаётган катталиқ маълум қийматга эришганда ўз ҳолатини ўлчовчи контактга эга. Улар асосан технологик сигнализация учун қўлланади.

Ўлчов қурилмаларида ахборотни узатиш воситаси энергия ёки модда оқимлари ҳисобланади. Ўлчов ўзгарткичининг ёки асбобнинг киришига энергия кирмаса (ўлчаш объектидан ёки олдинги ўзгарткичдан), ўлчаш ахборотини узатиш мумкин бўлмайди. Буни ҳисобга олиб, барча бирламчи ўзгарткичлар икки гуруҳга бўлинади: генераторли ва параметрик ўзгарткичлар.

Генераторли ўзгарткичлар — шундай ўзгарткички, уларда ахборот оқимини шакллантириш учун қўшимча манбадан энергия талаб қилинмайди. Масалан, термोजуфт ҳароратни термоЭЮК га айлантириб, энергияни фақат ўлчаш объектидангина олади. Шундай қилиб, генераторли ўзгарткичларда энергия ва ахборот оқимларининг йўналишлари бир хил бўлади.

Параметрик ўзгарткичлар — шундай ўзгарткичларки, уларда энергия ва ахборот оқимларининг йўналишлари бир хил бўлмайди. Жумладан, агар объектда қаршилиги ҳароратга боғлиқ бўлган терморезистор ўрнатилган бўлса, у ҳолда ахборот олиш учун асбобдан ёки ўзгарткичдан терморезисторга ток ўтказиш зарур. Токнинг ўзгариши ўлчанаётган ҳароратнинг ўзгариши ҳақидаги ахборот бўлади. Ахборот сигналининг интенсивлиги манба сигнали интенсивлигига боғлиқ бўлиб, бу параметрик ўзгарткичларнинг ўзига хос хусусиятидир.

1.4- §. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ, УЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ПАРАМЕТРЛАРИ

Ўлчаш воситалари ўлчашларда ишлатилади ва улар нормаллашган метрологик хоссаларга, яъни катталикларнинг маълум сонли қийматларига ҳамда ўлчаш натижаларининг аниқлиги ва ишончилигини ифодаловчи хоссаларига эга бўлади.

Ўлчаш воситаларининг асосий турларига ўлчовлар, ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгарткичлари ва ўлчаш қурилмалари киради.

Ўлчов — берилган ўлчамдаги физик катталиқни қайта ўлчаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси. Масалан, қадоқтош — масса ўлчови; ўлчов резистори — электр қаршилиқ ўлчови; ёритиш лампаси — ёруғлиқ ўлчови ва ҳоказо.

Бир хил ўлчамли турли физик катталиқни қайта ўлчайдиган бир қийматли ҳамда турли ўлчамдаги қатор бир номли катталикларни қайта ўлчайдиган кўп қийматли ўлчовлар бор. Кўп қийматли ўлчовларга бўлинмалли чизгичлар, индуктивлик вариометри ва бошқалар мисол бўла олади. Махсус танланган,

фақат алоҳидагина эмас, балки турли бирикмаларда турли ўлчамли қатор бир номли катталикларни қайта ўлчаш мақсадида қўлланиладиган ўлчовлар комплекти ўлчовлар тўпламини ташкил этади. Масалан, кадоқтошлар тўплами, учликли узунлик ўлчовлари тўплами, ўлчов конденсаторлари тўплами ва ҳоказо. Ўлчовлар магазини—саноқ қурилмалари билан боғланган махсус қайта улагичларга эга бўлган битта конструктив бутун қилиб бирлаштирилган ўлчовлар тўплами. Ўлчовлар магазини электротехникада кенг қўлланилади: қаршилик магазини, сиғимлар магазини, индуктивликлар магазини.

Ўлчовларга стандарт намуналар ва намуна моддалар ҳам киради.

Стандарт намуна — модда ва материалларнинг хоссаларини ёки таркибини характерловчи катталикларнинг бирлигини қайта тиклаш учун ўлчов. Масалан, таркибидаги кимёвий элементлари кўрсатилган ферромагнит материаллар хоссаларнинг стандарт намунаси.

Намуна модда — тасдиқланган спецификацияда кўрсатилган, тайёрлаш шартларига риоя қилинганда тикланадиган маълум хоссаларга эга бўлган моддадан иборат ўлчов. Масалан, «тоза» газлар, «тоза» металллар, «тоза» сув.

Кузатувчи идрок қилиши учун қулай шаклдаги ўлчов ахбороти сигналини ишлаб чиқувчи ўлчаш воситаси *ўлчов асбоби* дейилади. Ўлчов асбобида кузатувчи ўлчанаётган катталикнинг сон қийматини ўқийди ёки санайди. Ўлчов асбоблари аналог ва рақамли бўлиши мумкин. *Аналог ўлчов асбобларида* асбобнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталик ўзгаришининг узлуксиз функциясидан иборат бўлади, *рақамли ўлчов асбобларида* эса кўрсатишлар ўлчов ахбороти сигналини дискрет ўзгартириш натижасидан иборат бўлган рақамли шаклда ифодаланган бўлади.

Кейинги вақтларда рақамли асбоблар борган сари кенгроқ қўллана бошланди, чунки уларнинг кўрсатувлари осонгина қайд қилинади, уларни ЭХМ га киритиш қулай. Рақамли асбобларнинг тузилиши ўлчашда аналог асбобларга қараганда катта аниқликка эришишга имкон беради. Шу билан бирга рақамли асбоблар қўлланганда ўқиш хатолиги бўлмайди. Аммо аналог асбоблар рақамли асбобларга қараганда анчагина содда ва арзондир.

Ўлчов асбоблари кўрсатувчи, қайд қилувчи, комбинацияланган, интегралловчи ва жамловчи асбобларга бўлинади. *Кўрсатувчи асбобларда* рақамли қийматлар шкала ёки рақамли таблодан ўқилади. *Қайд қилувчи асбобларда* кўрсатувларни диаграмма қоғозида ёзиб олиш ёки рақамли тарзда чоп этиш кўзда тутилади. *Комбинацияланган асбоблар* ўлчанаётган катталиқни бир вақтнинг ўзида кўрсатади ҳамда қайд қилади. *Интегралловчи асбобларда* ўлчанаётган катталиқ вақт бўйича ёки бошқа эркин ўзгарувчи бўйича интегралланади. *Жамловчи асбобларда* кўрсатишлар турли каналлар бўйича унга келтирилган икки ёки бир неча катталиқнинг йиғиндиси билан функционал боғланган бўлади.

Ўлчашга доир ахборотни узатиш, ўзгартиш, ишлов бериш ва сақлаш учун қулай бўлган, аммо кузатувчи бевосита идрок қилиши мумкин бўлмайдиган шаклдаги сигнални ишлаб чиқувчи ўлчаш воситаси *ўлчаш ўзгарткичи* деб аталади. Инсон ўзининг сезги органлари билан ўлчаш ўзгарткичи сигналларини қабул қила олмайди. Ўзгартириладиган физик катталиқ — *кириш катталиғи*, унинг ўзгартирилгани эса *чиқиш катталиғи* дейилади. Кириш ва чиқиш катталиқлари орасидаги боғланишни ўзгарткич функцияси қарор топтиради. Ўлчаш ўзгарткичлари ўлчов асбобларининг, турли ўлчов тизимларининг, бирор жараёнларни автоматик назорат қилиш ёки бошқариш тизимларининг таркибий қисми ҳисобланади. Ўлчанаётган катталиқ берилган ўлчаш ўзгарткичи **бирламчи ўзгарткич** дейилади. Бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари, кўпинча, **датчик** деб юритилади. Унинг бевосита ўлчанаётган физик катталиқ таъсиридаги қисми *сезгир элемент* дейилади. Масалан, термоэлектрик термометрда термоджувт, манометрик термометрда тармобаллон ана шундай элементлардир. Ўлчов асбоблари ва ўзгарткичлари ўлчанаётган катталиқнинг турига қараб тегишли номларга эга бўлади, масалан, термометрлар, манометрлар, дифманометрлар, сарф ўлчагичлар, сатҳ ўлчагичлар, газ анализаторлари, концентратометрлар, нам ўлчагичлар ва ҳоказо.

Айрим ўлчов воситалари ва ўлчов тизимларидан ташқари мураккаб ахборот-ўлчов тизимлари ҳам қўлланади. Улар кўплаб технологик ускуналарда

автоматик ўлчашни амалга оширишнигина таъминлаб қолмай (ўлчов каналлари сони минг-минглаб бўлиши мумкин), балки ўлчаш натижаларини берилган алгоритмлар бўйича зарур қайта ишлашни ҳам бажаради. Шу муносабат билан ўлчаш ўзгарткичларининг ахборот-ҳисоблаш машиналари ва қурилмалари киришига келадиган сигналларини унификациялаштириш (бир хиллаштириш) зарурати туғилади. Сигналларни унификациялаштириш ўлчов асбоблари турларини минимумга келтириш имконини беради.

Ўлчов воситалари ўлчаш жараёнидаги бажараётган вазифасига қараб иш, намуна ва эталон ўлчов асбобларига бўлинади.

Иш ўлчов асбоблари халқ хўжалигининг барча тармоқларида амалий ўлчашлар учун мўлжалланган. Улар аниқлиги орттирилган ўлчов асбобларига ва техник ўлчов асбобларига бўлинади.

Намуна ўлчов асбоблари иш ўлчов асбобларини текшириш ва уларни ўзлари бўйича даражалашга хизмат қилади.

Эталон асбоблари физик катталиқ бирикларини қайта тиклаш ва сақлаш, уларнинг ўлчамларини намуна ўлчов асбоблари орқали халқ хўжалигида қўлланадиган иш ўлчов воситаларига ўтказишга хизмат қилади. Физик катталиқларнинг бирликлари ўлчами шу усул билан эталонлардан намуна ўлчов асбоблари ёрдамида бошқа ўлчов асбобларига ўтказилади.

Ўлчаш воситаларининг кўрсатишларидаги хатоликларни аниқлаш ёки уларнинг кўрсатишларига тузатиш киритиш мақсадида ўлчов воситалари кўрсатишларини намуна ўлчов асбобларининг кўрсатишларига таққослаш деб аталади.

Шкала асбобни текшириш бўлинмаларига қабул қилинган ўлчов бирликларида ифодаланган қийматлар бериш операцияси *даражалаш* деб аталади.

Ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчанаётган физик катталиқлар ўлчаш ахбороти сигнали фойдаланиладиган бирор чиқиш катталигига ўзгартирилади.

Физик катталиқни ўлчашда ўлчов қурилмаси (асбоби) физик катталиқни кўрсаткичнинг мутаносиб силжитади:

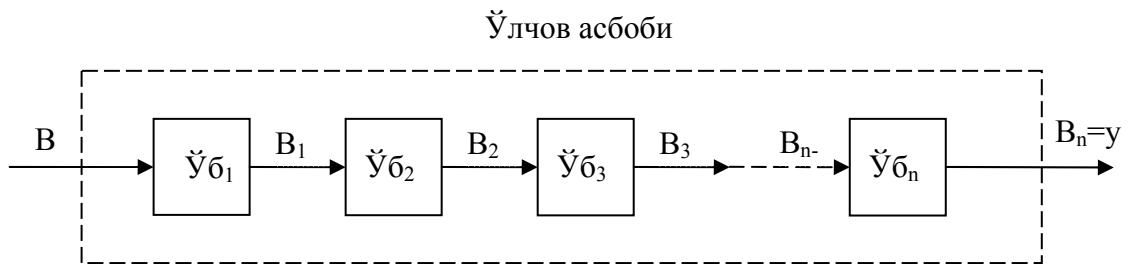
$$\varphi = f(B) \quad (1.4)$$

бу ерда, φ — асбоб кўрсаткичининг бурчакли ёки чизиqli силжиши, B — ўлчанаётган физик катталиқ.

(1.4) боғланиш асбоб шкаласининг тенгламаси ёки характеристикаси дейилади.

Ҳар қандай ўлчов асбобининг иши оқибат натижада ўлчанадиган катталиқни кўрсаткичнинг силжишига мослаб ўзгариришга келтирилади. Шу сабабли ўлчаш асбобини схематик равишда, ўлчанаётган физик катталиқ B ни кўрсаткичнинг механик силжиш миқдори φ га ўзгартирадиган ўзгарткич деб қараш мумкин.

Оралиқ ўзгартишлар сонига қараб асбобни бўғинларга бўлиш мумкин, бу бўғинларнинг ҳар бири асбоб ичида B миқдорни маълум тарзда ўзгартиради. Ана шу бўғинлар мажмуаси ўлчанаётган катталиқнинг талаб этилган ўзгаришини кўрсаткичнинг силжиши φ га ўзгартиради.



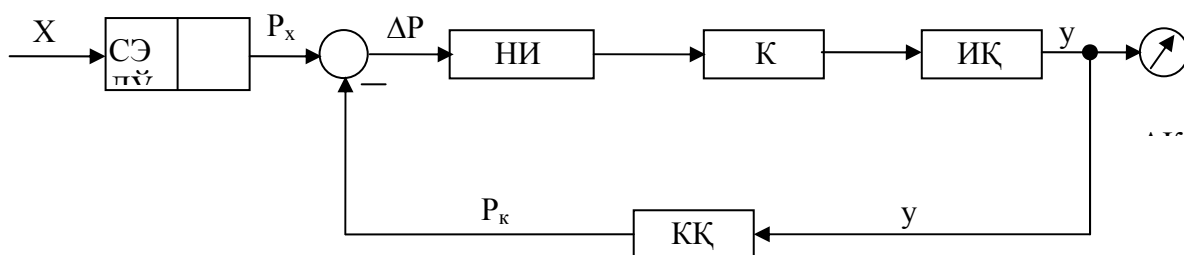
1.2–расм. Ўлчов асбобининг умумлашган структураси схемаси

Исталган ўлчов асбобининг структура схемаси, унинг ишлаш, принципидан қатъи назар, кетма-кет уланган ўлчаш бўғинлари $ЎБ_1$, $ЎБ_2$, $ЎБ_3$, ..., $ЎБ_n$, (1.2-расм) қаторидан тузилган занжир каби тасвирланиши мумкин. Биринчи бўғин $ЎБ_1$ учун кириш қиймати бўлиб B катталиқ хизмат қилади. Ҳар бир бўғиннинг чиқиш қиймати кейинги бўғин учун кириш қиймати бўлиб хизмат қилади. Охирги $ЎБ_n$ бўғиннинг чиқиш қиймати кўрсаткичнинг $B_n = \varphi$ силжишини аңлатади.

Умумий ҳолда ўлчов воситаларининг структура схемасини қуриш принципига қараб икки гуруҳга бўлиш мумкин: тўғри ўзгартирадиган ўлчаш схемаси ва сигнали мослаштириладиган ўлчаш схемалари. **Тўғри ўзгартириш принципи** бўйича қурилма ўлчов воситаларида ўлчанаётган катталиқ

дастлабки ўзгарткичга ёки унинг ўлчаш занжири қисмидан иборат бўлган сезгир элементга келади. Ўлчаш занжирида, одатда, ўлчанаётган катталиқни ахборотнинг бирор элтувчиси (электр токи кучи ёки кучланиши, сиқилган ҳаво босими ва бошқалар) сигналига ўзгартириш киритиш бўйича амалга оширилади. Сўнгра мазкур сигнал кучайтирилади ва санаш қурилмасига узатилади. Энг содда вариантда шу схемадан фақат сезгир элемент ва санаш қурилмаси қолиши мумкин. Тўғри ўзгарткич схемалари содда, ишончли, етарли тезкорликка эга ҳамда унча қимматга тушмайди. Аммо улардан, амалда, кичик сигналларини ўлчашда фойдаланиб бўлмайди. Дефференциал ўзгарткичлар ва улар билан ўлчаш схемалари сигнали тўғри ўзгарткич схемалари турларидан биридир.

Сигнални мувозанатлаштирадиган ўлчаш схемалари структураси 1.3-расмда келтирилган. Ўлчанаётган катталиқ X дастлабки ўзгарткич $ДЎ$ га ёки унинг сезгир элементи $СЭ$ га келади ва P_x сигналга айлантирилади, бу сигнал компенсация қурилмаси $КҚ$ дан чиққан P сигнал билан мослаштирилади. Компенсация қурилмаси $КҚ$ чиқиш сигнали ϕ ни компенсация қилувчи P_k сигналга ўзгартиради.



1.3. – расм. Сигнални мувозанатлаштирувчи ўлчов асбобларининг структура схемаси.

Нобаланс сигнали ΔP номувофиклаштириш индикатори $НИ$ орқали кучайтиргич $К$ киришига берилади. Кучайтиргичнинг чиқиш сигнали интегралловчи қурилма $ИҚ$ га (масалан, реверсив двигателига) таъсир қилади ёки чиқиш сигнали ϕ кучайтиргич чиқишидан олинadиган сигнал йўқ бўлганда ўзгармай қолаверади. Сигнал асбоб кўрсаткичи $АК$ ва компенсация қурилмаси $КҚ$ га берилади. Шундай қилиб, чиқиш сигнали ϕ ўлчанаётган X катталиқ қийматини аниқлайди. Сигнални мувозанатлаштирувчи асбоблар юқори

аниқликка эга бўлиб, кичик сигналларни ўлчаш имконини беради, аммо уларнинг тезкорлиги кам, баҳоси юқори, ишончилиги эса тўғри ўзгарткич асбоблариникига қараганда паст.

1.5-§. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ ВА АНИҚЛИК СИНФИ

Ўлчаш натижасида, одатда, ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматидан фарқ қиладиган қиймати топилади. Қўпинча, физик катталикнинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлади ва шу катталикнинг қиймати ўрнида унинг тажриба ёрдамида топилган қийматларидан фойдаланилади. Бу қиймат катталикнинг ҳақиқий қийматига шунча якин бўладики кўзда тутилган мақсад учун ундан фойдаланиш мумкин. Катталикнинг ўлчаш усули билан топилган қиймати **ўлчаш натижаси** дейилади. Ўлчаш натижаси билан ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ **ўлчаш хатолиги** дейилади. Ўлчанаётган катталик бирликларида ифодаланган ўлчаш хатолиги ўлчашнинг **мутлақ хатолиги** дейилади:

$$\Delta X = X - X_x \quad (1.5)$$

бу ерда, ΔX — мутлақ хатolik; X — ўлчаш натижаси; X_x — ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати.

Ўлчаш мутлақ хатолигининг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига нисбати ўлчашнинг *нисбий хатолиги* дейилади.

Ўлчаш хатоликлари уларнинг келиб чиқиши сабабларига кўра мунтазам, тасодифий ва қўпол хатоликларга бўлинади.

Мунтазам хатolik дейилганда фақат битта катталикни қайта-қайта ўлчаганда ўзгармас бўлиб қоладиган ёки бирор қонун бўйича ўзгарадиган ўлчаш хатолиги тушунилади. Улар аниқ қиймат ва ишорага эга бўлади, уларни тузатмалар киртиш билан йўқотиш мумкин.

Катталикни ўлчаш натижасида олган қийматга мунтазам хатоликни йўқотиш мақсадида қўшиладиган қиймат *тузатма* деб аталади. Одатда,

мунтазам хатоликлар инструментал (ўлчаш асбоблари), ўлчаш усуллари, субъектив (ноаниқ ўқиш), ўрнатиш, услубий хатоликларга бўлинади.

Инструментал хатолик дейилганда қўлланаётган ўлчов асбоблари хатоликларига боғлиқ бўлган ўлчаш хатоликлари тушунилади. Юқори аниқликда ўлчайдиган асбоблар қўлланганда ўлчов асбобларининг такомиллашмагани орқасида келиб чиқадиган инструментал хатоликлар тузатма киритиш усули билан йўқотилади. Техник ўлчов асбобларининг инструментал хатоликларини йўқотиб бўлмайди, чунки бу асбобларни текширилганда тузатмалар билан таъминланмайди.

Ўлчаш усули хатолиги дейилганда усулнинг такомиллашмаганлиги орқасида келиб чиқадиган хатолик тушунилади. Улар, кўпинча, янги усуллар қўллаганда, қийматлар орасидаги ҳақиқий боғланишни тахминий аппроксимация қилувчи тенгламалардан фойдаланилганда пайдо бўлади. Ўлчаш усули хатолиги ўлчов воситаси, хусусан, ўлчаш қурилмаси, баъзида эса, ўлчаш натижаси хатоликларини баҳолашда эътиборга олиниши лозим.

Субъектив хатоликлар кузатувчининг шахсий хусусиятларидан масалан, бирор сигнал берилган пайтда қайд қилишда кечикиш ёки шошилишдан, шкала бир бўлими чегарасида кўрсатувни нотўғри ёзиб олишдан, параллаксдан ва ҳоказодан келиб чиқади. Параллаксдан ҳосил бўлган хатолик дейилганда санах хатолигига кирадиган, шкала сиртидан бирор масофада жойлашган стрелка шу сиртга перпендикуляр бўлмаган йўналишда визирлаш (белгилаш) натижасида келиб чиқадиган хатолик тушунилади.

Ўрнатиш хатолиги ўлчов асбоби стрелкасининг шкала бошланғич белгисига нотўғри ўрнатилиши натижасида ёки ўлчаш воситасини эътиборсизлик билан, масалан, вертикал ёки горизонтал бўйича ўрнатилмаслиги натижасида келиб чиқади.

Ўлчаш услуби хатоликлари катталикларни (босим ҳарорат ва б. ни) ўлчаш услуби билан боғлиқ бўлган ва қўлланаётган ўлчаш асбобларига боғлиқ бўлмаган хатоликларидан иборат.

Ўлчашларни, айниқса, аниқ ўлчашларни бажаришда ўлчаш натижасини мунтазам хатоликлар анчагина бузиши мумкин. Шунинг учун, ўлчашларни бажаришга киришишдан аввал бу хатоликларнинг барча манбаларини аниқлаш ва уларни йўқотиш чораларини кўриш зарур. Аммо мунтазам хатоликларни топиш ва йўқотиш учун узил-кесил қоидалар бериш амалда мумкин эмас, чунки турли катталикларни ўлчаш усуллари ғоятда турли-тумандир.

Тасодифий хатолик дейилганда фақат битта катталикни қайта-қайта ўлчаш мобайнида тасодифий ўзгарувчи ўлчаш хатолиги тушунилади. Тасодифий хатоликнинг борлигини фақат битта катталикни бир хил синчковлик билан қайта-қайта ўлчангандагина сезиш мумкин. Агар ҳар бир ўлчаш натижаси бошқалардан фарқ қилса, у ҳолда тасодифий хатолик мавжуд бўлади. Шу хатоликларни баҳолаш эҳтимоллар назарияси ва математик статистика назариясига асосланган бўлиб, улар ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига яқинлашиш даражасини баҳолаш усуллари, хатоликнинг эҳтимолий чегарасини баҳолаш имконини беради, яъни натижани аниқлаш, бошқача айтганда, ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига анчагина яқин қийматини топиш ва кузатиш натижасини топиш имконини беради.

Ўлчашнинг қўпол хатолиги дейилганда берилган шартлар бажарилганда юз берадиган, кутилган натижадан тубдан фарқ қиладиган ўлчаш хатолиги тушунилади.

Ўлчашдан кўзда тутилган мақсад ва ўлчаш аниқлигига қўйиладиган талабларга қараб ўлчашлар аниқ (лаборатория) ва техник ўлчашларга бўлинади. Ўлчаш натижасининг ўлча-наётган катталик ҳақиқий қийматига яқинлигини ифодаловчи ўлчаш сифати **ўлчаш аниқлиги** деб аталади. Аниқликни оширишга интилиб, биз ўлчаш хатолигини камайтиришимиз лозим. Аммо аниқликни ошириш усуллари, кўпинча, мураккаб бўлади ва қиммат туради. Шунинг учун, аввал ўлчашнинг конкрет шарт-шароитлари ва мақсадларга боғлиқ бўлган мақбул аниқликни баҳолаб олиш ва зарур бўлса, сўнгра

аниқликни ошириш чораларини кўриш лозим. Ўлчашни бажарувчи асбобларнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматидан фарк қилади. Шунинг учун, ўлчов асбобининг кўрсатиши ва ҳақиқий кўрсатиши деган тушунчалар мавжуд.

Катталиқнинг санокқа кўра топилган қиймати *ўлчов асбобининг кўрсатиши* дейилади. Бу катталиқнинг намуна асбоблар орқали аниқланган кўрсатиши *ҳақиқий кўрсатиши* дейилади.

Асбобнинг кўрсатиши ва ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ **ўлчов асбобининг хатоси** дейилади. Катталиқнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш мумкин бўлмагани сабабли, ўлчов техникасида намуна асбобнинг кўрсатиши шу катталиқнинг ҳақиқий қиймати деб қабул қилинади.

Агар X_k билан санок кўрсатишидаги қийматни, X_x билан ҳақиқий қийматни белгиласак, қуйидаги ифодадан ΔX мутлақ хатоликни топамиз:

$$\Delta X = X_k - X_x \quad (1.6)$$

Ўлчов асбобининг мутлақ хатолиги деб, шу асбобнинг кўрсатиши билан ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати орадаги фарққа айтилади. Бу ерда, хатоликлар плюс ёки минус ишораси билан катталиқнинг бирликларида ифодаланади. Мутлақ хатолик катталигининг ҳақиқий қийматига нисбати **нисбий хатолик** деб аталади. Нисбий хатолик орқали ўлчашнинг аниқлик даражасини ифодалаш жуда қулай.

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100\% = \pm \frac{X_k - X_x}{X_x} \cdot 100\% \quad (1.7)$$

Одатда, ҳақиқий қиймат — X_k ва топилган қийматлар X_x га нисбатан ΔX жуда кичик бўлади, яъни

$$\Delta X \leq X_x \quad \text{ва} \quad \Delta X \leq X_k$$

Шунинг учун, қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100\% \approx \pm \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100\% \quad (1.8)$$

Шундай қилиб, нисбий хатоликни ҳисоблашда мутлақ хатоликнинг асбобнинг кўрсатишига нисбатини олиш мумкин. Нисбий хатолик % ларда ифодаланади.

Катталикнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун ўлчов асбобининг кўрсатишига тузатиш киритилади. Унинг сон қиймати тескари ишора билан олинган мутлақ қийматга тенг:

$$T = X_x - X_k \quad \text{ёки} \quad T = -\Delta X \quad (1.9)$$

бу ерда, T -тузатма.

Асбобнинг хатолиги шкала диапазонининг фоизларида ифодаланади. Бундай хатоликлар келтирилган хатолик дейилади ва мутлақ хатоликнинг асбоб ўлчаш чегарасига нисбатига тенг, яъни

$$j = \frac{\Delta X}{N} \cdot 100\% \quad (1.10)$$

бу ерда, N — асбобнинг ўлчаш чегараси.

Мисол. Юқориги ўлчаш чегараси 300°C бўлган потенциометрнинг кўрсатиши $X_k = 240^\circ \text{C}$ ва ўлчанаётган ҳароратнинг ҳақиқий қиймати $X_x = 241,2^\circ \text{C}$ бўлганидаги мутлақ, нисбий, келтирилган хатоликлари топилсин.

Мутлақ хатолик (1.6) ифода бўйича $\Delta X = -1,2^\circ \text{C}$, нисбий хатолик (1.8) ифода бўйича $b = -0,5\%$, келтирилган хатолик (1.10) ифода бўйича $j = 0,4\%$.

Хатолик қиймати ўлчаш асбоби аниқлигини, демак, ўлчаш натижасини ҳам характерлайди. Ўлчаш аниқ бўлиши учун хатоси кичик бўлган асбоблардан фойдаланиш лозим. Аммо хатосиз асбоблар тайёрлаш мумкин эмас. Хатоси кичик бўлган асбоблар билан ишлашда катта эҳтиёткорлик талаб этилади. Техник ўлчашлар учун белгиланган қийматдан ошмайдиган йўл қўйиладиган хатоси бор асбоблардан фойдаланилади.

Асбоб кўрсатишининг стандарт йўл қўядиган энг катта хатолиги **йўл қўйиладиган хатолик** дейилади. Хатолик миқдори ўлчашлар олиб борилаётган ташқи муҳитга (атроф муҳит ҳарорати, атмосфера босими, тебраниш ва бошқаларга) боғлиқ бўлгани сабабли асосий ва қўшимча хатоликлар тушунчалари киритилади.

Ўлчаш асбоби учун техник шароитлар имкон берган, махсус яратилган нормал иш шароитида йўл қўйилган хато **асосий хатолик** дейилади. Атроф-муҳитинг нормал ҳолати деб 20°C ҳарорат ва 101325 Н/м^2 (760 мм сим. уст) атмосфера босими қабул қилинган. Ташқи шароит ўзгаришининг асбобларга бўлган таъсиридан келиб чиққан хато **қўшимча хатоликдир**. Ўлчов асбобларининг сифати уларнинг хатоликларидан ташқари асбоблар вариацияси, сезгирлиги ва сезгирлик чегараси билан характерланади.

Бир катталиқни кўп марта такрорий ўлчашлар натижасида асбоб кўрсатишлари орасидаги энг катта фарқ *ўлчов асбобининг вариацияси* дейилади. Вариация ўлчанаётган катталиқни маълум бир миқдоргача аста-секин ошириб ва камайтириб аниқланади. Вариация ўлчов асбобининг механизми, оралиқлари, гистерезиси ва бошқа қисмлардаги ишқаланиши сабабли келиб чиқади. Вариация (V) ўлчов асбоби шкаласи максимал қийматининг фоизи ҳисобида ифодаланиб, асосий йўл қўйиладиган хатолик қийматидан ошиб кетмаслиги лозим:

$$V = \frac{\Delta N}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100\% \quad (1.11)$$

бу ерда, $\Delta N'$ — асбоб кўрсатишидаги энг катта фарқ; $N_{\max}$ ва $N_{\min}$ — асбоб шкаласининг юқори ва қуйи қийматларн.

Асбоб кўрсатишининг аниқлигига унинг сезгирлиги ҳам катта таъсир қилади. Асбоб стрелкаси чизикли ёки бурчак силжишининг у силжишни ҳосил қилган физик катталиқ ўзгаришига нисбати асбобнинг сезгирлиги дейилади:

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta Q} \quad (1.12)$$

бу ерда, S — асбобнинг сезгирлиги; Δn — стрелка силжишининг ўзгариши; ΔQ — ўлчанаётган катталиқнинг ўзгариши.

Сезгирлиги юқори бўлган асбоблар асосан аниқ ўлчашлар учун ишлатилади.

Ўлчанаётган катталиқ қийматининг асбоб кўрсатишига таъсир қила оладиган энг кичик ўзгариши *сезгирлик чегараси* дейилади.

Шкала ва стрелкага эга бўлган асбоблар учун асбобнинг сезгирлигига тескари бўлган катталиқ *шкала бўлинмаси қиймати* дейилади:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta n} \quad (1.13)$$

бу ерда, C —шкала бўлинмасининг қиймати.

Иккита ёнма-ён белги (штрих ёки нукталар) орасидаги фарқ — *шкала бўлинмаси* дейилади. Шкала бўлинмасининг қиймати стрелкани бир бўлинмага силжитган катталиқ қийматининг ўзгаришини характерлайди.

Баъзан катталиқнинг ҳақиқий қийматини топиш учун асбоб кўрсатишини *тузатиш коэффиценти* K га кўпайтирилади:

$$X_x = k \cdot X_k \quad (1.14)$$

Ўлчов асбоби кўрсатишининг кечикиши унинг инерциясини, яъни катталиқ ўзгарган вақтдан асбоб кўрсатишининг силжишигача ўтган вақтни характерлайди. Асбоб кўрсатишининг кечикиши қанча кам бўлса, асбобнинг сифати шунча юқори бўлади.

Ўлчаш воситаларининг умумлашган характеристикаси асосий ва қўшимча хатоликларнинг чегаравий қийматлари билан, шунингдек, ўлчаш воситалари аниқлигига таъсир этувчи бошқа параметрлар билан ифодаланадиган аниқлик синфидан иборат; параметрларнинг қиймати ўлчаш воситаларининг айрим турлари учун стандартларда белгиланган. Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфи уларнинг аниқлик хоссаларини характерлайди, аммо улар шу воситалар ёрдамида олиб борилган ўлчашларнинг бевосита кўрсаткичи бўла олмайди. Чунки аниқлик ўлчаш усулларига ҳамда ўлчаш ўтказилаётган шароитга ҳам боғлиқ. Йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегаралари келтирилган (нисбий) хатоликлар кўринишида берилган ўлчаш асбоблари учун қуйидаги сонлар қаторидан олинган аниқлик синфи берилади:

$(1, 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6) \cdot 10^n$, бу ерда, $n = 1,0$; — 1; -2 ва ҳоказо.

Ўлчаш асбобининг аниқлик синфи фоизларда ҳисобланган энг катта келтирилган хатоликка тенг:

$$A_A = j_{\max} = \frac{\Delta X_{\max}}{N} \cdot 100\% = \frac{\Delta X_{\max}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100\% \quad (1.15)$$

Турли ўлчов асбоблари учун Давлат стандартида турли аниқлик синфлари қабул қилинган. Улар асбобнинг циферблатида кўрсатилган. Масалан, шкаласи 0—100°C дан иборат бўлган логометрни даражалаш натижасида мутлақ хатоликнинг қуйидаги қийматлари олинган:

Шкаласи белгиси, °C . . .	0	20	40	60	80	100
Мутлақ хатолик, Δx , °C ...	0,4	1,6	1,0	0,4	0	- 0,6
Бу ерда, логометрнинг келтирилган хатоси						

$$j = \frac{\Delta X_{\max}}{N} \cdot 100\% = \frac{1,6}{100} \cdot 100\% = 1,6\%$$

Юқорида келтирилган маълумотларга кўра аниқлик синфини 2,0 га тенг деб оламиз (яхлитлаш катталаштириш томон олиб борилади).

Йўл қўйиладиган хатоликлари чегаралари фоизларда ифодаланадиган нисбий хатоликлардан иборат асбобларнинг аниқлик синфлари қавс ичида ёзилган сонлар билан белгиланади (масалан, 5%), бу сонлар йўл қўйиладиган асосий нисбий хатоликлар қиймати билан устма-уст тушади. Масалан, 2,5 аниқлик синфидаги, шкаласи 0—100 мВ бўлган милливольтметр учун шкаланинг ихтиёрий белгисида асосий нисбий хатолик $\pm 2,5\%$ дан ошмайди, яъни шкаланинг ихтиёрий белгисида мутлоқ хатолик (мВ ларда)

$$\Delta X \leq \pm \frac{2,5}{100} \cdot X_{\kappa}$$

бу ерда, X_{κ} — асбобнинг кўрсатиши.

Йўл қўйиладиган хатоликлари шкала узунлиги билан аниқланадиган меъёрловчи қийматларга боғлиқ фоизларда ифодаланадиган асбобларнинг аниқлик синфлари бурчакча билан ажратиб қўйилган сонлар билан белгиланади (масалан, 05; 1,5), бу сонлар йўл қўйиладиган асосий келтирилган хатоликлар қиймати билан устма-уст тушади.

Масалан, шкаласи 5—50 мВ ва аниқлик синфи 2,5 бўлган милливольтметр учун йўл қўйиладиган асосий мутлақ хатолик қуйидаги ифода бўйича (мВларда) ҳисобланади:

$$X_{\kappa} = \pm \frac{2,5 \cdot N_H}{100} = \pm \frac{2,5 \cdot 45}{100} = \pm 1,1$$

бу ерда, $N_H = N_{max} - N_{min}$ ва N_{min} асбоб шкаласининг охирги ва бошлангич қийматлари.

Ўлчаш учун асбоб танлашда унинг аниқлик синфи асосий чегаравий мутлоқ хатолик билан аниқланишини эътиборга олиш лозим, бу хатолик шкаланинг турли белгиларида нисбий хатоликнинг турли қийматларига мос келади.

Масалан, шкаласи 0...150 мВ ва аниқлик синфи 1,5 бўлган милливольтметр учун асосий чегаравий мутлоқ хатолик 2,25 мВ га тенг бўлиб, шкаланинг 25 ва 100 мВ белгиларида нисбий хатолик тегишлича қуйидагига тенг бўлади (% ларда):

$$b_{25} = \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100 = \pm \frac{2,25}{25} \cdot 100 = \pm 9$$

$$b_{100} = \pm \frac{2,25}{100} \cdot 100 = \pm 2,25$$

Нисбий хатоликни камайтириш мақсадида ўлчаш асбоби шкаласининг юқориги чегарасини шундай танлаш лозимки, ўлчанаётган катталиқнинг кутиладиган қиймати (кўрсатиши) унинг охирги учинчи қисмида (ёки охирги ярмида) жойлашиши мақсадга мувофиқ.

Ўлчаш воситаларининг хатоликлари статистик ва динамик хатоликларга бўлинади. **Статистик хатолик** ўзгармас катталиқларни ўлчаш учун фойдаланиладиган ўлчаш воситаси хатолигидир. Агар ўлчанаётган катталик вақтнинг функцияси бўлса, воситаларни **динамик хатолиги** деб аталадиган умумий хатоликнинг ташкил этувчиси хосил бўлади. Динамик режимда умумий хатолик статистик ва динамик хатоликлар йиғиндисига тенг.

Икки ёки ундан ортиқ ўлчов воситаларига эга бўлган ўлчаш тизимидан фойдаланганда тизимнинг мутлақ хатолиги

$$\Delta X_{\text{муз}} = \pm \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2} \quad (1.16)$$

ифода билан аниқланади, бу ерда, $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ — тизимнинг 1-, 2-, ..., n- ўлчов воситаси.

Тизимнинг нисбий ва келтирилган хатолиги шунга ўхшаш аниқланади

$$b_{\text{муз}} = \pm \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_n^2} \quad (1.17)$$

$$j_{\text{миз}} = \pm \sqrt{j_1^2 + j_2^2 + \dots + j_n^2} \quad (1.18)$$

1-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Технологик жараёнларни назорат қилиш
2. Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш
3. Автоматлаштириш тизими
4. Бирламчи асбоб
5. Иккиламчи асбоб
6. Марказлаштирилган бошқариш тизими
7. Метрология
8. Ўлчаш турлари
9. Ўлчаш воситалари
10. Ўлчаш хатоликлари
11. Аниқлаш синфи
12. Шкала бўлинмаси қиймати
13. Сизгирлик
14. Ўлчаш чегараси

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Меҳнат унумдорлигини оширишда технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштиришининг роли қандай?
2. Бирламчи ўзгарткич, бирламчи ва иккиламчи асбоблар ҳақида қандай тушунчага эгасиз?
3. Ишлаб чиқаришни автоматлашда микропроцессор ва электрон ҳисоблаш машиналарининг қўлланиши нимани беради?
4. Метрология нима?
5. Ўлчаш деганда нимани тушунаси?
6. Қандай ўлчаш турлари мавжуд?
7. Ўлчаш хатолиги нима?

8. Ўлчаш хатоликларининг келиб чиқиш сабаблари ва қандай хатоликларини биласиз?
9. Аниқлик синфи нима?

II боб. ҲАРОРАТНИ ЎЛЧАШ

2.1-§. ҲАРОРАТ ВА УНИ ЎЛЧАШДАГИ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Ҳарорат — технологик жараёнларнинг муҳим параметри бўлиб, амалда ҳам паст, ҳам юқори ҳароратлар билан иш кўришга тўғри келади.

Жисмининг ҳарорати молекулаларнинг иссиқлик ҳаракатидан ҳосил бўладиган ички кинетик энергияси билан белгиланадиган қиздирилганлик даражаси орқали характерланади. Ҳароратни ўлчаш амалда иккаласидан бирининг қиздирилиш даражаси маълум бўлган икки жисмнинг қиздирилишини таққослаш ёрдамидагина мумкин бўлади. Жисмларнинг қиздирилганлик даражасини таққослашда уларнинг ҳароратга боғлиқ бўлган ва осонгина ўлчанадиган физик хоссаларидан бирортасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ва идеал газ ҳарорати орасидаги боғланиш қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$E = \frac{3}{2} K \cdot T \quad (2.1)$$

бу ерда, K — $1,380 \cdot 10^{-23} \text{ Ж} \cdot \text{К}^{-1}$, — Больцман доимийси; T — жисм мутлақ ҳарорати, $^{\circ}\text{К}$.

Агар жисмнинг ҳарорати турлича бўлса, улар бир-бирига тегиб турганида энергияларнинг тенглашуви рўй беради: юқорироқ ҳароратга ва, демак, молекулаларининг кўпроқ ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисм ўз иссиқлигини (энергиясини) камроқ ҳароратга ва, демак, молекулаларининг камроқ ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисмга беради. Шундай қилиб, ҳарорат иссиқлик алмашиш, иссиқлик ўтказиш жараёнларининг ҳам сифат, ҳам микдорий томонларини характерлайдиган параметрдир. Аммо ҳароратни бевосита ўлчаш мумкин эмас: уни жисмнинг ҳароратга бир қийматли боғлиқ

бўлган қандайдир бошқа физик параметрлари бўйича аниқлаш мумкин. Ҳароратга боғлиқ параметрларга масалан, ҳажм, узунлик, электр қаршилиқ, термоэлектр юритувчи куч, нурланишнинг энергетик равшанлиги ва ҳоказолар киради.

Ҳарорат ўлчайдиган асбобни 1598 йилда Галилей биринчи бўлиб тавсия этган. Сўнгра М. В. Ломоносов, Фаренгейтлар термометр ишлаб чиқишган.

Ўлчанаётган ҳароратнинг сон қийматини топиш учун ҳароратлар шкаласини ўрнатиш, яъни санок бошини ва ҳарорат оралиғининг ўлчов бирлигини танлаш лозим.

Кимёвий тоза моддаларнинг осон тикланадиган (асосий репер ва таянч) қайнаш ва эриш нуқталари билан чегараланган ҳарорат оралигидаги қатор белгилар, ҳарорат шкаласини ҳосил қилади. Бу ҳароратларга t' ва t'' қийматлар берилган. У ҳолда ўлчов бирлиги:

$$1 \text{ градус} = \frac{t'' - t'}{n} \quad (2.2)$$

бу ерда t' ва t'' — осон тикланадиган ўзгармас ҳароратлар; n — t'' , t' таянч нуқталар орасидаги ҳарорат оралиғи бўлинадиган бутун сон.

Ҳарорат шкаласининг тенгламаси:

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t') \quad (2.3)$$

бу ерда, t' ва t'' — модданинг таянч нуқталари (760 мм сим. уст. босимида ва оғирлик кучининг 980, 665 см/с² тезланишида музнинг эриш ва сувнинг қайнаш ҳароратлари); v' ва v'' — t' , t'' ҳароратлардаги модданинг (суюқликнинг) ҳажми; v — t ҳароратдаги модданинг (суюқликнинг) ҳажми.

Табиатда ҳажмий кенгайиши ва ҳарорати чизиқли боғланган суюқликлар бўлмайди. Шунинг учун, ҳароратларнинг кўрсатиши термометрга солинадиган модданинг (симоб, спирт ва бошқалар) табиатига боғлиқ. Фан ва техниканинг ривожланиши билан термометрга солинадиган модданинг биронта хусусияти билан боғланмаган ягона ҳарорат шкаласини яратиш зарурати пайдо бўлади. 1848 йилда инглиз физиги Кельвин термодинамиканинг иккинчи қонуни асосида янги ҳарорат шкаласини тузишни таклиф қилди. Термодинамик ҳароратлар шкаласининг тенгламаси:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} * 100\% \quad (2.4)$$

бу ерда, Q_{100} ва Q_0 — сувнинг қайнаш ва музнинг эриш ҳароратларига мос иссиқлик микдорлари; Q — T ҳароратга мос иссиқлик микдори.

Ўлчов ва вазнлар бўйича 1960 йилда ўтказилган XI халқаро конференция қарорларида икки ҳарорат шкаласи: Кельвин градуси ($^{\circ}\text{K}$) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган термодинамик шкала ва Цельсий градуси ($^{\circ}\text{C}$) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган халқаро амалий шкалаларнинг қўлланиши кўзда тутилган. Кельвин термодинамик шкаласидаги пастки нуқта — мутлақ ноль нуқта (K) бўлиб, ягона. экспериментал асосий нуқта эса сувнинг учлик нуқтасидир. Бу нуктанинг сон қиймати $273,15^{\circ}\text{K}$. Сувнинг муз, суюқ, газ фазаларидаги мувозанат нуқтаси бўлган сувнинг учлик нуқтаси муз эриш нуқтасидан $0,01^{\circ}\text{K}$ юқорироқ туради. Термодинамик ҳарорат T ҳарфи билан сон қийматлари эса $^{\circ}\text{K}$ билан ифодаланади.

Амалий ўлчашларда ишлатиладиган халқаро амалий ҳарорат шкаласи термодинамик шкала кўринишида ишланган. Бу шкала кимёвий тоза моддаларнинг бир қадар осон тикланадиган ўзгармас қайнаш ва эриш нуқталари асосида тузилган. Уларнинг сонли қиймати газли термометрлар орқали аниқланган бўлиб, халқаро амалий ҳарорат шкаласи ўлчов ва вазнлар бўйича ўтказилган XI умумий конференцияда қабул қилинган.

Халқаро амалий шкала бўйича ўлчанадиган ҳарорат t ҳарфи билан, сонли қиймати эса $^{\circ}\text{C}$ белгиси билан ифодаланади. Мутлақ термодинамик шкала бўйича ифодаланган ҳарорат билан шу ҳароратнинг халқаро шкала бўйича ифодаси орасидаги муносабат қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$T = t + 273,15 \quad (2,5)$$

бу ерда, T — мутлақ термодинамик шкаладаги $^{\circ}\text{K}$ ҳарорат; t — халқаро амалий шкаладаги $^{\circ}\text{C}$ ҳарорат.

Англия ва АҚШ да 1715 йилда таклиф қилинган Фаренгейт шкаласи ($^{\circ}\text{F}$) қўлланади. Бу шкалада икки нуқта: музнинг эриш нуқтаси (32°F) ва сувнинг қайнаш нуқтаси (212°F) асос қилиб олинган. Халқаро амалий шкала, мутлақ

термодинамик шкала ва Фаренгейт шкаласи бўйича ҳисобланган ҳарорат муносабати қуйидагича:

$$t^{\circ}\text{C} = T^{\circ}\text{K} - 273,15 = 0,556(n^{\circ}\text{F} - 32) \quad (2.6)$$

бу ерда, n — Фаренгейт шкаласи бўйича градуслар сони.

Ҳозир 1968 йилда қабул қилинган ва 1971 йил 1 январдан мажбурий жорий этилган Халқаро амалий ҳарорат шкаласи (МПТШ-68) қўлланилади. МПТШ-68 ҳароратни 13,81 дан 6300°K гача оралиқда ўлчашни таъминлайди.

Замонавий термометрия ўлчашнинг турли усул ва воситаларига эга. Ҳар бир усул ўзига хос бўлиб, универсаллик хусусиятига эга эмас. Берилган шароитда оптимал ўлчаш усули ўлчашга қўйилган аниқлик шarti ва ўлчашнинг давомийлиги шarti, ҳароратни қайд қилиш ва автоматик бошқариш зарурати ёрдамида белгиланади.

Назорат қилинадиган муҳитлар ташқи шароитни ўзгартирганда физик хоссаларининг турли агрессивлиги ва турғунлиги даражаси билан суёқ, сочилувчан, газсимон ёки қаттиқ бўлиши мумкин.

Ҳароратни ўлчаш асбоби ишлаш принципига қараб қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

1. **Кенгайиш термометрлари.** Бу термометрлар ҳарорат ўзгариши билан суёқлик ёки қаттиқ жисмлар ҳажмининг ёхуд чизикли ўлчамларининг ўзгаришига асосланган.

2. **Манометрик термометрлар.** Бу асбоблар моддалар ҳажми ўзгармас бўлганда ҳарорат ўзгариши билан босимнинг ўзгаришига асосланган;

3. Ҳарорат таъсирида ўзгарган термоэлектр юритувчи кучнинг ўзгаришига асосланган **термоэлектр термометрлар.**

4. Ўтказгич ва ярим ўтказгичларнинг ҳарорати ўзгариши сабабли электр қаршилиқнинг ўзгаришига асосланган **қаршилиқ термометрлари.**

5. **Нурланиш термометрлари.** Улар орасида энг кўп тарқалганлари; а) оптик пирометрлар — иссиқ жисмнинг равшанлигини ўлчаш асбоби; б) рангли пирометрлар (спектрал нисбат пирометрлари) - жисмнинг иссиқликдан нурланиш спектридаги энергиянинг тақсимланишини ўлчашга асосланган; в)

радиацион пирометрлар — иссиқ жисм нурланишининг қувватини ўзгаришига асосланган. Нурланиш термометрлари ҳарорат контактсиз ўлчаш усули ҳисобланади.

2.1 – жадвал.

Саноатда ҳароратни ўлчаш воситаларидан фойдаланиш чегаралари

Ўлчаш воситаси тури	Ўлчаш воситаларининг турли туманлиги	Давомли фойдаланиш чегараси	
1	2	3	4
Кенгайиш термометрлари	Суюқликка оид термометрлар	-200	750
	Диометрик, беметалл термометрлар	-150	700
Манометрик термометрлар	Газли	-150	1000
	Суюқликли	-150	600
	Буғ – суюқликли (Конденсацион)	-50	300
Термоэлектрик термометрлар	Термоэлектрик термометрлар	-200	2500
Қаршилик термометрлари	Металл қаршилик термометрлари	-260	1100
	Ярим ўтказгичли қаршилик термометрлари	-272	600
Пирометрлар	Квазимонохраматик пирометрлар	700	6000
	Спектрал нисбатли пирометрлар	300	2800
	Тўлиқ нурланиш пирометрлари	50	3500

Энг қулай, аниқ ва ишончли ўлчаш усуллари - ҳароратнинг бирламчи датчиклари сифатида қаршилик термоўзгарткичи ва термоэлектр ўзгарткичлардан фойдаланадиган контактли усуллари ҳисобланади.

2.1-жадвалда саноатда ҳароратни энг кўп тарқалган ўлчаш воситаларининг қўлланиш чегаралари кўрсатилган.

2.2-§. КЕНГАЙИШ ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Суюқликли термометрларнинг ишлаш принципи асбоб ичига солинган термометр суюқлигининг ҳажми ҳарорат кўтарилиши ёки пасайишида ўзгаришига асосланган. Суюқликли термометрлар—200⁰С дан + 750⁰С гача ораликдаги ҳароратни ўлчаш учун ишлатилади. Шиша термометрларнинг

ишлатилиш усули содда, аниқлиги етарли даражада юқори ва арзон бўлгани сабабли лаборатория ва саноатда кенг тарқалган. Шиша термометрларнинг суюқлиги сифатида симоб, толуол, этил спирт (этанол), керосин, петролей эфир, пентан ва бошқалар ишлатилади. Уларнинг қўлланиш чегаралари 2.2-жадвалда келтирилган.

2.2 – жадвал.

Термометрларга солинадиган суюқликларнинг қўлланиш чегаралари

Суюқлик	Қўлланиш чегаралари, °C да	
	Пастки	Юқори
Симоб	-35	750
Толуол	-90	200
Этил спирти (этанол)	-80	70
Керосин	-60	200
Петролей эфир	-120	25
Пентан	-200	20

Суюқликли термометрлар орасида энг кўп тарқалган симобли термометрлардир. Симоб кенгайиш коэффициентининг кичиклиги термометрия нуктаи назаридан унинг камчилиги ҳисобланади. Суюқликнинг иссиқликдан кенгайиши ҳажмий кенгайиш коэффициенти билан характерланади. Бу коэффициент қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$\beta_{t_1, t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{град} \quad (2.7)$$

бу ерда, v_{t_1} ва v_{t_2} — суюқликнинг t_1 ва t_2 ҳароратлардаги ҳажми; v_0 — шу суюқликнинг 0°C даги ҳажми

β коэффициент қанча катта бўлса, ҳажмий кенгайиш ҳароратнинг 1°C га ўзгаришига шунча катта бўлади. Термометрларда ҳажмий кенгайиш ҳарорат коэффициенти юқори бўлган суюқликлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Ўлчашнинг мақсади ва чегарасига қараб термометрлар кенгайиш коэффициенти кичик бўлган турли маркали шишалардан таёрланади.

Техникада қўлланадиган суюқликли шиша термометрлар қуйидаги хилларга бўлинади:

1. Кўрсатишларига тузатиш киритилмайдиган термометрлар (кенг миқёсда қўлланиладиган термометрлар): а) симобли термометрлар (-35 дан $+750^{\circ}\text{C}$ гача); б) органик суюқликли термометрлар (-200 дан $+200^{\circ}\text{C}$ гача).

2. Кўрсатишларига тузатиш киритиладиган термометрлар: а) аниқлик даражаси юқори симобли термометрлар (-35 дан $+600^{\circ}\text{C}$ гача); б) аниқ ўлчовларга мўлжалланган симобли термометрлар (0 дан $+500^{\circ}\text{C}$ гача); в) органик суюқликли термометрлар (-80 дан $+100^{\circ}\text{C}$ гача).

Тузилишларининг хилма-хиллигига қарамай барча суюқликли термометрлар икки асосий турнинг бирига: таёқча шаклидаги ёки шкаласи ичига ўрнатилган термометрлар турига тегишли бўлади. Таёқча шаклидаги термометр қалин деворли, ташқи диаметри $6\ldots 8$ мм гача қилиб тайёрланган капилляр найчадан иборат. Найчанинг пастки қисми суюқлик сақланадиган резервуар ҳосил қилади. Уларнинг шкаласи бевосита капиллярнинг сиртида даражаланади.

Шкаласи ичига ўрнатилган термометрларда капилляр найчаси ингичка деворли бўлиб, резервуари кенгайтирилган. Шкала даражалари ясси шиша пластинкада жойлашган ва капилляр билан биргаликда резервуарга ёпишган шиша қобик ичига олинган. Ҳозирги вақтда шкаласи ичига ўрнатилган ёки бурчакли (термометрнинг пастки қисми 90° , 120° , 135° ли бурчак ҳосил қилади) техник термометрлар тайёрланади. Юқори даражали термометрларда капиллярлардаги суюқлик устидаги бўшлиқ инерт газ билан тўлдирилади. Ҳароратнинг маълум даражада сақланишини автоматик равишда таъминлаш ва унинг маълум қийматини сигнализация килиш учун контактли термометрлар қўлланилади. Бундай термометрлар икки ёки ундан кўпроқ контактли бўлиб юқоридаги контакт ўрни ўзгарувчан бўлади. Ҳароратни суюқликли шиша термометр билан ўлчаш аниқлигидаги хатоликлар бир қатор факторларга боғлиқ: текширилмаган шкала бўлинмалари учун киритиладиган тузатиш қийматининг ноаниқлиги; ноль нуқтасининг ўзгариши; термометрнинг

ўлчанаётган муҳитга кириш чуқурлигининг ҳар хиллиги; ташқи босимнинг ўзгариши; термометр инерциясининг ва резервуар билан атроф-муҳит иссиқлигининг мувозанати.

Хатоликларга сабаб бўладиган келтирилган омиллардан энг аҳамиятлиси ноль нуқтасининг ўзгариши ҳамда термометрнинг ўлчанаётган муҳитга кириш чуқурлигининг ҳар хиллигидир.

Агар термометрни ишлатилиш шароитларига кўра ўлчанаётган муҳитга тўлиқ киритиб бўлмаса, унда унинг резервуари ва суюқлик устунни турли ҳароратда бўлади. Ўлчанаётган муҳитдан чиқиб турган устунга тузатма қуйидаги тенглама бўйича киритилади:

$$\Delta t = n \cdot \beta_{t_1, t_2} (t_2 - t_1) \quad (2.8)$$

бу ерда, n — чиқиб турган устундаги даражалар (градуслар) сони; β_{t_1, t_2} — шишадаги суюқликнинг кенгайиш коэффициентини (симоб учун 0,00016, спирт учун 0,001), $1/^\circ\text{C}$; t_2 — термометр кўрсатаётган ҳарорат, $^\circ\text{C}$; t_1 — муҳитдан чиқиб турган устуннинг ўртача ҳарорати.

Агар чиқиб турган устун ҳарорати ўлчанаётган муҳит ҳароратидан кам бўлса, унда Δt тузатма ишораси мусбат, ортиқ бўлса, манфий бўлади. Чиқиб турган устун ҳисобига пайдо бўладиган хатолик анча катта бўлиши мумкин ва шунинг учун, уни эътиборга олмасликнинг иложи йўқ.

Вазифаси ва қўлланиш соҳасига кўра суюқликли термометрлар одатда лаборатория термометрлари, умумсаноат ва махсус вазифаларни бажарувчи техник термометрлар, қишлоқ хўжалик учун мўлжалланган термометрлар, метрологик, маиший термометрларга бўлинади.

Суюқликли шиша термометрларнинг камчилигига шкала бўйича ҳисоблаш ноқулайлиги, кўрсатишларни кайд қилиб, уларни масофага узатиб бўлмаслиги, иссиқлик инерциясининг катталиги (кўрсатишларнинг кечикиши) ва асбобларнинг механик нуқтаи назардан мустаҳкам эмаслиги киради.

Дилатометр ва биметалли термометрларнинг ишлаш принципи ҳарорат ўзгарнишида қаттиқ жисм чизикли ўлчамининг ўзгаришига асосланган.

Ҳарорат ўзгаришига боғлиқ бўлган каттик жисм чизикли ўлчамининг ўзгариши тенглама орқали қуйидагича ифодаланади:

$$l_t = l_0(1 + \beta_r \cdot t) \quad (2.9)$$

бу ерда, l_t - t ҳароратда қаттик жисмнинг узунлиги; l_0 — шу жисмнинг 0°C даги узунлиги; β_r — ўртача чизикли кенгайиш коэффициентини (0°C дан $t^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳароратлар оралигида).

Дилатометрик термометр, одатда, иссиқликдан кенгайиш коэффициенти катта бўлган металл найча (актив элемент) ва иссиқликдан кенгайиш коэффициентини жуда кичик бўлган найча ичида жойлашган стержендан иборат.

Дилатометрик термометрларнинг актив элементи (найчаси) нинг асоси материаллари жез Л62 ($\beta_r = 18,3 \div 23,6 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) ёки никелланган пўлат ХН60В, 10Х17Н13М2Т ($\beta_r = 20 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) бўлади. Пассив элемент сифатида, одатда, инвар қотишмаси ($\beta_r = 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) қўлланади. Ҳарорат ортганда актив элемент (найча) стерженга нисбатан анча кўпроқ узаяди. Стерженнинг силжиши (чўзилиши) ҳароратнинг ўзгаришига тўғри мутаносибликда бўлади ва найчанинг бошланғич узунлиги билан аниқланади.

Дилатометрик термометрлар суюқликлар ҳароратини ўлчашда ҳамда ҳароратни маълум даражада автоматик равишда сақлаш учун ва сигнализацияда қўлланилади. Дилатометрик термометрлар 1,5 ва 2,5 аниқлик синфларида чиқарилади, уларнинг юқориги ўлчаш чегараси 500°C гача.

Афзалликлари: ишончли, оддий ва арзон.

Камчиликлари: асбоб ўлчамлари катта, ҳарорат бир нуқтада эмас, балки ҳажмда ўлчанади, иссиқлик инерцияси катта.

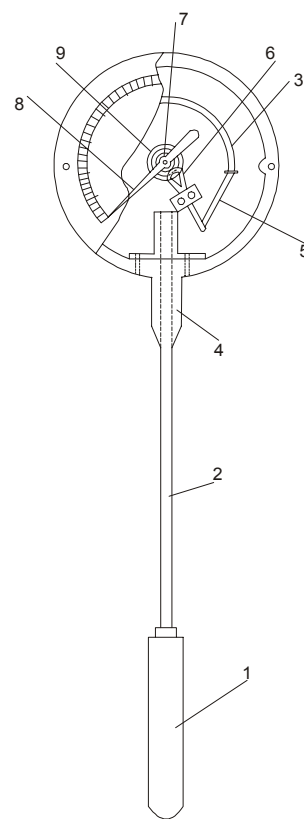
Биметалл термометрларнинг сезгир элементи кавшарланган иккита пластинкадан тайёрланган пружинадан иборат. Бу пластинка иссиқликдан кенгайиш ҳарорат коэффициенти турлича бўлган металллардан тайёрланади. Ҳарорат ўзгарганда пластинкалар оғади. Кавшарланган пластинкалар бири-бирига нисбатан силжий олмаганлиги сабабли пружина иссиқликдан кенгайиш ҳарорат коэффициенти кам бўлган пластинка томонга оғади. Пластинкалар

узайишининг ҳарорат коэффиценти фарқи қанча катта бўлса, пружинанинг ҳарорат ўзгаришидаги оғиши шунча кўп бўлади. Биметалл термометрлар билан ҳароратни ўлчаш чегараси —150°С дан +700°С гача, хатоси 1...1,5%. Бу турдаги термометрлар ҳароратни маълум даражада автоматик равишда ростлаш ва сигнализация учун қўлланилади.

2.3- §. МАНОМЕТРИК ТЕРМОМЕТРЛАР

Манометрик термометрлар техник асбоб бўлиб, термотизимнинг иш моддаси жихатидан газли, суюқли ва конденсацион (буғ-суюқликли) термометрларга бўлинади. Бу асбоблар суюқ ва газсимон муҳитларнинг —150 дан + 1000°С гача бўлган ҳароратини ўлчаш учун қўлланилади. Манометрик термометрлар кўрсатувчи ва ўзиёзар қилиб ишланади. Ўзиёзар термометрлар доиравий ёки лентасимон диаграмма қоғози билан таъминланади. Диаграмма қоғозини синхрон двигатель, баъзи турларида эса соат механизми силжитади.

Манометрик термометрлар кимё саноатида кенг қўлланилади, Улар портлаш хавфи бор жойларда ишлатилиши мумкин. Бу ҳолда диаграмма қоғози соат механизми билан юритилади. Манометрик термометрларнинг схемаси 2.1-расмда кўрсатилган. Асбоб термобаллон 1, капилляр найча 2 ва манометрик қисм 3—9 дан иборат. Манометрик пружина 3 нинг бир учи тутқич 4 га кавшарланган. У канал орқали пружинанинг ички бўшлиғини термобаллон билан улайди. Пружинанинг иккинчи бўш учи герметикланган ва тортқич 5 ёрдамида сектор 6 билан боғланган. Бу сектор ўз навбатида трибка 7 билан тишли илашиш воситасида уланган. Трибка 7 нинг ўқиға стрелка 8 ўрнатилган. Узатиш механизмдаги ораликни тўлдириш учун спираль тола 9 ўрнатилган, унинг ички ўрамининг учи трибка ўқиға уланган.



2.1 – расм.
Манометрик

Асбобнинг термобаллон, капилляр ва манометрик пружинаси иш моддаси, асосан, газ (газли термометрларда) ва суюқлик (суюқликли термометрларда) билан бошланғич босимда тўлдирилади.

Термобаллон исиши билан иш моддасининг герметикланган термотизимдаги босими ошади, бунинг натижасида пружина ёйила бошлайди ва унинг бўш учи силжийди. Пружина бўш учининг силжиши узатиш механизми орқали (тортқич, сектор ва трибка) кўрсаткичнинг ҳолати бўйича ҳисобга олинади. Термобаллон, одатда, зангламас пўлатдан ишланади, капилляр эса жездан ёки пўлатдан ишланиб, унинг ташқи диаметри 2,5 мм, ички диаметри эса 0,35 мм га тенг бўлади. Асбоб вазифасига кўра капилляр найчанинг узунлиги турлича (0,6 м дан 60 м гача) бўлади. Манометрик термометрларда бир чулғамли, кўп чулғамли (чулғамлар сони 6 дан 9 гача) ва спиралли манометрик пружиналар ишлатилади.

Газли манометрик термометрларнинг ишлаш принципи герметик беркитилган термотизимдаги инерт газ босимининг ҳароратга боғлиқлигига асосланган. Газли термометрлардаги бошланғич босим ҳароратни ўлчаш чегараларига боғлиқ бўлиб, одатда $0,98...4,9 \text{ МН/м}^2$ ($10...50 \text{ кгк/см}^2$) ни ташкил қилади. Бу термометрлар — 150°C дан $+1000^\circ\text{C}$ гача ҳароратларни ўлчаш имконини беради. Газли термометрларнинг иш моддаси сифатида азот ишлатилади.

Газли, термометрларнинг иши идеал газ босими ва ҳарорати орасида тўғри чизиқли муносабат ўрнатувчи Шарль қонунига асосланган:

$$P_t = P_0[1 + \beta(t - t_0)] \quad (2.10)$$

бу ерда, P_0 ва P_t — газнинг 0 ва t ҳароратлардаги босими; β — газ кенгайишининг термик коэффиценти; t_0 ва t — $^\circ\text{C}$ да берилган бошланғич ва охирги ҳароратлар.

Термометр шкаласи текис, бу эса унинг афзаллиги ҳисобланади.

Ҳароратлар фарқи туфайли босимнинг ўзгариши қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta P = P_t - P_0 = P_0\beta(t - t_0) \quad (2.11)$$

Газ билан тўлдирилган термометр тизимидаги бошланғич босим:

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\beta(t - t_0)} \quad (2.12)$$

Термометр тизимидаги бошланғич босим катта бўлгани учун атмосфера босимининг асбоб кўрсатишига бўлган таъсири жуда кам, шунинг учун, уни амалда ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Атроф муҳит ҳароратининг $+20^\circ\text{C}$ дан четга чиқиши ўлчашда хатолик пайдо бўлишига сабаб бўлади. Бу хатоликни куйидаги тенгламадан ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$\Delta t_M = \frac{v_M}{v_0} (t_M - t_0) \quad (2.13)$$

бу ерда, v_M — манометрик пружинанинг ҳажми; v_0 — термобаллоннинг ҳажми; t_M — манометр атрофидаги $^\circ\text{C}$ да берилган ҳарорат; t_0 — асбоб даражаланган вақтдаги ҳарорат (20°C)

Капилляр найча исишидан келиб чиққан хатолик:

$$\Delta t_K = \frac{v_K}{v_0} (t_K - t_0) \quad (2.14)$$

бу ерда, v_K — капилляр найчаннинг ҳажми; t_K — капилляр атрофидаги $^\circ\text{C}$ да берилган ҳарорат.

Термобаллон ҳажми термометр герметик (ёпиқ) тизими ҳажмининг 90% ини ташкил этади. Термобаллон, капилляр ва пружиналарнинг нисбий ҳажмлари тўғри танланган тарзда капиллярлари 40 м узунликдаги термометрлар ҳароратни компенсациясиз етарли даражада аниқ ўлчай олади. Капилляр жуда ҳам узун бўлса, термобаллоннинг керакли ҳажми ҳаддан ташқари катталашади, натижада асбобнинг иссиқлик инерцияси ошиб кетади. Ҳамма ҳолларда, айниқса, ишлатиш вақтида манометрик пружина ва капилляр найчани атрофидаги қизиган буюмлар таъсиридан эҳтиёт қилиш зарур. Баъзан ҳарорат ўзгаришидан келиб чиқадиган хатоликни компенсация қилиш учун манометрик пружинанинг узатувчи механизми ичига ўрнатилган биметалл спираль кўринишидаги компенсацион қурлмдан фойдаланади. Биметалл

спираль монометрик пружина ҳароратини ўлчашда асосий пружинага нисбатан тескари йўналишда ҳаракат қилади.

Атроф-муҳит ҳаво ҳароратини ўзгариши капиллярда ва манометрик пружинада иш-моддасининг кенгайишга таъсир қилади. Бу ҳол термотизим босимини ва термометрнинг кўрсатишини ҳам ўзгартиради. Бу таъсирни камайтириш учун пружина ва капилляр ички ҳажмининг термобаллон ҳажмига нисбатини камайтиришга ҳаракат қилинади. Бунинг учун термобаллон узунлиги ёки унинг диаметри орттирилади. Газли манометрик термометр термобаллонининг узунлиги 500 мм дан ортмаслиги лозим, термобаллон диаметри ушбу: 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ва 30 мм қатордан танланади. Капилляр узунлиги 0,6 дан то 60 м гача бўлиши мумкин.

Махсус тайёрланган газли манометрик термометрлар 0°C дан паст ҳароратларни ўлчаш учун ҳам қўлланилади.

Масалан, водород газли термометр -250°C гача, гелийлиси эса -267°C гача ҳароратларда ишлатилиши мумкин.

Газли манометрик термометрларнинг ўзига хос камчиликларидан бири, уларнинг иссиқлик инерциясининг катталигидир. Бунинг сабаби термобаллон деворлари билан уни тўлдирган газ ўртасидаги иссиқлик алмашиш коэффициентининг кичиклиги ва газнинг иссиқлик ўтказиш қобилятининг камлигидир.

Суюқликли манометрик термометрлар тизими бошланғич босим остида суюқлик билан тўлдирилади. Бунинг учун симоб, ксилол, пропил алкоголь, метаксилол ва ҳоказолар ишлатилади. Суюқликли термометрлар учун боғловчи капиллярлар узунлиги 0,6 м дан 10 метргача бўлади. Бу термометрлар -150°C дан 600°C гача бўлган ҳароратларни ўлчашга имкон беради.

Термобаллон ҳарорати t_0 дан t гача орттирилганда ундаги суюқлик кенгаяди, ортикча ҳажм капиллярга ва монометрик пружинага таъсир этади. Брок, термобаллон ва капилляр қаттиқлиги монометрик пружинаникидан анчагина кўп, шунинг учун, тизим ҳажмининг орттирилиши монометрик

пружина ҳажмининг ўзгариши ҳисобидан бўлади. Монометрик пружинанинг деформацияланиши натижасида унинг эркин учи силжийди.

Суюқлик учун ҳарорат таъсирида ўзгарган босимни қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$\Delta P = \frac{\beta}{\mu} \cdot \Delta t \quad (2.15)$$

бу ерда, ΔP — берилган босимнинг ўзгариши, Н/м²; β — берилган суюқликнинг ҳажмий кенгайиш коэффициентини, $\frac{1}{\text{град}}$; Δt - ҳароратнинг ўзгариши, °С; μ — берилган суюқлик ҳажмининг камайиш коэффициентини, м²/Н.

Термобаллондан сиқиб чиқариладиган ортикча суюқлик ҳажми қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$$\Delta V = V_0 (\beta - 3\alpha)(t - t_0) \quad (2.16)$$

бу ерда, V_0 — t_0 ҳароратда термобаллондаги суюқлик ҳажми; α — термобаллон материали чизикли кенгайишининг температура коэффициентини; β — суюқлик ҳажмий кенгайишининг температура коэффициентини.

(2.16) тенгламадан кўринадики, қиздиришда суюқлик ҳажмининг ўзгариши ҳароратнинг чизикли функциясида иборат экан. Шунинг учун, суюқликли термометрларнинг шкаласи газли термометрники каби текис бўлади.

Термометрдаги суюқлик қайнаб кетмаслиги учун ундаги бошланғич босим 1,47...4,96 мН/м² (15...50 кг/см²) гача бўлиши мумкин.

Таъкидлаб айтамикки атроф - муҳит ҳароратининг ўзгаришидан келиб чиқадиган хатолик суюқликли термометрларда газли термометрларга қараганда катта. Бу хатоликлар газли термометрлар учун ҳисобланадиган тенгламалар бўйича ҳисобланаверади. Капилляр ҳароратининг ўзгаришида айниқса катта хатоликлар юзага келади. Шунинг учун, капиллярнинг узунлиги катта бўлганда компенсацион қурилмадан фойдаланиш зарур.

Суюқликли термометрларда термобаллоннинг манометрга нисбатан баландлиги бўйича турлича жойлашишидан келиб чиқадиган хатоликни ҳам

эътиборга олиш лозим. Бу хатоликни, асбобни ўрнатгандан кейин, нолни тўғрилаш ҳисобига компенсация қилиш мумкин.

Манометрик конденсацион (буғ- суюқликли) термометрлар — 50°C дан $+300^{\circ}\text{C}$ гача ҳароратларни ўлчайди. Конденсат сифатида фреон (CHF_2Cl — $25^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$ гача); пропилен (C_3H_6 — $50^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$ гача); метил хлорид (CH_3Cl , $0 \dots 125^{\circ}\text{C}$ гача); ацетон ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ $100^{\circ}\text{C} \dots 200^{\circ}\text{C}$ гача); этил бензол (C_8H_{10} — $160^{\circ}\text{C} \dots 300^{\circ}\text{C}$ гача) ва ҳаказолар ишлатилади.

Бу термометрларнинг термобаллонлари ҳажмининг $2/3$ қисми паст ҳароратда қайнайдиган суюқлик билан тўлдирилади. Термометрларнинг берк тизимида доим буғланиш ва конденсацияланишнинг динамик мувозанати мавжуд. Ҳарорат кўтарилиши билан бирга буғланиш кучайиб, буғнинг эластиклиги ўсади, шунинг учун, конденсацияланиш жараёни кучаяди. Бунинг натижасида тўйинган буғ маълум ҳароратда мос муайян босимга эришади. Буғ босими ҳарорат ўзгариши билан ўзгариб, капиллярни тўлдирган мухит орқали манометрик пружинага ўтади.

Тўйинган буғ босимининг ўзгариши ҳарорат ўзгаришига мутаносиб эмас, шунинг учун, конденсацион термометрнинг шкаласи нотекис бўлади.

Капилляр ва монометрик пружина ҳароратининг ўзгариши конденсацион термометр тизимида босим қийматига таъсир этмайди; бундай тур термометрларда капилляр узунлиги асосан капиллярдаги суюқлик ишқаланиши билан чегараланади. Конденсацион термометрлар бошқа турдаги термометрларга қараганда анча сезгирдир. Бу тўйинган газ босими ҳарорат кўтарилиши натижасида жуда тез ортиши билан тушунтирилади.

Тузилиши бўйича конденсацион термометрлар юқорида кўрилганларга ўхшаш, аммо термобаллон ўлчамлари кичик (диаметри $10\text{--}12$ мм, узунлиги $80\text{--}125$ мм).

Термометр тизимидаги босим ўлчанаётган ҳароратнинг юқориги чегарасида $3,5 \text{ МН/м}^2$ дан ошмайди, пастки чегарасида эса бир неча юз КН/м^2 ни ташкил этади. Шунинг учун, уларнинг кўрсатишига, айниқса унча юқори бўлмаган ҳароратларда, барометрик босимнинг ўзгариши таъсир этади.

Манометрик термометрлар барча турларнинг кўрсатишлари иш моддасининг физик ҳолатларига ва уларнинг иссиқлик-физик хоссаларига боғлиқ бўлиб, катта кечикишларга эга. Газли термометрлар энг кўп, буғ-суюқликли термометрлар эса энг кам кечикишга эга (газ билан тўлдирилганларига нисбатан 2,5 марта кам).

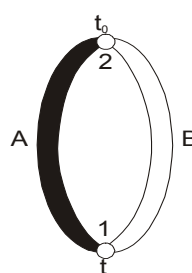
Иккиламчи асбоблар билан ишлаш учун кўрсатишни масофадан узатадиган электр ва пневматик манометрик термометрлар тайёрланади. Бу асбобларда ҳарорат унификацияланган электр ёки пневматик сигналга ўзгартирилади.

Манометрик термометрлар тузилиши соддалиги ва автоматик ёзиши билан ажралиб туради. Унинг яна бир афзалликларидан бири, ундан ёнғин ва портлаш хавфи бор бўлган муҳитда фойдаланиш мумкинлигидадир. Унинг камчиликларига тизимнинг герметиклиги бузилганда тузатиш қийинлиги ва кўп ҳолларда термобаллон ўлчамларининг катталиги киради.

Газли ва суюқликли манометрик термометрларнинг аниқлик синфи 1; 1,5 ва 2,5; конденсацион термометрларники 1,5; 2,5 ва 4.

2.4-§. ТЕРМОЭЛЕКТР ТЕРМОМЕТРЛАР

Ҳароратни ўлчашнинг термоэлектр термометр (терможуфт) усули термо ЭЮК нинг ҳароратга боғлиқлигига асосланган. Бу асбоб — 200°C дан + 2500°C



2.2-расм.

Икки
ўтказгичли

гача бўлган ҳароратларни ўлчашда техниканинг турли соҳалари ва илмий-текшириш ишларида кенг қўлланади. Термоэлектр термометрлар ёрдамида ҳароратни ўлчаш 1821 йилда Зеебек кашф этган термоэлектр ҳодисасига асосланган. Бу ҳодисанинг ҳароратларни ўлчашда қўлланиш икки хил металл симдан иборат занжирда уларнинг кавшарланган жойида ҳароратлар фарқи ҳисобига ҳосил бўладиган ЭЮК эффектига асосланган. хил Ҳар хил А ва В ўтказгичлардан иборат занжирни кўриб чиқамиз (2.2-расм). Терможуфтнинг ўлчанаётган муҳитга тегиб турган жойи, кавшарланган учи 1 иссиқ уланма, ўзгармас t_0 ҳароратли муҳитдаги жойи 2 эса (эркин учи) совуқ

уланма дейилади. А ва В ўтказгичлар термоэлектродлар дейилади. Бундай кавшарланган ўтказгичлар эса терможуфт деб аталади, уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи куч термоэлектр юритувчи куч (ТЭЮК) дейилади. ТЭЮК ҳосил бўлишининг сабаби эркин электронлар зичлиги кўпроқ металлнинг эркин электронлар зичлиги камроқ металлга диффузияси билан изоҳланади. Шу пайтда икки хил металлнинг бирикиш жойида пайдо бўладиган электр майдон диффузияга қаршилик кўрсатади. Электронларнинг диффузион ўтиш тезлиги электр майдон таъсирида уларнинг қайта ўтиш тезлигига тенг бўлганда ҳаракатли мувозанат ҳолати қарор топади. Бу мувозанатда А ва В металллар орасида потенциаллар айирмаси пайдо бўлади. Электронлар диффузиясининг жадаллиги ўтказгичлар бириккан жойнинг ҳароратига ҳам боғлиқ бўлгани сабабли биринчи ва иккинчи уланмаларда ҳосил бўлган ЭЮК ҳам турлича бўлади.

Агар кавшарланган ўтказгичлар бир хил бўлса ва уларнинг икки учи турлича ҳароратда қиздирилса, у ҳолда ўтказгичнинг иссиқроқ қисмидан совуқроқ қисмига бўш электронларнинг диффузияланиши тескари йўналишдаги диффузиясидан жадалроқ бўлади. Потенциаллар айирмаси электронларнинг иссиқлик диффузиясига тескар йўналишда таъсир қилади, бунинг натижасида мувозанат ҳолати қарор топгунча ўтказгичнинг иссиқроқ учи мусбат ишорада зарядланади. Бинобарин, ҳар хил А ва В ўтказгичлардан ташкил топган энг содда термоэлектр занжирда тўртта турлича ТЭЮК ҳосил бўлади. Яъни иккита ТЭЮК А ва В ўтказгичларнинг кавшарланган учида; битта ТЭЮК А ўтказгичнинг учида; битта ТЭЮК В ўтказгичнинг учида. Шунинг назарда тутиб, 2.2-расмда тасвирланган занжирдаги ТЭЮК катталигини аниқлаш мумкин. Занжирни соат стрелкаси ҳаракатига тескари йўналишда кузатсак, қуйидаги натижа чиқади:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0) \quad (2.17)$$

бу ерда, $E_{AB}(t, t_0)$ —иқала фактор таъсиридаги жамланган ТЭЮК; $e_{AB}(t)$ ва $e_{BA}(t_0)$ — А ва В ўтказгичлар учидаги потенциаллар ҳамда ҳароратлар айирмаси натижасида ҳосил бўлган ТЭЮК.

Агар кавшарланган учларнинг ҳарорати бир хил бўлса, ТЭЮК нолга тенг бўлади, чунки иккала кавшарда ҳам ҳосил бўлган ТЭЮК нинг қиймати бирига тенг бўлиб, ўзаро қарама-қарши томонга йўналган бўлади. Демак, $t = t_0$ бўлса.

$$E_{AB(t_0)} = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0) = 0 \quad (2.18)$$

$$e_{AB}(t_0) = -e_{BA}(t_0) \quad (2.19)$$

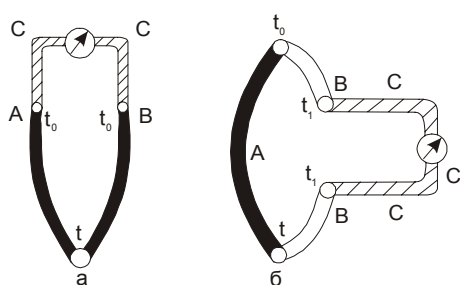
(2.19) натижани (2.17) га қўйсак, қуйидагига эга бўламиз:

$$E_{AB(t,t_0)} = e_{AB(t)} - e_{AB(t_0)} \quad (2.20)$$

(2.20) тенгламадан кўриниб турибдики, ТЭЮК иккита ўзгарувчан t ва t_0 ҳароратнинг мураккаб функциясидан иборат экан.

Уланмалардан бирининг ҳарорати ўзгармас, масалан, $t_0 = \text{const}$ бўлса, унда

$$E_{AB(t,t_0)} = f(t) \quad (2.21)$$



2.3 –расм. Учинчи ўтказгич(ўлчаш асбоби)ни термодуфт

(2.21) ифода мазкур термодуфт учун даражалаш йўли билан ТЭЮК ва ҳарорат нисбатини топиш, ҳароратни ўлчаш масаласини тесқари ечиш қарқлигини, яъни термодуфтнинг ТЭЮҚ ини ўлчаш билан ҳароратнинг қийматини аниқлаш мумқинлигини билдиради.

Ўлчаш асбобини улаш учун уланмалардан биридаги занжирни (2.3 - расм.), а) ёки термоэлектродлардан бирини узиш (2.3-расм, б) қарқ.

Термодуфт занжирига учинчи С ўтқазгични улаш вариантларидаги жамланган ТЭЮК ни кўриб чиқамиз. 2. 3 расм, а даги вариант учун:

$$E_{ABC(t,t_0,t_0)} = e_{AB(t)} + e_{BC(t_0)} + e_{CA(t)} \quad (2.22)$$

$t = t_0$, яъни уланмаларининг ҳарорати тенг бўлса,

$$E_{ABC(t_0)} = e_{AB(t_0)} + e_{BC(t_0)} + e_{CA(t_0)} = 0, \quad (2.23)$$

бу тенгламадан маълумки,

$$e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0) \quad (2.24)$$

(2.24) тенглама натижасини (2.21) га, қўйиб чиқсак, (2.20) тенглама келиб чиқади.

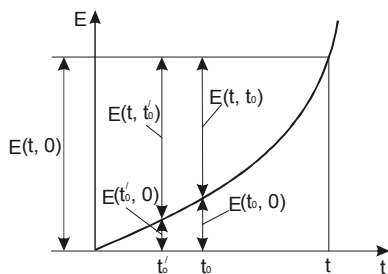
2.3-рasm, б даги вариант учун:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{CB}(t_1) + e_{BA}(t_0) \quad (2.25)$$

Агар $e_{BC}(t_1) = -e_{CB}(t_1)$ ва $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ ҳисобга олинса, (2.25) тенглама (2.20) тенгламага айланади.

Бундан қуйидаги муҳим хулосани чиқариш мумкин: Термोजуфтнинг занжири учларига ҳарорати бир хил бўлган учинчи ўтказгич уланганда ҳам ТЭЮК ўзгармайди.

Демак, термोजуфт занжирига улаш симлари, ўлчов асбоблари ва қаршиликлари улаш мумкин экан. Ҳароратни термоэлектр термометр ёрдамида ўлчаш учун термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК ни ва эркин учларнинг ҳароратини ўлчаш керак. Агар ҳароратни ўлчашда термометр учларининг ҳарорати 0°C га тенг бўлса, унда ўлчанаётган ҳарорат даражалаш характеристикасидан (жадваллар, графиклардан) (2.4-рasm) дарҳол топилади.



2.4 – рasm.

**Термоэлектр
термометрнинг
эркин учлари**

Бу даражалаш характеристикаси, термо ЭЮК билан ҳарорат орасида муносабат ўрнатади. Термоэлектр термометрларнинг даражалаш характеристикаси, одатда, эркин учларининг ҳарорати 0°C га тенг бўлганда аниқланади. Агар эркин учларининг ҳарорати амалда 0°C дан фарқ қилса-ю, аммо ўзгармас бўлса, унда ҳароратни даражалаш характеристикасидан топиш учун

термोजуфтлар ҳосил қиладиган термо ЭЮК нигина эмас, балки эркин учлари ҳарорати t_0 ни ҳам билиш зарур. Эркин учлари ҳарорати $t_0 \neq 0$ бўлганда тузатиш киритиш учун термоэлектр термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК $E(t_0, t_0)$ га $E(t_0, 0)$ ни қўшиш лозим: термо ЭЮК $E(t_0, 0)$ қиймати топилади:

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0) \quad (2.26)$$

Термоэлектр термометр иш уланмаси ҳарорати t ва эркин учлари ҳарорати 0°C бўлганда, яъни даражалаш шarti бажарилганда шундай $E(t, t_0)$ ЭЮК ни ҳосил қилади. Агар ўлчаш жараёнида эркин учлар ҳарорати бирор янги t''_0 қиймат қабул қилса, унда термометр ҳосил қиладиган термоЭЮК $E(t, t_0)$ га (2.4-расм) ва эркин учлар ҳароратига киритиладиган тузатиш $E(t'_0, 0)$ га, даражалаш шartига мос термо ЭЮК эса

$$E(t_0, t'_0) + E(t'_0, 0) = E(t, 0) \quad (2.27)$$

га тенг бўлади

Термоэлектр термометрнинг эркин учлари ҳароратига киритиладиган тузатма қиймати термометрнинг даражалаш характеристикасига боғлиқ бўлади, у эса термоэлектр термометр тайёрланадиган ўтказгич материаллар билан белгиланади.

Тузатмани киритиш усулидан қатъий назар (ҳисобий ёки автоматик) тузатма киритиш услуги ўзгармай қолади: қайси усул билан тузатма (ҳисобий ёки автоматик) киритилганидан қатъи назар, схемада $E(t, 0)$ қиймат олинади, бу қиймат кейин терможуфт термо ЭЮК ига қўшилади. Йиғинди термо ЭЮК $_{(t, 0)}$ даражалаш қийматига мос келади.

Ҳароратни ўлчашга оид алоҳида масалаларни ечиш учун термоэлектр термометрларни ўлчаш асбоби билан ўлчашнинг турли усуллари қўлланилади.

Термоэлектр термометри ўзгартиш коэффициентини орттириш учун бир неча терможуфтларни (термобатареяларни) кетма-кет улашдан фойдаланилади. Бунда терможуфтлар ҳосил қиладиган термо ЭЮК қўшилади, яъни n та терможуфтдан тузилган термобатареялар термо ЭЮК алоҳида олинган терможуфт термо ЭЮК идан катта.

Икки нуқта орасидаги ҳарорат фарқини ўлчаш учун дифференциал термоэлектр термометр қўлланилади. У иккита қарама-қарши уланган бир хил термометрдан тузилган. Агар ҳароратлар фарқи ўлчанаётган нуқталарнинг ҳароратни билан ўзаро тенг бўлса, унда ўша нуқталарда термометр ҳосил қиладиган ТЭЮК лар ҳам тенг бўлади. Бундай ҳолда термометрлардаги занжир токи нолга тенг бўлади, чунки қарама-қарши уланганда бир терможуфтнинг

ТЭЮКи бошқа терможуфтнинг ТЭЮК и билан компенсация қилинади ва ўлчов асбоби нолни кўрсатади. Агар t_1 ва t_2 ҳароратлар турлича бўлса, у ҳолда қайси ҳарорат юқори бўлишига қараб, ҳароратлар фарқига мутаносиб бўлган занжир токи бирор йўналишда оқади, буни ўлчов асбоби кўрсатади.

Термоэлектр материаллар ва термоэлектр ўзгарткичлар

Турли ўтказгичларнинг ихтиёрий жуфти термоэлектр ўзгарткични ташкил этиши мумкин, аммо ҳар бир жуфтлик ҳам амалда қўлланишга ярайвермайди. Замонавий ўлчаш техникаси термоэлектр ўтказгичлар тайёрланадиган материалларга кўпдан-кўп талаблар қўяди, аммо бу талабларни жуда кам, сонли материалларгина қондиради. Асосий талаблар қуйидагилардан иборат: юқори ҳароратлар таъсирига чидамлилиқ, ТЭЮК нинг вақт бўйича ўзгармаслиги, унинг иложи борица катта қийматга эга бўлиши ва ҳароратга бир қийматли боғлиқлиги, қаршилиқ ҳарорат коэффициентининг катта бўлмаслиги ва катта электр ўтказувчанлик.

Барча материаллар ва қотишмалар учун ТЭЮК нинг ҳароратга функционал боғлиқлиги мураккаб бўлиб, уни аналитик ифодалаш анча қийин. Платинородий — платина жуфти бундан истиснодир. Бу жуфтлик учун ТЭЮК билан ҳарорат орасидаги боғланиш 300 дан 1300°C гача бўлган ораликда, совуқ уланма ҳарорати 0°C бўлганда етарлича аниқликда параболага мос келади:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2 \quad (2.28)$$

бу ерда, a b ва c — сурьма (630,5°C), кумуш (950, 8°C) ва олтин (1063°C) ларнинг қотиш ҳарорати бўйича аниқланадиган доимийлар.

Ҳозирги вақтда қуйидаги металл термоэлектродли термоэлектр термометрлар қўлланади. Уларнинг характеристикалари 2.3-жадвалда келтирилган.

Хромель — копелли (56% Си — 44%Ni) термоэлектр термометрлар стандарт термометрлар орасида энг катта ўзгартиш коэффициентиға эга (70...90 мк В/°C). Термоэлектрод диаметри 1 мм дан кам бўлган термометрлар учун чегаравий қўлланиши 600°C дан кам ва, масалан, диаметри 0,2...0,3 мм бўлган

термоэлектродлар учун фақат 400°C ни ташкил этади. Юқориги ўлчаш чегараси копелли электрод характеристикасининг барқарорлигига боғлиқ

Никель-хром — никель-алюминийли (94%Ni + 2%Al + 2,5% Mn + 1 %Si+0,5% кўшилма) термометрлар турли муҳит ҳароратларини кенг чегараларда ўлчаш учун қўлланилади. Улар аввал хромель-алюмелли термометрлар деб юритилар эди. Никель-алюминий симдан тайёрланган термоэлектрод оксидланишга никель-хромга нисбатан камроқ чидамли. Қўлланишнинг юқориги чегараси термоэлектрод диаметрига боғлиқ. Диаметри 3...5 мм бўлган термоэлектродлар учун қўлланишнинг юқори чегараси никель-хром-никель-алюминийли термометрларда 1000°C ни ташкил этади. 0,2...0,3 мм диаметр учун 600°C дан ортиқ эмас.

Платина-родий (90% платина—10% родий)-платинали термометрлар узок вақт давомида 0 дан 1300°C ҳарорат оралиғида, қисқа вақт давомида 1600°C гача бўлган оралиқда ишлаши мумкин. Мазкур термометрлар оксидланадиган ва нейтрал муҳитларда даражалаш характеристикасининг барқарорлигини сақлайди. Улардан фойдаланиш мақсадига қараб, эталон намунали ва иш термометрларига бўлинади. Тўғри ишлатилганда даражалаш узок вақт давомида ўзгармайди. Камчиликларига термоэлектр термометрларнинг бошқа турлариникига нисбатан ТЭЮК камлигидир. Термоэлектрод сими диаметри 0,3 ёки 0,5 мм бўлади.

Платинородий (30% родийли)—платинородийли (6% родийли) термоэлектр термометрлар узок вақт давомида ҳароратларнинг +300 дан то 1600°C гача оралиғида, қисқа вақт давомида 1800°C гача қўлланади. Мусбат электрод — 30% родий ва 70% платина қотишмасидан, манфий электрод 6% родий ва 94% платина қотишмасидан ташкил топган.

Мазкур термометрлар платинородий-платинали термометрларга қараганда даражалаш характеристикаларининг барқарорлиги юқорилиги билан ажралиб туради.

Вольфрамрений — вольфрамренийли (ТВР—5/20 ва ТВР—10/20) термоэлектр термометрлар узок вақт давомида 0 дан 2200°C гача ва қисқа вақт

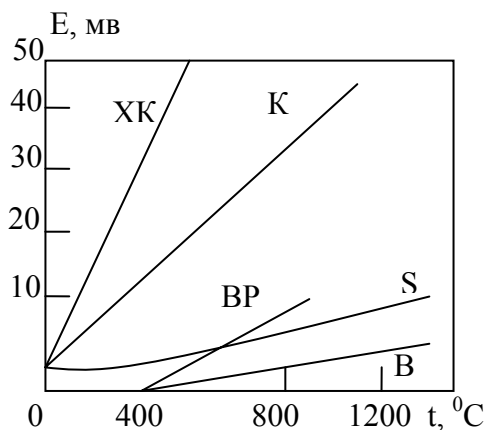
давомида 2500°C гача, шунингдек, вакуумда, нейтрал ва тикланадиган муҳитларда ҳароратларни ўлчашга мўлжалланган

2.3 – жадвал.

Стандарт термоэлектр термометрлар

Термоэлектр термометрлар тури	Даражалаш белгиси, янгиси (эскиси)	Пастки ўлчаш чегараси, $^{\circ}\text{C}$	Юқориғи ўлчаш чегараси, $^{\circ}\text{C}$	
			Узоқ вақт қўлланишда	Қисқа вақт қўлланишда
Мис – копелли	-	-200	100	600
Мис – мис-никелли	T	-200	400	600
Темир – мис-никелли	J	-200	700	900
Хромель – копелли	(ХК)	-50	600	800
Никель–хром – мис-никелли	E	-100	700	900
Никель–хром – никелли	K	-	-	-
Алюминийли (хромель-алюмелли)	(ХА)	-200	1000	1300
Платинородий (10%) – платинали	S(ПП)	0	1300	1600
Платинородний (30%) – платинородийли (6%)	B(ПР)	300	1600	1800
Вольфрамрений	(ВР)	0	2200	2500

(5%) – вольфрамренийли (20%)				



2.5 – расм. Стандарт термоэлектр
термометрларининг

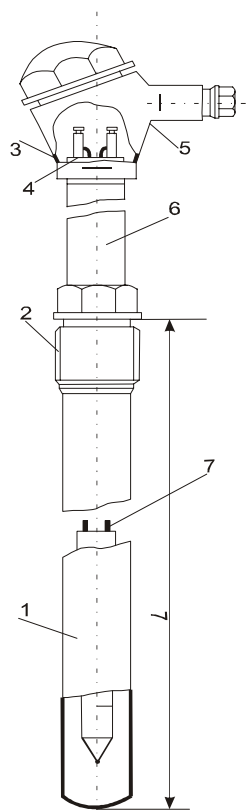
Мусбат термоэлектрод 95% вольфрамдан ва 5% ренийдан ёки 90% вольфрамдан ва 10% ренийдан ташкил топган қотишма, манфий электрод 80% вольфрамдан ва 20% ренийдан ташкил топган қотишма.

Саноатда термоэлектр ўзгарткичларнинг 9 туридан фойдаланилади. 2.5 - расмда баъзи стандарт термоэлектр

термометрларининг ЭЮКи билан ҳарорат орасидаги боғланиш кўрсатилган. ТХК туридаги терможуфт бошқа стандарт терможуфтларга қараганда анча катта ТЭЮК ҳосил қила олади.

Термоэлектр генератор, термоэлектр совитгич ва турли ўлчов асбобларида ярим ўтказгичли терможуфтлар ишлатилади. Уларнинг ТЭЮК металл ва металл қотишмаларидан ишланган оддий терможуфтлар ТЭЮКидан 5...10 марта катта. Бу терможуфтларда термоэлектрод материаллар сифатида ZnSb ва CdSb қотишмалари ишлатилади.

Турли муҳитлар ҳароратини ўлчайдиган терможуфтнинг схемаси 2.6- расмда кўрсатилган. У ғилоф 1, кўзгалмас ёки кўзгалувчи штуцер 2, кўзгалмас штуцер билан найча 6 орқали, штуцер ҳаракатда бўлганда эса ғилоф билан бевосита уланган каллак 3 дан иборат. Қопқоқда изоляцион материалдан ишланган улагич 4 жойлашган. Бунда терможуфтни ўлчов



2.6 – расм.
Терможуфт
тузилиши

асбоби билан улайдиган термоэлектрод 5 ва симлар учун қискичлари бор.

Химоя ғилофлари кўпинча $+1000^{\circ}\text{C}$ гача ҳароратлар учун пўлатнинг турли русумларидан тайёрланади. Бундан ҳам юқорироқ ҳароратларда қийин эрийдиган бирикмалардан тайёрланган махсус ғилофлар ишлатилади.

Охирги вақтда кабелл турдаги термоэлектр термометрлар кенг тарқалмоқда. Улар босим 40 МПа бўлганда -50 дан $+1100^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратлар оралиғида қўлланади. Кабелл турдаги термометрларнинг муҳим афзаллиги уларнинг АЭСларнинг энергетик реакторларида ишлашга имкон туғдирадиган радиацион чидамлилиги, шунингдек, иссиқлик зарбларига, тебранишга ва механик кучларга нисбатан чидамлилигининг юқорилиги киради.

Сирт ҳароратларини ўлчашга мўлжалланган термоэлектр термометрлар махсус тузилишга эга. Бундай термоджужтлардан кимё саноатида кенг фойдаланилади, улар турли ускуна, қувур, машиналарнинг айланувчи қисми ва ҳоказоларнинг сирт ҳароратини ўлчашга хизмат қилади.

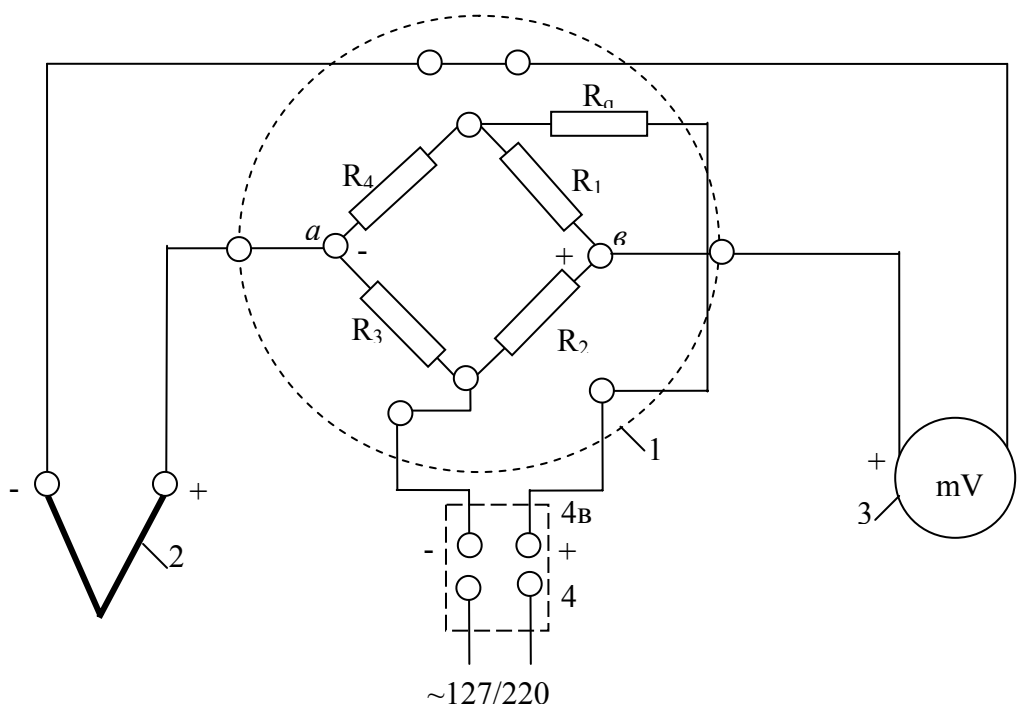
Махсус термоэлектр термометрлардан вертикал ускуналарда (аммиак синтези колонналарида, метанол ва ҳ.) ҳароратни ўлчаш учун ишлатиладиган кўп зонали термометрларни кўрсатиш мумкин.

Термоджужтларнинг асосий камчилиги сифатида уларнинг инерционлигининг катталигини кўрсатиш мумкин (5 минутдан ҳам ошади).

Термоэлектр термометр эркин учлари ҳароратининг ўзгаришини компенсациялаш усуллари термоджужт совуқ уланмалари ҳарорати ўзгармас бўлгандагина тўғри ўлчаш мумкин. Аммо бу ҳароратлар ўзгармас бўлиб қола олмайди. Шунинг учун, термометрнинг совуқ уланмасини ўлчаш объектидан нарироққа ҳароратнинг ўзгармас зонасига олиш лозим. Шу мақсадда махсус компенсацион (узайтирувчи) симлардан фойдаланилади.

Юқорида айтилганидек, термоджужт билан ҳароратни ўлчашда термоджужтнинг эркин учларидаги ҳароратнинг ўзгаришига қараб тузатиш киритилади. Саноатда автоматик равишда тузатиш киритиш учун кўприк схемалар қўлланилади(2.7-расм).

Кўприк терможуфтга кетма-кет уланади. Унинг R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлари манганиндан, R_4 эса мисдан ишланади. R_g қўшимча қаршилик кўприкка берилган кучланишни етарли даражада таъминлаб бериш учун хизмат қилади.. Энергия ўзгармас ток манбаидан олинганда унинг ўзгаришига қараб, кўприкни турлича даражаланган терможуфтлар билан ишлашга ростлаш мумкин.



2.7 – расм. Терможуфт эркин учларининг ҳароратини автоматик компенсациялаш схемаси

Терможуфт компенсацион кўприккача термоэлектрод симлар билан уланади, кўприкдан ўлчаш асбобига эса мис симлар уланади.

Терможуфт 2 эркин учларининг даражаланиш ҳароратида кўприк 1 мувозанат ҳолатда бўлиб, кўприкнинг ab учларидаги потенциаллар айирмаси нолга тенг бўлади. Эркин учларининг ҳарорати ўзгариши билан бирга R_4 қаршиликнинг қиймати ҳам ўзгаради, натижада кўприк мувозанати бузилади ва унинг ab учларидаги потенциаллар айирмаси ўзга-ради. Бу айирманинг қиймати эркин учларидаги ҳароратнинг ўзгариши сабабли пайдо бўлган ТЭЮК нинг тескари ишорали қийматига тенг бўлади.

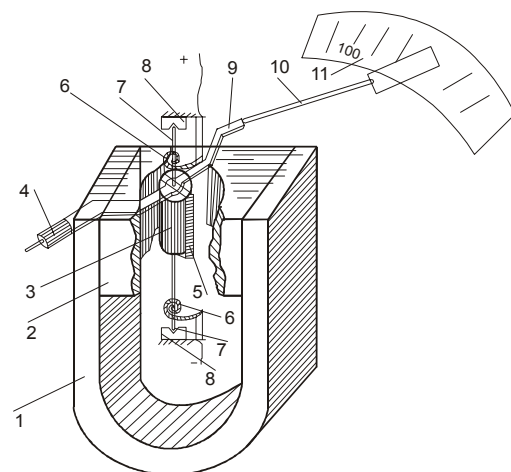
Милливольтметрлар

Термоэлектр термометрлар (терможуфтларни)даги ТЭЮКни ўлчаш учун магнитоэлектр милливольтметрлар, потенциометрлар ва меёрловчи ўзгарткичлар кенг қўлланилмоқда.

Милливольтметр — магнитоэлектр ўлчаш асбоби бўлиб, унинг ишлаш принципи қўзғалувчан рамкадан ўтаётган токнинг ўзгармас магнит майдони билан ўзаро таъсирга асосланган.

Милливольтметрнинг тузилиши 2.8 - расмда кўрсатилган.

Доимий магнитнинг кутб учлари 2 ва таянч товоностлари 8 да айланадиган ўқларда жойлашган ўзак 3 орасидаги (ҳаво оралиғида) рамка 5 бор. Рамканинг учлари ўқлар 7 га уланган Рамкага кронштейн 9, стрелка 10 уланган.



2.8 – расм. Милливольтметрнинг тузилиши

Стрелканинг учи шкала 11 бўйлаб силжийди. Рамка терможуфт зажирига уланганда спираль-пружина 6 дан келадиган ток рамкадан ўтади. Рамканинг чулғами орқали ток ўтганда ҳосил бўлган магнит майдони билан доимий майдон ўртасидаги ўзаро таъсир натижасида айлантирувчи момент ҳосил бўлади, шу сабабли рамка стрелка 10 билан бирга айланади. Спираль 6 бу айланишга тескари таъсир қилади. ТЭЮК ига стрелканинг муайян бир вазияти тўғри келади. Ток ўтмаган пайтда эластик пружиналар 6 рамкани бошланғич вазиятга қайтаради, стрелканинг шкала 11 бўйича кўрсатиши эса нолга тенг бўлади. Кронштейн 9 стрелкани мувозанат ҳолатида сақлаши учун посанги 4 билан таъминланган. Асбоб шкаласи °С да даражаланган. Рамкадан ўтаётган ток билан доимий магнит майдон орасидаги ўзаро таъсир туфайли пайдо бўлган айлантирувчи момент қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$M_{\text{(айл)}} = C_1 B_1 I \quad (2.29)$$

бу ерда, $M_{айл}$ — айлантирувчи момент; C_1 — рамканинг геометрик ўлчами ва чулғамлари сони билан аниқланадиган доимий коэффициент; B — ораликдаги магнит индукцияси; I — рамкадаги ток.

Айланишга тескари таъсир этувчи момент:

$$M_{тес} = C_2 E \varphi \quad (2.30)$$

бу ерда, C_2 — эластик элемент (спираль — пружина ёки чўзилган толалар) ўлчамидан эниқланадиган доимий коэффициент; E — спираль пружиналарининг эластик модули ёки чўзилган толаларнинг силжииш модули; φ — эластик элементнинг бурилиш бурчаги.

Агар $M_{айл} = M_{тес}$ яъни мувозанат ҳолати бўлса,

$$C_2 E \varphi = C_1 B I \quad (2.31)$$

у ҳолда

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot I = C \cdot \frac{B}{E} \cdot I \quad (2.32)$$

Асбоб тузилишлари параметрларига боғлиқ бўлган C , B , E катталиклар ўлчаш жараёнида ўзгармайди, шунинг учун,

$$\varphi = K \cdot I \quad (2.33)$$

бу ерда,

$$K = C \frac{B}{E}$$

(2.33) ифодадан пирометрик милливольтметр шкаласи чизиқли эканлигини кўриш мумкин.

Асбоб қўзғалувчан тизимининг бурилиш бурчаги рамкадан ўтаётган ток кучидан ташқари яна термжужфт, улайдиган симлар ва милливольтметрларнинг ички қаршилигига ҳам боғлиқ:

$$\varphi = K \cdot I = K \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M} \quad (2.34)$$

бу ерда, E_T — ТЭЮК; R_T — термжужфт қаршилиги; R_C — улайдиган симлар қаршилиги; R_M — милливольтметрнинг ички қаршилиги.

(2.34) ифодадан асбоб стрелкасининг четга чиқиши ТЭЮК нинг ўзгармас қийматида занжирнинг турли қаршиликларига боғлиқ эканлиги кўриниб турибди. Шунинг учун, асбобнинг даражаланиши занжир ташқи қисмининг

муайян қаршиилигида ($R_{\text{таш}} = R_T + R_C$) бажарилади ва қўшимча хатоликларга йўл қўймаслик учун пирометрик милливольтметрни ўрнатиш жараёнида шу қаршилик аниқ сақланиши шарт. Одатда, ташқи қаршиликнинг даражали миқдори 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Омга тенг бўлиб, асбобнинг шкаласи ва паспортида кўрсатилади. Ташқи қаршиликни милливольтметр шкаласида кўрсатилган қаршиликка тенглаштириш учун ўзгарувчи қаршиликдан фойдаланилади.

Ўлчаш асбоби сифатида ишлатиладиган милливольтметрли термоэлектрлар комплектининг камчилиги ўлчаш асбобида ток мавжудлигидир. Ток қийматига, яъни милливольтметрнинг кўрсатишига ТЭЮК дан ташқари занжирнинг қаршилиги ҳам таъсир қилади:

$$\Sigma R = R_T + R_C + R_M$$

Ҳар бир қаршиликнинг ўзгариши ўлчашда содир бўладиган хатоликка олиб келади. Ноқулай шароитда бу хатолик асосий хатолик миқдоридан (аниқлик синфидан). ошиб кетиши мумкин.

Техник милливольтметрда рамка қаршилигининг милливольтметр умумий қаршилигига нисбати 1:3 дан ортиқ эмас. Милливольтметрнинг умумий қаршилигини орттириб борилса, унинг ҳарорат коэффиценти камайиб боради. Шу билан атроф-мухит ҳарорати ўзгаришидан келиб чиқадиган хатолик ҳам камаяди. Агар термोजуфт эркин учларининг ҳарорати ўлчаш жараёнида кенг чегараларда ўзгарса, унда кўприк схемасидан фойдаланган ҳолда совуқ уланмалар ҳароратини компенсация қилиш усули қўлланилади.

Саноатда ва лабораторияларда қўлланиладиган милливольтметрлар кўрсатувчи, ўзи ёзувчи ва ростловчи бўлиши мумкин. Тузилишининг бажарилиши нуқтаи назаридан асбоблар шчитда ўрнатиладиган ва кўчма бўлади. Кўчма асбоблар учун 0,2; 0,5 ва 1,0, шчитда ўрнатиладиганлари учун 0,5; 1,0 ва 1,5 аниқлик синфлари белгиланган.

Потенциометрлар

Асбобларга ўлчаш аниқлиги нуқтаи назаридан қўйиладиган талаблар ошганлиги сабабли ҳозир ҳароратни термोजуфт билан ўлчашда

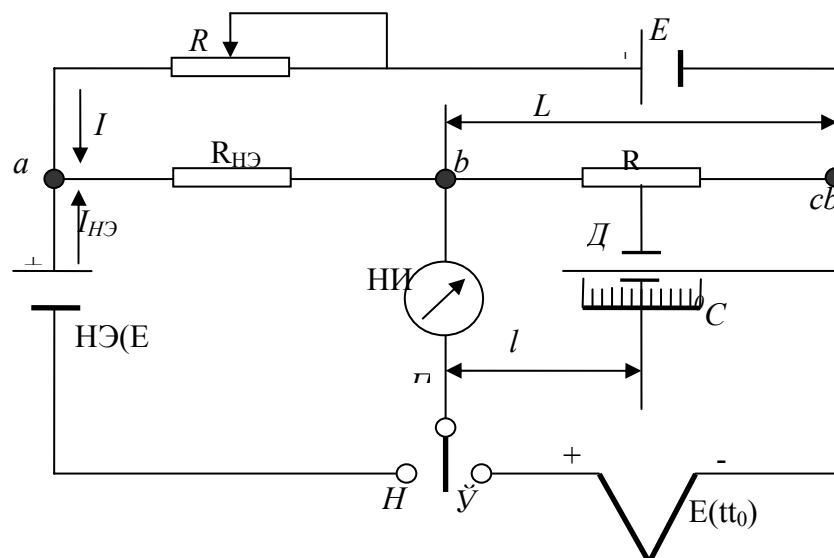
милливольтметрлардан фойдаланишдаги камчиликлардан холи бўлган компенсацион ёки потенциометрик усул тобора кенг қўлланилмоқда.

Потенциометрик ўлчаш усули милливольтметр ёрдамида олиб бориладиган ўлчашдан анча афзалдир: потенциометрнинг кўрсатиши ташқи занжир қаршиликларининг ўзгаришига, асбоб ҳароратига боғлиқ эмас. Потенциометрда термोजуфт эркин учлари ҳароратининг ўзгаришига автоматик равишда тузатиш киритилади, шунинг учун, ўлчаш аниқлиги юқори бўлади.

Потенциометрик ўлчаш усули ўлчанаётган термोजуфт ТЭЮК ини потенциаллар айирмаси билан мувозанатлаштиришга асосланган. Бу потенциаллар айирмаси калибрланган қаршилиқда ёрдамчи ток манбаидан ҳосил бўлади. Потенциаллар айирмаси термोजуфт ТЭЮК нинг тескари ишорали қийматига тенг.

Ҳарорат ёки ТЭЮК ни ўлчаш учун қўлланиладиган, қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометрнинг принципиал схемаси 2.9-расмда кўрсатилган.

Ток ёрдамчи E манбадан занжирга ўтади. Бу занжирнинг b ва C нуқталари ўртасида R_p ўзгарувчан қаршилиқ — реохорд уланган. Реохорд L узунликдаги калибрланган симдан иборат. b нуқта ва ораликдаги реохорднинг сирпанувчи контактли сирпанғичи жойлашган ҳар қандай D нуқта ўртасидаги потенциаллар айирмаси R_{bD} қаршилиққа тўғри мутаносибликда бўлади. Кетма-кет уланган термोजуфт билан алмашлаб улагич Π оркали сезгир ноль индикатор НИ уланади, термोजуфт занжирида ток борлиги шу индикатор оркали аниқланади. Термोजуфтнинг токи R_{bd} тармоқда ёрдамчи манба токи билан бир йўналишда юрадиган қилиб уланади. ТЭЮК ни ўлчаш учун реохорд сирпанғичи ноль индикатор стрелкасини нолни кўрсатгунча суради.



2.9 – расм. Қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометр схемаси

Айни пайтда R_{bD} каршилиқдаги кучланишнинг камайиши ўлчачаётган ТЭЮК га тенг бўлади. Қуйидаги тенглама бу ҳолатни характерлайди:

$$E(t, t_0) - I \cdot R_{bD} = 0 \quad (2.35)$$

ёки

$$E(t, t_0) = I \cdot R_{bD} \quad (2.36)$$

бу ерда, $I R_{bD}$ — E манба кучланишининг тармоқдаги тушуви.

Занжир тармоғидаги ток кучи бутун занжирдаги ток кучига тенг,

демак:

$$\frac{U_{bD}}{R_{bD}} = \frac{E}{R_{BC}} \quad (2.37)$$

бундан,

$$U_{bD} = E \frac{R_{bD}}{R_{BC}} \quad (2.38)$$

Компенсация пайтида $U_{bD} = E(t, t_0)$ назарда тутилса;

$$E(t, t_0) = E \frac{R_{bD}}{R_{BC}} = U_{bD} \quad (2.39)$$

Реохорд калибрланган қаршиликка, яъни унинг ҳар бир узунлигининг тенг тармоғи бир хил қаршиликка эга бўлгани учун

$$E(t, t_0) = E \frac{l}{L} \quad (2.40)$$

Шундай қилиб, $E(t, t_0)$ терможуфтнинг ТЭЮК реохорд қаршилиги R_{BC} тармоғидаги кучланиш тушуви миқдори билан аниқланиб, қолган қаршиликларга боғлиқ эмас. R_{BC} реохорд шкала билан таъминланиши ва шкала бўлинмалари милливольт ёки ҳарорат бирликларига тенг бўлиши мумкин. ТЭЮК ни ўлчаш аниқлиги реохорд занжиридаги I ток кучининг ўзгармаслигига боғлиқ. Ток компенсацион усул билан берилади ва назорат қилинади. Бунинг учун потенциометр схемасига нормал элементли қўшимча контур киритилади. Одатда, нормал элемент (НЭ) вазифасини симоб-кадмийли гальваник Вестон элементи бажаради. Бу элементнинг электр юритувчи кучи 20°C да 1.0183В га тенг. НЭ алмашлаб улагич Π орқали қаршилик $R_{HЭ}$ учларига уланади ва унинг ЭЮКи ёрдамчи ток манбаи E нинг ЭЮКи томон йўналган бўлади. Қаршилик R ёрдамида компенсацион занжирдаги ток кучини ростлаш билан НН нинг стрелкаси нолни кўрсатишига эришилади. Бундай ҳолда компенсацион занжирдаги ток кучи қуйидагича ифодаланади

$$I = \frac{E_{HЭ}}{R_{HЭ}} \quad (2.41)$$

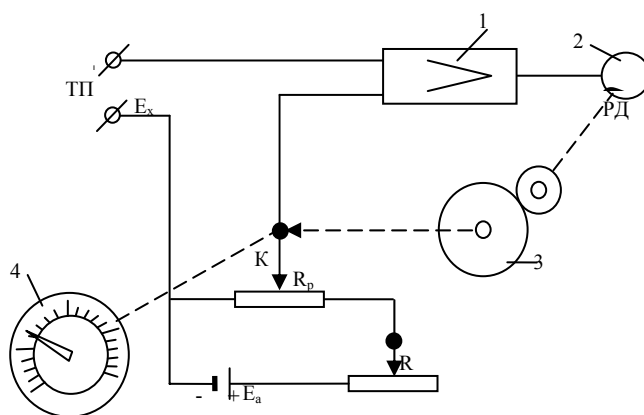
Терможуфтнинг ТЭЮК ни ўлчашда Π алмашлаб улагич И вазиятдан Ў вазиятга ўтказилади. Реохорд R_r нинг D сирпанғичини силжитиб b ва c нукталар орасидаги потенциаллар айирмасини терможуфт ТЭЮК ига тенглаштирилади. Шу пайтда терможуфт занжиридаги ток кучи 0 га тенг, шунинг учун,

$$E(t, t_0) = I \cdot R_{BD} = \frac{E_{HЭ}}{R_{HЭ}} \cdot R_{BD} \quad (2.42)$$

$E_{HЭ}$ ва $R_{HЭ}$ ларнинг қиймати ўзгармас бўлгани учун ТЭЮК ни аниқлаш қаршилик тармоғининг узунлигини аниқлаш билан барабардир.

ЭЮК ни компенсацион усул бўйича ўзгарувчан ток шароитида ҳам ўлчаш мумкин. Аммо бу ҳолда ўлчаш аниқлиги бирмунча пастроқ, ўзгарувчан токда

ишлайдиган асбоблар эса бирмунча мураккаброкдир. Кўчма потенциометрлар цех ва лаборатория шароитларида текширув ва даражалаш ишларида ЭЮК ни компенсацион усул бўйича ўлчаш учун қўлланилади; намуна потенциометрлар аниқ ўлчашларда ишлатилади. Бу асбобларнинг ўлчаш схемалари юқорида кўрилган схемага ўхшаш, фақат фарқи шундаки, ўлчов реохорди намуна қаршиликлардан ташкил топган секциялар шаклида тайёрланади.



2.10 – расм. Автоматик потенциометрнинг тузилиш схемаси.

Юқорида кўрилган потенциометрларда ўлчаш занжирининг нобаланс токи ноль индикатор асбоби стрелкасини ҳаракатга келтиради, автоматик потенциометрларда эса бу асбоб йўқ. Унинг ўрнига электрон блок ишлатилади.

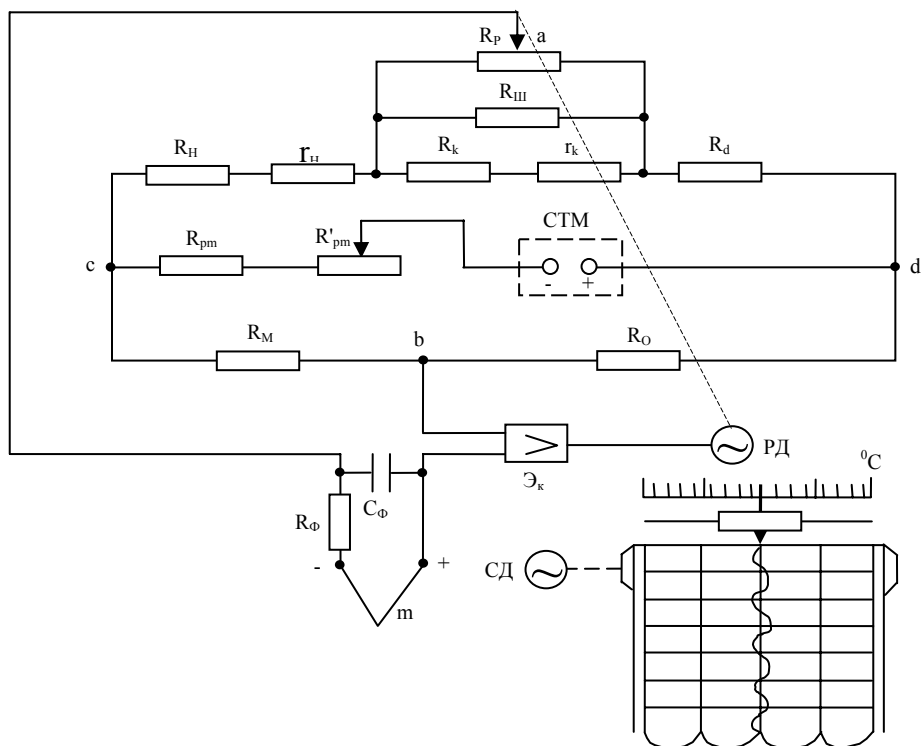
Кўчма потенциометрлардан фарқли ўларок, автоматик потенциометрлардаги реохорднинг сирпанғичи қўл билан эмас, балки махсус қурилма орқали автоматик равишда силжийди. 2.10-расмда автоматик потенциометрнинг тузилиш схемаси кўрсатилган.

ТП термостатли ТЭЮК E_x ни ўлчаш уни калибрланган R_p реохорд кучланишининг камайиши билан таққослаш орқали бажарилади. Потенциометрнинг компенсацион схемаси сирпанғич К ли реохорд R_p , ўзгармас кучланиш E_x ни ўзгарувчан кучланишга айлантириб берувчи электрон кучайтиргич 1, реверсив электр двигатель 2 ва ток манбаи E_a дан иборат. Электр двигатель 2 редуктор 3 орқали сирпанғич К ва стрелка 4 билан боғланган. Компенсацион схеманинг сирпанғичи реохорд бўйлаб кучланиш тушуви томон автоматик силжийди. Бу силжиш реверсив электр двигатель РД

ёрдамида бажарилади ва номувозанат (кучланиш нолга тенг) бўлгунча давом этади. Шундай қилиб сирпанғич K ва унга бириктирилган стрелканинг вазияти ТЭЮК нинг қийматини, демак, ўлчанаётган ҳароратни кўрсатади. Қаршилиқ R компенсацион занжирдаги иш токини ростлаш учун хизмат қилади.

2.11-расмда замонавий автоматик потенциометр (КСП-4) ўлчаш қисмининг принципал схемаси келтирилган. Потенциометр ўлчаш кўпригининг диагоналларида бирига электрон кучайтиргич ЭК ва термोजуфт ТП кетма-кет уланган. Термोजуфтни улаш электромагнит майдон таъсирини камайтириш учун мўлжалланган фильтр (расмда филтърнинг $R_{\phi} — C_{\phi}$ содда схемаси кўрсатилган) орқали бажарилади. Ўлчаш кўпригининг иккинчи диагонаliga стабиллашган ток манбаи СТМ уланади. Бу манба ўлчаш занжиридаги иш токининг ўзгармаслигини таъминлайди.

Термोजуфт ТП дан (ёки бирон бошқа датчикдан) олинган ўлчаш ахбороти сигналининг ўзгариши билан электрон кучайтиргичнинг киришига нобаланслик сигнали берилади. Бу сигнал маълум бир ўзгартгич орқали ўзгарувчан токка айланиб, реверсив двигатель РД айланиш ҳолатига келгунча кучаяди. Реверсив двигателнинг айланиш йўналиши нобаланслик ишорасига боғлиқ. Бу айланиш натижасида механик узатма (шків ёки трос) ёрдамида R_p реохорд сирпанғичи нобаланслик сигнали ўчгунча силжийди.



2.11 – расм. Автоматик потенциометр ўлчаш қисмининг принципиал схемаси

Булардан ташқари потегциометр ўлчаш схемасига қурилманинг умуман нормал ишини таъминловчи бир катор элементлар киради. R_{III} , R_K , r_K қаршиликлар реохорд қаршилиги R_P ни ростлаш учун хизмат қилади: бунда асбобнинг даражаланиш ва ўлчаш оралиғи, яъни ўлчаш чегаралари назарда тутилиши лозим. Қаршилик R_H ва r_H лар ёрдамида шкала бошланиши ростланади. R_d балластли қаршилик, R_{PT} , R_{PT} ва R_C резисторлар СТМ таъминлаш манбаининг иш токини чеклаш ва ростлаш учун қўлланилади. R_M резистор терможуфт эркин учларидаги ҳарорат ўзгаришининг таъсирини компенсация қилиш учун мўлжалланган ва терможуфт учлари уланган жой, яъни асбобнинг кириш панелида жойлашган, R_M дан ташқари ҳамма резисторлар манганиндан, R_M резистор эса мис ёки никелдан тайёрланади.

Потенциометрларнинг турли хил ўлчамлардаги кўрсатувчи, қайд қилувчи, сигнал берувчи, ростловчи турлари чиқарилади.

Автоматик потенциометрларнинг аниқлик синфи: 0,25; 0,5 ва 1,0.

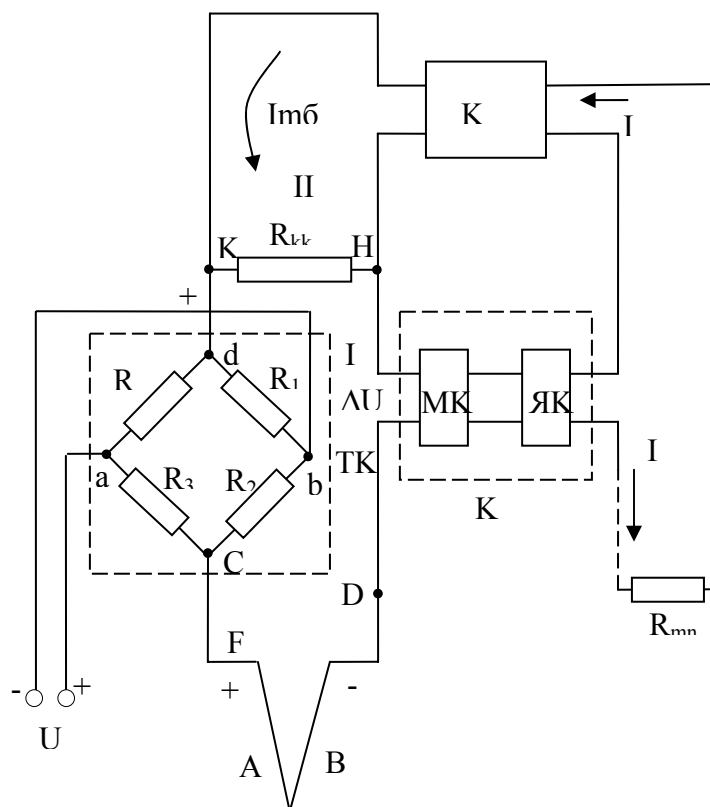
Терможуфтнинг ТЭЮК ини аниқ ўлчаш ва магнитоэлектр милливольметр ҳамда автоматик потенциометрларни текшириш учун ўзгармас токда ишлайдиган лаборатория потенциометрларидан фойдаланилади: кўчма ПП-63

ва ПП-70; намуна Р330, Р371 ва бошқа потенциометрлар. Намуна асбобларнинг аниқлик синфи: 0,002 ва 0,005.

ТермоЭЮКнинг меъёрловчи ўзгарткичи.

Термоэлектрик ўзгарткичлардан олинган ахборотни ЭХМга ёки автоматик ростлаш тизимига киритиш учун меъёрловчи ўзгарткич кенг қўлланади. У термоэлектр ўзгарткичларнинг сигналларини 0—5 мА ўзгармас токдаги бир хиллаштирилган сигналга алмаштириш учун мўлжалланган.

Меъёрловчи ўзгарткичнинг ишлаши иш токи ўзгарувчи кучга эга бўлган потенциометрнинг схемасидан фойдаланган ҳолда термо ЭЮК нинг компенсацияловчи ўлчаш усулига асосланган.



2.12 – расм. Термоэлектр термометр (терможуфт) билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткичнинг схемаси.

Ўзгарткичнинг схемаси 2.12-расмда келтирилган. Бу ерда, I — ўлчаш контури; Π — компенсация контури. I контурда тузатувчи кўприк ТК, чиқиш токи $I_{\text{чик}}$ бўлган кучайтиргич K_1 ва резистор R_T бор.

I контурга F ва D узайтурувчи ўтказгичлар ёрдамида терможуфт АВ уланган. Тузатувчи (корректорловчи) кўприк терможуфтнинг бўш учи ҳароратининг ўзгаришига автоматик тузатма киритиш учун, шунингдек, ўлчашнинг куйи чегараси 0°C га тенг бўлмаган ўзгарткичларда бошланғич термо ЭЮК ни компенсациялаш учун мўлжалланган. Кўприк манбаининг *ab* диагоналига ўзгармас токнинг барқарорлаштирилган кучланиши уланган. R_1, R_2 ва R_3 резисторлар — манганиндан, R_m резистор эса мисдан ясалган. K_1 кучайтиргич иккита каскаддан иборат: икки тактли икки ярим даврли схема бўйича бажарилган магнит МК ва ўзгармас токнинг кучайиши режимида ишловчи ярим ўтказгичли кучайтиргич К. Кучайтиргич K_1 - ноль—индикатор вазифасини бажаради.

II компенсация контурига R_{kk} резистор ва тескари боғланиш (алоқа) кучайтиргичи K_2 киради. Бу кучайтиргич K_1 кучайтиргичга ўхшайди, лекин кучайтиргичнинг чиқиш токи бўйича чуқур манфий боғланиш билан уланган. K_2 кучайтиргичнинг $I_{mб}$, чиқиш токи II контурнинг ишчи токи ҳисобланади ва бу ток R_{kk} қаршилик бўйлаб ўтганда унда II контур томонидан $U_{kk} = I_{mб} \cdot R_{kk}$ компенсацияловчи кучланиш вужудга келтирилади. I контур томонидан R_{ab} резисторга тузатувчи кўприк ТК нинг *cd* ўлчов диагоналида вужудга келувчи U_{cd} (1 кучланиш билан кўшилган $E_{AB}(t, t_0)$ термоэлектр ўзгарткич сигнали келтирилади. Бу кучланиш, юқорида айтилганидек, термоўзгарткичнинг бўш учларидаги ҳароратнинг тузатмасига тенг, яъни $U_{cd} = E_{AB}(t'_0, t_0)$.

Шундай қилиб, бу $E_{AB}(t, t_0) = E_{AB}(t, t'_0) + U_{cd}$ га тенг якка сигнал U_{kk} кучланиш билан таққосланади. $\Delta U = E_{AB}(t, t_0) - U_{kk}$ га тенг нобаланслик K_1 кучайтиргичга берилади, у ерда ўзгармас токнинг ΔU сигнали аввал магнит кучайтиргич МК да ўзгарувчи ток сигнаliga айлантирилади, сўнгра кучайтирилади ва яна ўзгармас ток сигнаliga айлантирилади, у ўзгармас токнинг ярим ўтказгичли кучайтиргичи ЯК да кўшимча равишда кучайтирилади. K_1 кучайтиргичнинг чиқиш сигнали $I_{чик}$ токини вужудга келтиради, у $R_{тн}$ ташқи занжирга келади ва кейин кучайтиргич орқали тескари алоқа кучайтиргичи K_2 га келади. K_2 кучайтиргичнинг $I_{тб}$ чиқиш токи ўзгаради

ва R_{kk} резисторда U_{kk} , кучланиш пасайишини (ту шишини) ΔU нобаланс компенсациялашнинг статик хатоси деб аталувчи бирор кичик δU катталиқкача ўзгартиради.

Компенсациялашнинг статик хатосининг мавжуд бўлиши I ўлчаш контурида компенсацияланмаган ток ўтишга олиб келади. Бунда ўлчанувчи термоЭЮК қанчалик катта бўлса, бу ток шунчалик катта бўлади.

Статик автокомпенсацион схема бўйича бажарилган қурилмаларда бундай хатоликни йўқотиб бўлмайди, чунки ўзгарткичнинг $I_{чик}$ чиқиш токи ва компенсация контурининг $I_{тб}$ токи бу хатоликнинг мавжудлиги билан аниқланади ва унга мутаносибдир. Шу билан бирга автокомпенсацион схеманинг статик хатоси, агар кучайтириш коэффициенти катта бўлган кучайтиргич фойдаланилса, анча камайтирилиши мумкин.

Энди ўлчанаётган термо ЭЮК $E_{AB}(t, t_0)$ билан ўзгарткичнинг чиқиш токи $I_{чик}$ орасидаги математик боғланишни қараб чиқамиз.

Юқорида айтилганларга мувофиқ

$$\Delta U = E_{AB}(t, t_0) - U_{kk} \quad (2.43)$$

K_1 ва K_2 кучайтиргичларнинг чиқишида қуйидаги сигналлар шаклланади:

$$I_{чик} = K_1^k \cdot I_{кир} = K_1^k \frac{\Delta U}{R_{кир}} \quad (2.44)$$

$$I_{тб} = K_2^k \cdot I_{чик} \quad (2.45)$$

бу ерда, K_1^k ва K_2^k — кучайтиргич K_1 ва K_2 ларнинг кучайтириш коэффициентлари; $I_{кир} = \Delta U / R_{кир}$ кучайтиргичнинг кириш занжирида ΔU сигнал вужудга келтирадиган ток; $R_{кир}$ — K_1 кучайтиргич кириш занжирининг қаршилиги. R_{kk} резисторда кучланишнинг тушишини топамиз:

$$U_{kk} = I_{тб} \cdot R_{kk} = K_2^k \cdot I_{чик} \cdot R_{kk} \quad (2.46)$$

(2.43), (2.44) ва (2.46) ифодалар орқали ушбунни топамиз:

$$I_{чик} = K \cdot E_{AB}(t, t_0) \quad (2.47)$$

бунда меъёрловчи

$$K = \frac{1}{R_{кир} / K_1^k + K_2^k \cdot R_{kk}}$$

ўзгарткичнинг ўзгартириш коэффиценти

$$\left[K_1^k \rightarrow \infty \text{ да } K = 1 / (K_2^k \cdot R_{kk}) \right]$$

Шундай қилиб, меъёрловчи ўзгарткичнинг чиқиш токи термоэлектр ўзгарткич (ТЭЎ) нинг сигналига мутаносиб бўлади.

Кириш сигналининг қийматига қараб, термоэлектр ўзгарткичлар билан ишловчи меъёрловчи ўзгарткичлар 0,6...1,5 аниқлик синфларига эга.

2.5-§. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАР

Ҳароратни қаршилик термометрлари билан ўлчаш ҳарорат ўзгариши билан ўтказгич ҳамда ярим ўтказгичлар электр қаршилигининг ўзгариш хусусиятига асосланган. Демак, ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилиги унинг ҳарорати функциясидан иборат, яъни $R = f(t)$. Бу функциянинг кўриниши термометр қаршилиги материалынинг хоссаларига боғлиқ. Кўпчилик тоза металлларнинг электр қаршилиги ҳарорат кўтарилиши билан ортади, металл оксидлари (ярим ўтказгичлар)нинг қаршилиги эса камаяди. Қаршилик термометрларини тайёрлашда қуйидаги талабларга жавоб берувчи тоза металллар қўлланилади:

1) ўлчанаётган муҳитда металл оксидланмаслиги ва кимёвий таркиби ўзгармаслиги керак;

2) металлнинг ҳароратга қаршилик коэффиценти етарли даражада катта ва барқарорлашган бўлиши лозим;

3) қаршилик ҳарорат ўзгариши билан тўғри ёки равон эгри чизик бўйича кескин четга чиқишларсиз ва гистерезис ҳолатларисиз ўзгариши керак;

4) солиштирма электр қаршилик етарлича катта бўлиши керак. Маълум ҳароратлар оралиғида юқоридаги талабларга платина, мис, никель, темир, вольфрам каби металллар жавоб беради.

Ҳарорат ўзгариши билан электр қаршилигининг ўзгаришини характерловчи параметр электр қаршиликнинг ҳарорат коэффиценти

дейилади. Ҳарорат коэффиценти ҳароратга боғлиқ бўлган металллар учун у фақат ҳароратнинг ҳар бир қиймати учун аниқланиши мумкин:

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0}\right)\left(\frac{dR_t}{dt}\right) \quad (2.48)$$

бу ерда, R_0 ва R_t — 0 ва $t^\circ\text{C}$ ҳароратдаги қаршилик.

Температура коэффиценти $^\circ\text{C}^{-1}$ ёки $^\circ\text{K}^{-1}$ ларда ифодаланади. Кўпгина соф металллар учун ҳарорат коэффиценти $0,0035 \dots 0,065 \text{ K}^{-1}$ чегараларда ётади. Ярим ўтказгичли металллар учун ҳарорат коэффиценти манфий ва металлларникидан бир тартибга кўп ($0,01 \dots 0,015 \text{ K}^{-1}$) бўлади.

Ҳозир қаршилик термометрларини тайёрлаш учун мис, платина, никель ва темирдан фойдаланилади.

Мис арзон материал бўлиб, унинг қаршилиги амалда ҳароратга чизиқли боғлиқ, яъни

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (2.49)$$

бу ерда, R_t ва R_0 - t ва 0°C ҳароратда термометр қаршилиги; α — мис симнинг ҳарорат коэффиценти: $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Мис оксидланиши туфайли у 200°C дан ортиқ бўлмаган ҳароратларни ўлчашда қўлланиладн. Миснинг камчиликларига унинг солиштирма қаршилигининг камлигини киритса бўлади; $\sigma = 17 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Солиштирма қаршилик термометрнинг ўлчамига таъсир этади: солиштирма қаршилик қанча кам бўлса, сим шунча кўп керак бўлади, шунинг учун, термометр ўлчами шунча катта бўлади.

Мисдан тайёрланган қаршилик термометрлари —200 дан $+200^\circ\text{C}$ гача ҳароратларни узоқ вақт давомида ўлчашда қўлланилади. Номинал қаршиликлар 0°C да 10, 50 ва 100 Ом ни ташкил этади.

Амалиётда яна $R_0 = 53 \text{ Ом}$ ли термометр ишлайди. Бу қаршилик термометрлари учун қуйидаги белгилашлар киритилган: 1 Ом, 5 Ом, 10 Ом ($R_0 = 53 \text{ Ом}$ ыаршилик термометри Гр. 23 деб белгиланган).

Платина — қимматбаҳо материал. Кимёвий жиҳатдан инерт ва соф ҳолда осонлик билан олинади. Платинадан тайёрланган қаршилик термометрлари— 260 дан $+1100^\circ\text{C}$ гача ҳароратларни ўлчаш учун қўлланилади. Платина

қаршилигининг ҳароратга боғлиқлиги мураккаб боғланишдан иборат бўлиб,—
183 дан 0°C гача ҳарорат оралиғида қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + Ct^3(t-100)] \quad (2.50)$$

0 дан + 630°C гача ораликда эса, қуйидагича ифодаланади:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (2.51)$$

бу ерда, R_t ва R_0 — мос равишда t ва 0°C ҳароратларда платина қаршилиги; A , B , C — ўзгармас коэффициентлар бўлиб, уларнинг қиймати термометрни даражалашида кислород, сув ва олтингугуртнинг қайнаш нуқталари бўйича аниқланади.

Стандарт қаршилик термометрларида қўлланиладиган ПЛ- 2 маркали платина учун (2.50) ва (2.51) тенгламалардаги коэффициентлар қуйидаги қийматларга эга:

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/^\circ\text{C}; B = - 5,847 \cdot 10^{-7} \text{ } 1/^\circ\text{C}; C = - 4,22 \cdot 10^{-12} \text{ } 1/^\circ\text{C}.$$

Техник термометрларни тайёрлашда ишлатиладиган ПЛ-2 маркали платина учун $R_{100}/R_0 = 1,391$

0°C да платинали қаршилк термометрлари қуйидаги қаршиликларга эга бўлиши мумкин: 1, 5, 10, 50, 100 ва 500 Ом (амалда $R_0 = 46$ Ом ли термометр ишлатилади). Бу қаршилик термометрлари учун ўзгаришнинг номинал статистик характеристикасига қуйидаги белгилашлар киритилган: 1П, 5П, 10П, 50П, 100П ва 500П ($R_0 = 46$ Ом қаршиликли термометр Гр. 21 деб белгиланган).

Платинанинг камчиликларидан бири унинг тикловчи муҳитда металл буғлари, углерод оксиди ва бошқа моддалар билан ифлосланишидир. Бу айниқса юқори ҳароратларда намоён бўлади.

Никелли ва темирли қаршилик термометрлари —60 дан + 180°C гача ҳароратлар оралиғида ишлайди. Никель ва темир қаршилик термометрлари катта ҳарорат коэффициентига эга:

$$\alpha_{Ni} = (6,21 - 6,34) \cdot 10^{-3} \text{ } K^{-1}$$

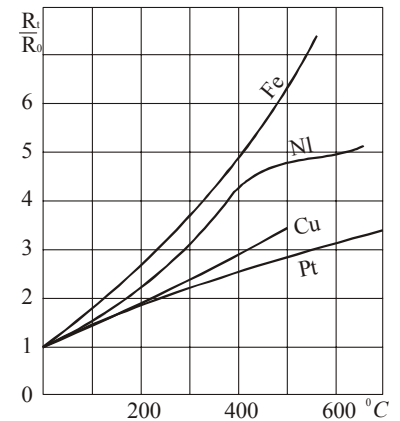
$$\alpha_{Fe} = (6,25 - 6,57) \cdot 10^{-3} \text{ } K^{-1}$$

ва солиштирма қаршилиги катта:

$$\delta_{Ni} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ } \text{Ом} \cdot \text{м};$$

$$\delta_{Fe}=0,55-0,61 \cdot 10^{-7} \text{ОМ} \cdot \text{м}.$$

Аммо бу металллар қуйидаги камчиликларга эга: уларни соф ҳолда олиш қийин, бу эса бир-бирини алмаштира оладиган қаршилик термометрлари тайёрлашда қийинчилик туғдиради; темир ва, айниқса, никель қаршилигининг ҳароратга боғлиқлиги оддий эмпирик тенгламалар билан ифодаланадиган эгри чизиклардан иборат эмас; никель ва, айниқса, темир нисбатан паст ҳароратларда ҳам осонгина оксидланади. Бу камчиликлар қаршилик термометрларини тайёрлашда никель ва темир қўллашни чеклаб қўяди.

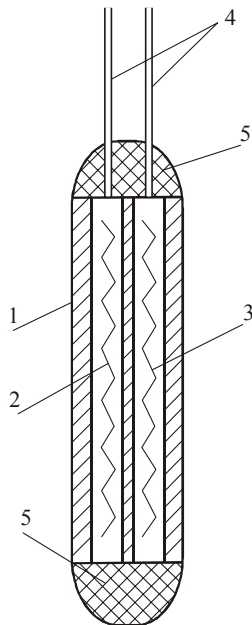


2.13 – расм. Баъзи металллар солиштирма қаршилигининг

2.13-расмда юқорида кўрилган солиштирма электр қаршиликнинг металллар ҳароратга боғланиши берилган.

Қаршилик термометрларини (термисторларни) тайёрлаш учун ярим ўтказгичлар (баъзи металлларнинг оксидлари) ҳам

ишлатилади. Ярим ўтказгичларнинг муҳим афзаллиги уларнинг ҳарорат коэффицентининг катталигидир.



2.14 – расм. Платинали қаршилик термометрининг соғир элемент

Термоқаршиликлар тайёрлашда титан, магний, темир, марганец, кобальт, никель, мис оксидлари ёки баъзи металлларнинг (масалаи, германий) кристаллари турли аралашмалар билан биргаликда қўлланади.

Ярим ўтказгич термометр қаршилиги (терморезистор қаршилиги) билан ҳарорат орасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$R_T = R_0 \exp \left(B \frac{T_0 - T}{T_0 * T} \right) \quad (2.52)$$

R_0 қиймат T_0 ҳароратда термометр қаршилиги билан аниқланади, B қиймат эса, термометр тайёрланадиган ярим

ўтказгич материалига боғлиқ.

1,5 °K ва ундан юқори ҳароратларни ўлчаш учун германийли терморезисторлар айниқса кенг тарқалган.

-100 дан +300°Сгача ҳароратларни ўлчаш учун оксидланувчи ярим ўтказгич материаллардан фойдаланилади. Ярим ўтказгичли терморезисторнинг ўзгариш коэффициентлари металл симдан қилинган сезгир элементли қаршилик термометрлариникига қараганда бир неча тартибга ортиқ. Аммо индивидуал даражалаш зарурати ҳароратни ўлчашда ярим ўтказгичли терморезисторларни кенг қўлланиш имконини чеклаб қўяди.

Ҳароратни ўлчашда ММТ-1, ММТ-4, ММТ-6, КМТ-1, КМТ-4 турдаги термоқаршиликлар ишлатилади.

Ярим ўтказгичли терморезисторлар кўпроқ термосигнализация ва автоматик ҳимоя қурилмаларида қўлланади.

Қаршилик термометрлари термоэлемент (сезгир элемент) ва ташқи ҳимоя қобиғидан тузилган.

Металл қаршиликли термометрларнинг сезгир элементи, одатда, шиша, кварц, керамика, слюда ёки пластмассада қилинган каркасга ўралган сим ёки лентадан иборат.

Сезгир элементли термометр учининг қисқичларига ўлчов асбобига борадиган симлар уланган.

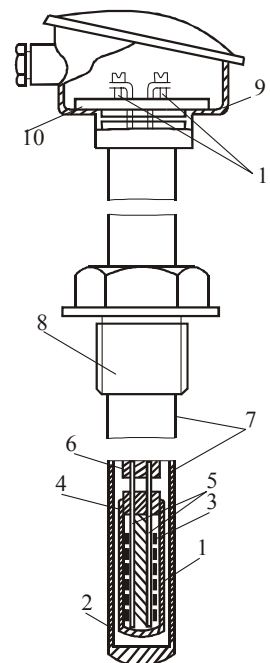
Платинали термометрларнинг сезгир элементи иккита ёки тўртта керамик каркас 1 нинг капилляр каналларида жойлашган кетма-кет уланган спираллар 2 дан ташкил топган (2.14-расм). Каркас каналлари керамик қукун 3 билан тўлдирилади, бу қукун изолятор бўлиб хизмат қилади ва спиралнинг пружинага ўхшаш эгилувчанлигини таъминлайди. Спирал учларига платинали ёки иридий-родийли (60% родийли) симдан қилинган қулоқчалар 4 қавшарланган. Керамик каркасда сезгир элемент

махсус глазурь (ёки термоцемент) 5 билан герметизацияланади. Каркас каналининг спираллари ва деворчалари орасидаги бўшлиқ алюминий оксиди қукуни билан тўлдирилган, у изолятор бўлиб хизмат қилади ҳамда

спираллар ва каркас орасида иссиқлик контактини оширади. Платинали қаршилик термометрларининг сезгир элементлари диаметри 0,04...0,07 мм ли платина симдан тайёрланади.

Қаршилик термометрларининг тузилиши 2.15-расмда келтирилган. Қаршилик термометрининг симдан қилинган сезгир элементи тўрт каналли керамик каркас 2 га жойлаштирилган. Механик шикастланишдан ва ўлчанаётган ёки атроф - муҳитнинг зарарли таъсиридан сақланиш учун сезгир элемент ҳимоя қобиғи 3 га жойлаштирилган. У керамик втулка 4 билан зичлаштирилган. Сезгир элементнинг кулоқчалари 5 изоляцион керамик найча 6 орқали ўтади.

Шуларнинг ҳаммаси ўлчаш объектида резъбали штуцер 8 ёрдамида ўрнатилган ҳимоя ғилофи 7 да жойлашган. Ҳимоя ғилофининг учида термометрнинг улайдиган учи 9 жойлашган. Учида термометр кулоқчаларини маҳкамлаш ва симларни улаш учун винтлар 11 бўлган изоляцион колодка жойлашган. Учи қопқоқ билан ёпилади. Симлар штуцер орқали чиқарилади. Ташқи электр ва магнит майдонлари таъсирини камайтириш учун қаршилик термометрларининг сезгир элементлари индуктивсиз ўрамли қилиб ясалади.



2.15 – расм.
Қаршилик
термометрин

Қаршилиқни ўлчаш учун термометр бўйлаб ток ўтиши лозим. Бунда Жоуль — Ленц қонунига кўра иссиқлик ажралиб, у термометрни ўлчанаётган муҳит ҳароратига қараганда юқорироқ ҳароратгача қиздиради. Натижада унинг қаршилиғи тегишлича ўзгаради.

Саноат шароитларида ўлчаш токи шундай ҳисобланадики, натижада ўз-ўзини қиздириш ҳисобига юз берадиган хатолик 0°C даги термометр қаршилиғи $0,1\% R_0$ дан ортиқ бўлмайди. Қаршилик термометрларининг камчилиғи — қўшимча ток манбаининг зарурлигидир.

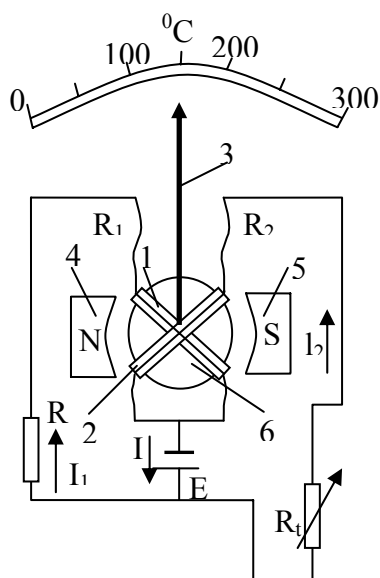
Термометрларнинг ва бошқа қаршилиқ ўзгартирувчиларнинг

қаршиликларини ўлчаш учун: логометрлар, мувозанатлаштирилган ва мувозанатлашмаган кўприк схемалари, компенсацион усул ва термоқаршиликнинг меёрловчи ўзгарткичларидан фойдаланилади.

Логометрлар

Логометр, кўпинча, техник қаршилик термометрлари билан биргаликда ҳароратни ўлчаш учун қўлланади. **Логометрнинг ишлаш принципи** икки электр занжиридаги тоқлар нисбатини ўлчашга асосланган. Занжирлардан бирига қаршилик термометри, иккинчисига эса ўзгармас қаршилик уланган.

2.16-расмда логометрнинг схемаси келтирилган. У ўзаро ва стрелка 3 билан



2.16 — расм.
Логометрнинг
принципиал схемаси

бир қилиб маҳкамланган иккита рамачалар 1 ва 2дан иборат. Бу рамачалар эса доимий магнит қутб учликлари 4 ва 5 билан ўзак орасидаги ҳаво тирқишида жойлаштирилган. Бу тирқиш бир текис қилинмаган, шунинг учун, магнит индукцияси қийматлари унинг турли нуқталарида (рамачалар ва стрелканинг бурилиш бурчаклари турлича бўлганда) турлича бўлади. Марказдан қутб учликлари четларига қараб ҳаво тирқиши камаяди ва мос равишда марказдан қутб учликлари четларига қараб тирқишда магнит индукцияси ўсади. Логометрнинг иккала рамкаси битта ўзгармас ток манбаи E дан таъминланади, улар айланттирувчи

моментлари бир-бирига қарши йўналадиган қилиб уланган. Айланттирувчи моментлар M_1 ва M_2 нинг қиймати мос равишда қуйидагига тенг:

$$M_1 = C_1 B_1 I_1 \quad (2.53)$$

$$M_2 = C_2 B_2 I_2 \quad (2.54)$$

бу ерда, C_1 ва C_2 — рамачаларнинг геометрик ўлчамлари ва улардаги сим урамлари сони билан аниқланадиган ўзгармас коэффициентлар; B_1 ва B_2 — рамачалар жойлашган жойдаги магнит индукциялари; I_1 ва I_2 — рамачалардан ўтаётган ток кучлари.

Рамачалар қаршилиги тенг, яъни $R_1 = R_2$ ва $R = R_t$ бўлса, $I_1 = I_2$ ва $M_1 = M_2$ бўлиб, қўзғалувчи тизим мувозанат ҳолатда бўлади. Агар термометр қаршилиги ўзгарса, рамачалардан бирида ток кучаяди, шу сабабли моментлар мувозанати бузилиб, қўзғалувчан тизим эса ҳаракатга келади. Токи кучайган рамача магнит индукцияси кичик тирқишга киради, иккинчи рамача эса магнит индукцияси катта тирқишга киради. Маълум бир ҳолатда рамачалар моменти мувозанатлашади, яъни

$$C_1 B_1 I_1 = C_2 B_2 I_2 \quad (2.55)$$

Бу тенгламадан

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{B_2}{B_1} = C \frac{B_2}{B_1} \quad (2.56)$$

келиб чиқади. I_1 ва I_2 нинг таъминлаш манбаи E орқали ифодаланган қийматларни қўйсак, қуйидаги натижага эга бўламиз:

$$\frac{\frac{E}{R + R_1}}{\frac{E}{R_t + R_2}} = \frac{R_t + R_2}{R + R_1} = C \cdot \frac{B_2}{B_1} \quad (2.57)$$

$B = f(\varphi)$ бўлгани учун

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi) \quad (2.58)$$

Шунинг учун,

$$\frac{R_t + R_2}{R + R_1} = f(\varphi) \quad (2.59)$$

$$\varphi = f\left(\frac{R_t + R_2}{R + R_1}\right) \quad (2.60)$$

R_t, R_1 ва R_2 — доимий катталиклар бўлгани учун қўзғалувчан тизимнинг бурилиш бурчаги термометр қаршилиги қийматига боғлиқ:

$$\varphi = f(R_t) \quad (2.61)$$

Шундай қилиб, қўзғалувчан тизимнинг бурилиш бурчаги ёки M_1 ва M_2 моментлар тенг бўлгандаги (тизимнинг мувозанат ҳолати) логометр кўрсатиши термометр қаршилигига боғлиқ ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

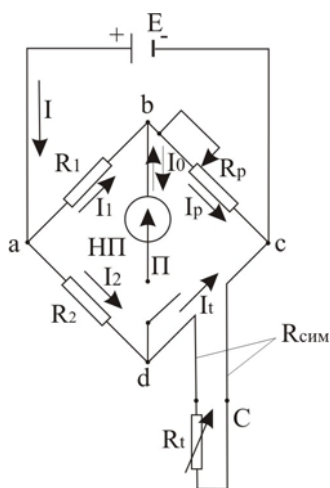
Тенгламаларни келтириб чиқаришда таянчлардаги ишқаланиш, иссиқлик ўтказувчиларнинг қаршилиқ моментлари, қўзғалувчан тизимнинг инерция моментлари ва қатор бошқа омиллар эътиборга олинмади. Шунинг учун, амалда логометрнинг кўрсатиши билан таъминлаш кучланиши орасида қандайдир боғланиш бор.

Логометрнинг сезгирлигини ошириш ва ҳарорат компенсациясини амалга ошириш имконияти бўлиши учун симметрик кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган логометр қўлланади.

Кўчма асбоблар учун логометрларнинг аниқлик синфи 0,2; 0,5 ва 1,0 ни, шчитда ўрнатилган стационар (турғун) асбоблар учун 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 ва 2,5 ни ташкил этади. Логометрлар кўрсатувчи, ўзи ёзар, шунингдек, сигнал бериш ва ростлаш учун қўшимча қурилмалари бўлиши мумкин.

Қаршилиқлар ўлчашнинг кўприк схемаси

Термометрлар қаршилигини ўлчаш учун электротехникада фойдаланиладиган одатдаги мувозанатлаштирилган ва мувозанатлаштирилмаган кўприк схемаларини қўллаш мумкин.



2.17–расм.

Мувозанат кўприклари икки хил: лабораторияда (ноавтоматик) ва саноатда ишлатиладиган (автоматик) бўлади. Ярим ўтказгичли термоқаршилиқларнинг ўлчов асбоби сифатида эса, одатда, мувозанатлаштирилмаган кўприклар хизмат қилади.

Мувозанатлаштирилган кўприкнинг принципиал схемаси.

2.17 - расмда қаршилиқ термометри уланадиган, ўзгармас токда ишлайдиган мувозанатлаштирилган кўприкнинг принципиал схемаси келтирилган.

Кўприк иккита доимий қаршилиқлар (резисторлар) R_1 ва R_2 , реохорд R_p ,

қаршилик термометри R_t ва улайдиган симларнинг қаршиликлари $R_{\text{сим}}$ дан иборат. Кўприкнинг бир диагоналига E ўзгармас ток манбаи, иккинчисига эса алмашлаб улагич Π орқали ноль индикатор НП уланади. Реохорд R_p нинг сирпанғичи силжиши туфайли кўприкнинг эришилган мувозанат ҳолатида унинг диагоналидаги ток кучи нолга тенг бўлади. Шу пайтда кўприкнинг b ва d учларидаги потенциаллар тенг бўлади. I манба токи кўприкнинг a учида иккига — I_1 ва I_2 га бўлинади.

Демак, R_1 ва R_2 қаршиликлар бир-бирига тенг бўлгани учун қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad (2.62)$$

Кўприкнинг bc ва cd елкаларидаги потенциаллар ҳам тенг бўлади, яъни

$$I_p R_p = I_t (R_t + 2R_{\text{сим}}) \quad (2.63)$$

(2.62) тенгламани (2.63) тенгламага бўлсак

$$\frac{R_1 I_1}{R_p I_p} = \frac{R_2 I_2}{(R_t + 2R_{\text{сим}}) I_t} \quad (2.64)$$

Агар $I_0 = 0, I_1 = I_p$ ва $I_2 = I_t$ бўлса,

$$R_1 (R_t + 2R_{\text{сим}}) = R_p R_2 \quad (2.65)$$

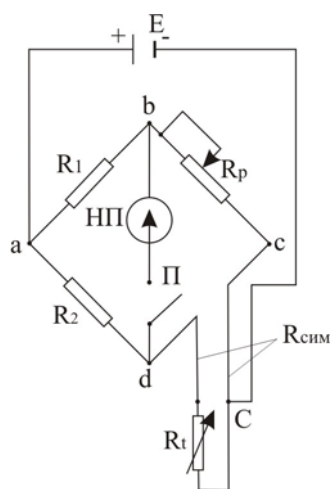
$$R_t = R_p \frac{R_2}{R_1} - 2R_{\text{сим}} \quad (2.66)$$

Агар атрофдаги ҳароратни доимий деб ҳисобласак, $2R_{\text{сим}} = \text{const}$.

У ҳолда (2.66) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$R_t = K \cdot R_p - K_1 = f(R_p) \quad (2.67)$$

Шундай қилиб, R_t ўзгариши билан реохорд қаршилиги R_p ўзгартириб, кўприкни мувозанат ҳолатга келтириш мумкин. Ўлчанаётган муҳит ҳароратининг ўзгариши катта бўлиб, R_p нинг ўзгариши сабабли юзага келадиган хатолик микдори кўпайиб кетиш хавфи пайдо бўлганда, қаршилик термометрининг уч симли улаш схемаси қўлланади (2.18-рasm).



2.18 – рasm. Уч симли улаш схемаси.

Бундай улаш усулида бир симнинг қаршилиги R_t қаршиликка, иккинчи симнинг қаршилиги эса R_p ўзгарувчи қаршиликка қўшилади. Кўприк мувозанатининг тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$R_t + R_{cм} = (R_p + R_{cм}) \frac{R_2}{R_1}, \quad (2.68)$$

$$R_1 = R_2 \text{ бўлса,}$$

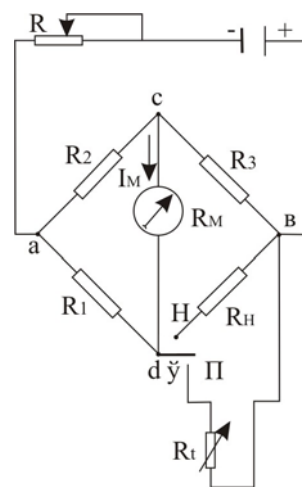
$$R + R_{cм} = R_p + R_{cм} \quad (2.69)$$

Бу тенгламадан кўриниб турибдики, уч симли схемада симларнинг қаршилиги ўлчаш натижасига таъсир қилмайди.

Уч симли схемаларда ҳар бир линиядаги алоҳида мослаш қаршиликлари ёрдамида берилган $R_{cм}$ қийматгача олиб борилади. Мувозанатлаштирилган кўприк схемаларининг камчилиги (қўл манипуляциясини бажариш зарурияти) мувозанатлаштирилмаган кўприклар схемасида бартараф этилган.

Мувозанатлаштирилмаган кўприклар ҳароратни ўлчаш учун қаршилик термометрлари билан биргаликда ҳам қўлланилади. Аммо улардан газ анализаторларида, концентратормерларда ва қатор ўлчаш воситаларида кенг фойдаланилади.

Мувозанатлаштирилмаган кўприклар ҳароратни бевосита ўлчаш имконини беради. 2.19- расмда бу кўприкнинг схемаси келтирилган: R — ростлаш қаршилиги; R_1, R_2, R_3 — кўприкнинг доимий қаршиликлари; R_m — милливольтметр қаршилиги; R_n — назорат қаршилиги; H (назорат) ҳолатидан $\checkmark$ ўлчаш ҳолатига ўтказиш алмашлаб улагичи — Π ; R_t — қаршилик термометри; $\Pi \rightarrow \checkmark$ ҳолатда турганида R_t нинг ўзгариши билан милливольтметр оркали таъминлаш кучланишига тўғри мутаносиб бўлган ток ўтади. Демак, ток ўзгармас бўлиши керак, бу вазифани ростлаш қаршилиги R бажаради. Таъминлаш кучланишини назорат қаршилиги R_n бажаради. R_n нинг қиймати шундай танланиши керакки, қаршилик уланганда



2.19 – расм.
Мувозанатлаштирил-
маган кўприкнинг
принципал схемаси

асбоб стрелкаси шкаладаги қизил чизиқли белгини кўрсатсин.

R_t қаршилик ўзгарганда, алмашлаб улагич $\mathcal{U}$ вазиятда турганида, милливольтметр орқали кучи шу ўзгаришига тўғри мутаносиб бўлган ток ўтади:

$$I_M = U_{ab} \cdot \frac{R_2 R_t - R_1 R_3}{K} \quad (2.70)$$

Бунда K (Ом^3 ларда) ушбу қийматга тенг:

$$R_M(R_1 + R_t) \cdot (R_2 + R_3) + R_2 R_3(R_1 + R_t) + R_1 R_t(R_2 + R_3) \quad (2.71)$$

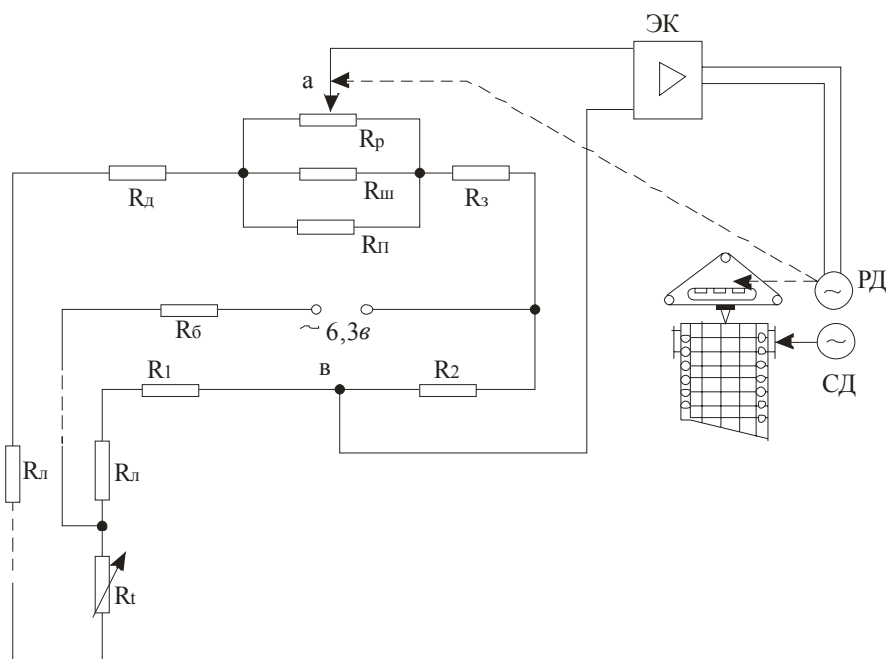
(2.70) тенгламадан кўринадики, милливольтметр орқали ўтадиган ток кучи таъминлаш кучланиши U_{ab} га тўғри мутаносиб, демак токни ўзгармас сақлаб туриш керак экан.

Мувозанатлаштирилмаган кўприкларнинг афзалликларига схемасининг мувозанатлаштирадиган қурилмани талаб этмайдиган соддалигини, кичик қаршиликларни ўлчаш учун ишлатиш мумкинлигини киритиш мумкин. Мувозанатлаштирилмаган кўприкларнинг камчиликларига кўрсатишларининг таъминлаш кучланиши ўзгаришига боғлиқлигини, кўприк шкаласининг чизиқсизлигини киритиш мумкин.

Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкларда реохорднинг сирпанғичи автоматик равишда силжийди. Бундай кўприкларнинг ўлчаш схемаси ўзгармас ёки ўзгарувчан ток манбаидан таъминланади. Ўзгарувчан ток мувозанатлаштирилган кўприкларида актив қаршиликлар ҳал қилувчи аҳамиятга эга, шунинг учун, ўзгармас ток кўприклари учун чиқарилган юқоридаги тенгламалар ўзгарувчан кўприклар учун ҳам ярайдди. Ўзгарувчан ток мувозанатлаштирилган кўприклари бир қатор афзалликларга эга: ўлчаш схемаси куч трансформаторининг бир ўрамадан таъминланади, яъни қўшимча таъминлаш манбаи талаб қилинмайди, шу билан бирга тебраниш ўзгартгич (виброўзгартгич) нинг ҳам зарурияти бўлмайди. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкларнинг тури кўп, лекин уларнинг иш принципи бир хил. Мисол сифатида кўрсатувчи ва ўзиёзар мувозанатлаштирилган автоматик

кўприкнинг ўзгарувчан токдан таъминланувчи принципиал схемаси 2.20-расмда кўрсатилган.

Кўрсатувчи мувозанатлаштирилган кўприклар ҳам шу принципиал схема бўйича ишлайди, лекин уларда ёзув блоки йўқ. 2.20- расмдаги принципиал схемада қуйидаги шартли белгилар қабул килинган:



2.20 – расм. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкнинг принципиал схемаси.

R_p — реохорд; $R_{ш}$ — реохорд шунти, у R_p қаршилигини белгиланган қийматга етказиб туриш учун хизмат қилади; R_n — ўлчаш оралиғини белгилаш қаршилиги; R_d — шкала бошланғич қийматини ростловчи кўшимча қаршилик; R_1 , R_2 , R_3 — кўприк схемасининг қаршиликлари; $R_б$ — токни чекловчи балласт қаршилик; R_t — қаршилик термометри; R_l — линия қаршилигини ростловчи қаршилик; ЭК — электрон кучайтиргич; РД — асинхрон конденсаторли реверсив двигатель; СД — диаграмма лентасини силжитувчи синхрон двигатель.

Кўприкли ўлчаш схемасидаги барча қаршиликлар манганин симдан тайёрланади. 2.20- расмдан кўриниб турибдики, қаршилик термометри уч симли ўлчаш схемаси усулида уланган. Бу ҳолда термометрни кўприк билан улайдиган симларнинг қаршилиги кўприкнинг R_t ва R_1 елкаларига тақсимланади. Шунинг учун, атроф-муҳит ҳароратининг ўзгариши натижасида

уланган симлар қаршилигининг ўзгариши сабабли ҳосил бўлган хатолик қиймати камаяди. Термометр қаршилиги R_t нинг ўзгариши натижасида кўприк схемасининг мувозанати йўқолади, а ва b чўққилардан кучайтиргичнинг кириш қисмига нобаланс кучланиш келади. Кучайтиргич бу кучланишни реверсив двигатель ишга тушгунча кучайтиради. Двигателнинг чиқиш вали реохорд сирпанғичи ва каретка билан кинематик боғланганлиги учун бу вал уларни нобалласт кучланиш камайиб, нолга тенг бўлгунча силжитади. Кўприк схема мувозанат ҳолатига келганда реверсив двигательнинг ротори тўх-тайди, реохорд сирпанғичи эса кўрсаткичли каретка билан бирга ўлчанаётган термометр қаршилнгига тенг ҳолатни эгаллайди.

Ўзгармас ток манбаидан ишлайдиган мувозанатлаштирилган кўприкнинг ўлчаш схемаси ҳам юқоридагига ўхшаш, фақат унинг электрон кучайтиргичи тебраниш ўзгартгичи билан таъминланган. Шунинг учун, унинг кучайтириш қисми потенциометрникига ўхшаш.

Мувозанатлаштирилган автоматик кўприклар қуйидаги афзалликларга эга: 1) кўприкнинг кўрсатиши таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас; 2) асбобнинг кўрсатиши ҳарорат ўзгариши билан чизиқли боғланган; 3) ўлчашлар (кўприкни мувозанатлаштириш) автоматик амалга оширилади; 4) термоқаршилиқ улашнинг уч симли усули улаш симлари қаршилигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган кўрсатишлардаги хатолигини кескин камайитириш ёки ҳатони йўқотиш имконини беради.

Камчиликларига қуйидагилар киради: 1) схемада мувозанатлаштириш учун қурилманинг зарурлиги; 2) кичик қаршилиқларни ўлчаш қийинлиги ёки мутлақо мумкин эмаслиги.

ҚАРШИЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШНИНГ КОМПЕНСАЦИОН УСУЛИ

Аниқ ўлчашларда, яъни хатоликларга йўл қўйилмаслик ёки хатоликлар минимумга келтирилиши лозим бўлганда, шунингдек, паст ҳароратларни ўлчашда ўлчашнинг ком-пенсацион усули тарқалган. Бу усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат: ўлчанаётган резисторда ва у билан кетма-кет ўлчанаётган намуна резисторда кучланиш тушуви таққосланади 2.21-расмда қаршилиқни

компенсацион усулда ўлчаш схемаси кўрсатилган. Резисторлардаги кучланиш тушуви, одатда, потенциометр ёрдамида ўлчанади. Бу ҳолда таъминлаш кучланиши ўлчаш натижасига таъсир этмайди, шунингдек, ўлчаш симлари қаршилигининг таъсири бутунлай йўқотилади, чунки ўлчаш пайтларида потенциометрни ўлчаш резистори билан улайдиган асбобларда ток нолга тенг бўлади.

Ўлчанаётган резистор R_x намуна резистор R_H (2.21-расм) билан кетма-кет уланган. Намуна резистор сифатида қаршилик магазинлари ёки қаршиликнинг намуна ғалтакларидан фойдаланилади. Занжирдаги ўлчаш токи ўзгарувчан резистор R ёрдамида ўрнатилади.

Бир томондан, ток намуна резисторда кучланиш тушуви бўйича аниқланади:

$$I = U_H / R_H \quad (2.72)$$

бу ерда, U_H — намуна резисторда кучланиш тушуви, mB ;

R_H — намуна резистор қаршилиги, $Ом$.

Иккинчи томондан,

$$I = U_x / R_x \quad (2.73)$$

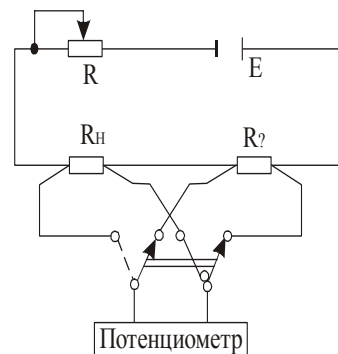
бу ерда, U_x — ўлчанаётган резисторда кучланиш тушуви,

mB ; R_x — ўлчанаётган резисторнинг номаълум қаршилиги, $Ом$.

(2.72) ва (2.73) лардан ўлчанаётган резистор қаршилигини топамиз:

$$R_x = R_H \cdot U_x / U_H \quad (2.74)$$

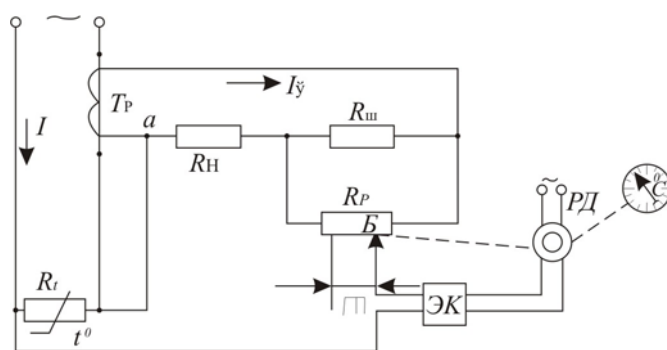
Кўрилган вариантда компенсацион усул механик ўлчашлар учун нокулай, чунки резистор қаршилигини топиш учун навбат билан ўлчанаётган намуна резистордаги кучланиш тушувини ўлчаш лозим ва сўнгра ўлчанаётган резистор қаршилигини ҳисоблаш керак



2.21 – расм.
**Қаршилик
ўлчашнинг
компенсацион усули
схемаси**

Термометрларнинг кичик қаршиликларини ўлчаш учун автоматик компенсацион асбоблар ишлаб чиқилган, улар компенсацион ўлчаш усулининг ижобий хоссаларига эга.

Термометрни улашнинг тўрт симли схемаси симлар қаршилигининг ўлчаш натижаларига таъсирини бутунлай бартараф этиш имконини беради.



2.22 – расм. Кичик ҳароратларни ўлчаш учун автоматик компенсацион асбобнинг схемаси.

Кичик ҳароратларни ўлчаш учун ўзгарувчан ток автоматик компенсацион асбобнинг принцинал схемаси 2.22- расмда келтирилган. Қаршилик термометри R_t таъминлаш манбаидан ўзгарувчан I ток билан таъминланади. Асбобнинг ўлчаш схемаси T_p ток трансформаторидан шундай таъминланадики, ўлчаш токи $I_y = K \cdot I$ бўлади. Агар термометрда кучланиш U_{ab} билан компенсация қилинмаган бўлса, унда кучайтиргич киришига сигнал берилади. Бу сигнал реверсив двигателни ва реохорд сирпанғичи R_p ни кучланиш U_{ab} тушувини (R_t да) мувозанатлаштирмагунча ҳаракат қилишга (силжишга) мажбур қилади. Бу ҳолда қуйидаги тенглик бажарилади:

$$IR_t = U_{ab} = I_y R_{ab}$$

ёки

$$IR_t = K \cdot I (R_H + m R_{np}), \quad \dots \quad (2.75)$$

бу ерда,

$$R_{np} = \frac{R_p \cdot R_u}{R_p + R_u}$$

$$R_t = K(R_H + mR_{np}) \quad (2.76)$$

R_H резистор асбоб шкаласининг санок бошини белгилашга хизмат қилади, R_u эса ўлчаш диапазонини ўрнатади. Трансформация коэффиценти K ни амалда ўзгармас деб қараб, асбоб кўрсатишлари m таъминот кучланиши тебранишига ва термометрни улаш симлари қаршилигининг ўзгаришига боғлиқ эмас, деб ҳисоблаш мумкин.

ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРИНИНГ МЕЪЁРЛОВЧИ ЎЗГАРТКИЧИ

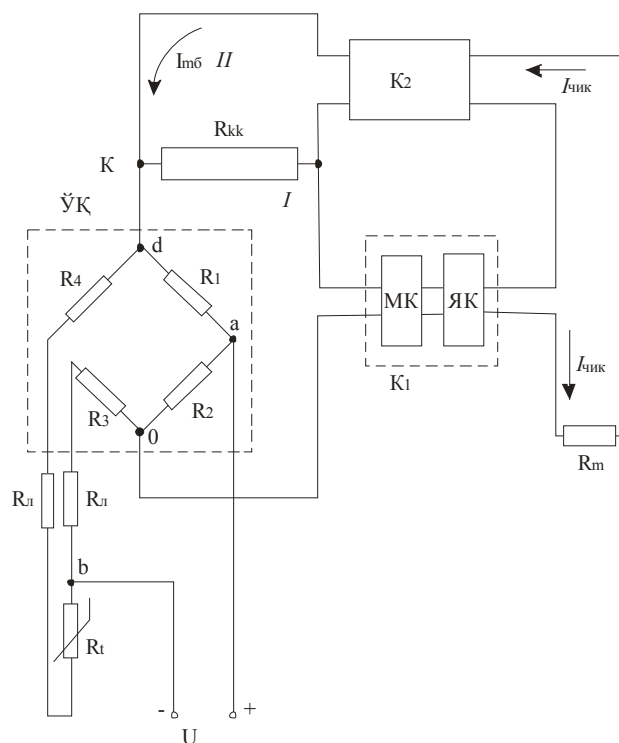
Қаршилиқ термо ўзгарткичи ёрдамида олинган ахборотни ЭХМ га ёки автоматик ростлаш тизимига киритиш учун чиқишда 0 — 5 мА ўзгармас ток сигналини шакллантирувчи меъёрловчи узгарткичдан фойдаланилади.

Қаршилиқ термометри билан бирга ишловчи меъёрловчи токли ўзгарткичнинг схемаси 2.23 - расмда кўрсатилган. Бу ўзгарткич схемасига ва ишлаш принципига кўра термоэлектр термометр билан бир комплектда ишловчи меъёрловчи ўзгарткичга ўхшаш (2. 12-расмга қаранг). Бу схемаларнинг фарқи шундаки, ўзгарткичда тузатувчи кўприк ТК ўрнида ўлчов номувозанат кўприги ЎК фойдаланилади, унинг елкаларидан бирига уч ўтказгичли схема бўйича қаршилиқ термо ўзгарткичи R_t уланган. Қолган қаршилиқлар манганиндан ясалган. R_L қаршилиқлар уловчи ўтказгичлар қаршилиқларини номинал қийматга мослаш учун хизмат қилади. Кўприкнинг аb диагонаliga ўзгармас токнинг барқарорлаштирилган U кучланиши уланган. Ўзгарткичнинг чиқиш токи $I_{чик}$ кўприкнинг ўлчов диагоналидаги U_{cd} кучланишга мутаносиб ва улар орасидаги муносабат (2. 47) га мос ҳолда берилиши мумкин:

$$I_{чик} = K \cdot U_{cd} \quad (2.77)$$

$U_{cd} = K_k R_t$ бўлгани учун(бу ерда, K_k — кўприкни ўзгартириш коэффиценти)

$$I_{\text{чик}} = K_k \cdot K \cdot R_t \quad (2.78)$$



2.23 – расм. Қаршилик термометри билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткичнинг схемаси.

Шундай қилиб, меъёрловчи ўзгарткичнинг токли сигнали қаршилик термометри қаршилигига мутаносиб бўлиб, унинг аниқлик синфлари 0,6—1,5.

2.6-§. НУРЛАНИШ ПИРОМЕТРЛАРИ

Юқорида кўрилган, ҳароратни ўлчашга мўлжалланган барча термометрлар термометрнинг сезгир элементи билан ўлчанаётган жисм ёки муҳит орасида бевосита контакт бўлишини тақозо этар эди. Шунинг учун, ҳароратни ўлчашнинг бундай усуллари баъзан контактли усуллар деб юритилади. Бу усулни қўллашнинг юқори чегараси $1800\ldots\text{—}2500^\circ\text{C}$. Аммо саноатда ва тадқиқотларда бундан юқори ҳароратларни ҳам ўлчашга тўғри келади. Бундан ташқари, кўпинча ўлчанаётган жисм ва муҳит билан термометрнинг бевосита контакти мумкин бўлмайди. Бундай ҳолларда ҳароратни ўлчашнинг контактсиз усули қўлланилади.

Нурланиш пирометрларининг ишлаш принципи қиздирилган жисмнинг иссиқлиги таъсирида ҳосил бўлган нурланиш энергиясини ўлчашга асосланган. Нурланиш пирометрлари 20 дан 6000°C гача бўлган ҳароратларни ўлчашда ишлатилади.

Иссиқлик нурланиши нурланаётган жисм ички энергиясининг электромагнит тўлқинлари тарзида тарқалиш жараёнидан иборат. Бу тўлқинлар бошқа жисмлар томонидан ютилганда улар қайтадан иссиқлик энергиясига айланади. Жисмлар ҳароратига тенг бўлган электромагнит тўлқинларни 0 дан ∞ гача бўлган ораликда тарқатади. Қаттиқ ва суюқ моддаларнинг кўпи нурланишнинг узлуксиз спектрига эга, яъни барча узунликлардаги тўлқинларни тарқатади. Бошқа моддалар (соф металллар ва газлар) нурланишнинг селектив спекторига эга, яъни улар тўлқинларни спектрнинг маълум чегараларидагина тарқатади. Тўлқин узунлиги $\lambda \approx 0,4$ дан $\lambda \approx 0,76\text{мкм}$ гача бўлган чегара кўринадиган спектрга мос келади. Кўринадиган спектрнинг ҳар бир тўлқин узунлиги маълум рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,4$ дан $\lambda \approx 0,44$ мкм гача бўлган тўлқин узунликлари тўқ бинафша рангга, $\lambda \approx 0,44$ дан $\lambda \approx 0,49$ мкм гача — кўк зангори, $\lambda \approx 0,49$ дан $\lambda \approx 0,59$ мкм гача тўқ ва оч яшил; $\lambda \approx 0,58$ дан $\lambda \approx 0,63$ мкм гача — сариқ— тўқ сариқ; $\lambda \approx 0,63$ дан $\lambda \approx 0,76$ мкм гача — оч ва тўқ қизил рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,76$ узунликдаги тўлқинлар кўринмайдиган инфрақизил иссиқлик нурига киради.

Қиздирилган жисм ҳароратини орттириб борган сари ва унинг ранги ўзгариб бориши билан спектрал энергетик равшанлик, яъни маълум узунликдаги тўлқинлар (равшанлик) тезда ортади, шунингдек, йиғинди (интеграл) нурланиш сезиларли ортади. Қиздирилган жисмларнинг кўрсатилган хоссаларидан уларнинг ҳароратини ўлчашда фойдаланилади. Шу хоссаларга қараб нурланиш пирометрлари квазимонохроматик (оптик) спектрал нисбатли (рангли) ва тўлиқ нурланишли (радиацион) пирометрларга бўлинади.

Назарий жиҳатдан мутлақ қора жисмнинг нур чиқариши ҳодисасига асосланиш мумкин, унда нур чиқариш коэффиценти деб 1 қабул қилинади.

Агар жисм ўзига тушаётган нур энергиясини бутунлай ютса, у жисмни мутлак қора жисм дейилади. Барча реал физик жисмлар ўзига тушаётган нурларнинг бирор қисмини қайтариш қобилятига эга. Шунинг учун, жисмнинг нур чиқариш коэффициенти бирдан кичик, шу билан бирга у маълум жисм табиатига ҳам, унинг сиртки ҳолатига ҳам боғлиқ. Табиатда мутлак қора жисм йўқ, аммо ўз хоссаларига кўра мутлак қора жисмга яқин бўлган жисмлар мавжуд. Масалан, қора ғадир-будир бўёқ (нефть куруми) билан қопланган жисм барча нур энергиясини 96% гача ютади.

Спектрал энергетик равшанлик ва интеграл нурланиш модданинг физик хоссаларига боғлиқ. Шунинг учун, пирометрлар шкаласи мутлак қора жисм нурланиши бўйича даражаланади. Ҳарорат ортиши билан спектрал энергетик равшанликнинг ортиши турли узунликдаги тўлқинлар учун турлича ва нисбатан унча юқори бўлмаган ҳароратлар соҳасида мутлак қора жисм учун Вин тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \quad (2.79)$$

бунда $E_{0\lambda}$ — λ узунликдаги тўлқин учун мутлоқ қора жисмнинг спектрал энергетик равшанлиги; T — жисмнинг мутлак ҳарорати; C_1 ва C_2 — нурланишнинг қабул қилинган бирликлар тизимида боғлиқ бўлган константалари қиймати; $C_1 = 2 \pi h C^2$, h — Планк доимийси; C — ёруғлик тезлиги; $C_2 = NhC/R_r$, N — Авогадро доимийси; R_r — универсал газ доимийси; e — натурал логарифм асоси.

Турли узунликдаги тўлқинларнинг спектрал энергетик равшанлиги бир хил бўлмагани учун Вин тенгламасини оптик пирометрияда маълум узунликдаги тўлқинлар учун қўлланилади (одатда тўлқин узунлиги 0,65 ёки 0,66 мкм бўлган қизил ранг учун). Вин тенгламасидан тахминан 3000 °К гача бўлган ҳароратлар учун фойдаланса бўлади. Ундан ҳам юқорироқ ҳароратларда мутлак қора жисмнинг нурланиш жадаллиги Планк тенгламаси билан характерланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot (e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (2.80)$$

Мутлак қора жисмнинг интеграл нурланиши Стефан — Больцман тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (2.81)$$

бу ерда, C_0 — мутлақ қора жисмнинг нурланиш доимийси; T — нурланаётган сиртнинг мутлақ ҳарорати, ^0K .

Реал физик жисмлар энергияни мутлақ қора жисмга қараганда камроқ жадаллик билан нурлантиради. Квaziмонохроматик пирометр билан ҳам тўла нурланиш пирометри билан ўлчаш натижасида шартли ҳарорат деб аталадиган ҳароратга эга бўлинади. Шартли ҳароратдан (равшанлик ҳароратидан) ҳақиқий ҳароратга ўтиш учун Вин тенгламасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Физик жисмнинг квазимонохроматик пирометр ёрдамида ўлчанган ёруғлик ҳарорати T_λ бўйича ҳақиқий ҳарорати T қиймати қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$T = \left(\frac{1}{T_\lambda} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\varepsilon_\lambda} \right)^{-1} \quad (2.82)$$

бу ерда, T_λ — жисмнинг пирометр ёрдамида ўлчанган равшанлик (шартли) ҳарорати, ^0K ; λ — тўлқин узунлиги, мкм; C_2 — Вин тенгламаси доимийси; ε_λ — жисмнинг берилган тўлқин узунлиги учун қоралик даражаси.

Реал жисм ҳарорати T нинг тўлиқ нурланиш пирометри ёрдамида ўлчанаётган ҳақиқий қиймати қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$T = T_y \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}} \quad (2.83)$$

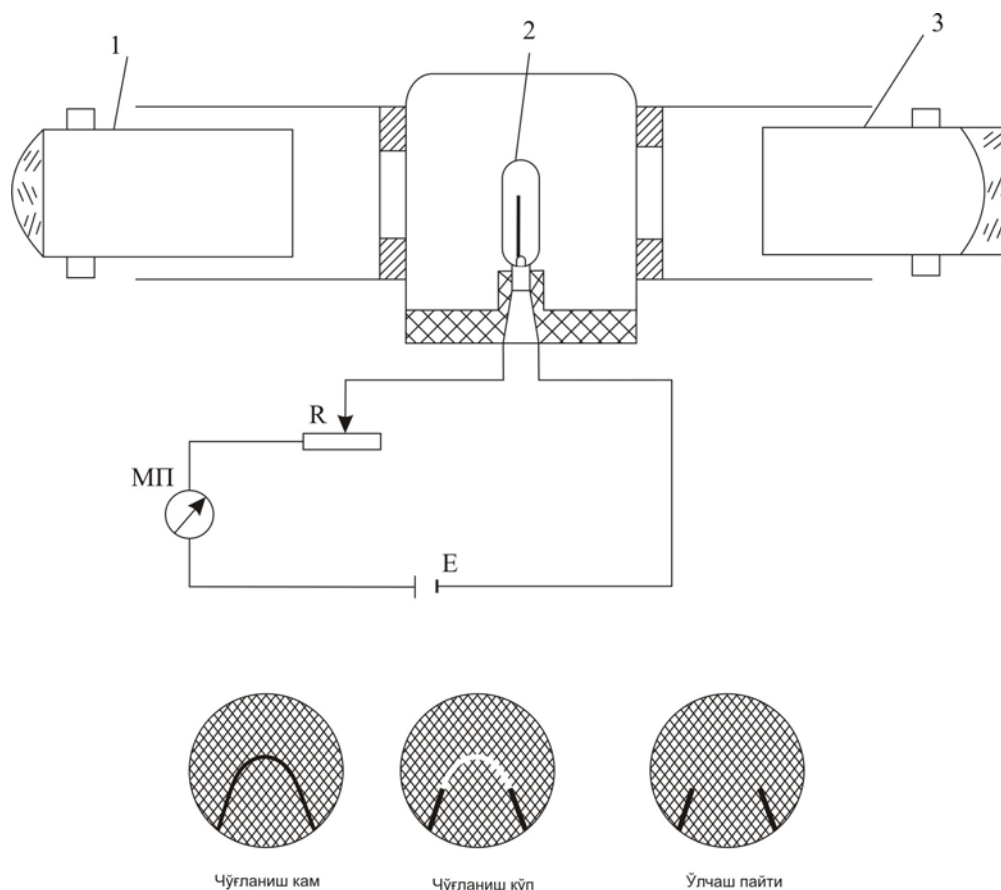
бу ерда, T_y — тўлиқ нурланиш пирометри билан ўлчанган шартли ҳарорат; ε — барча узунликдаги тўлқинлар учун жисмнинг қоралик даражаси.

Квaziмонохроматик (оптик) пирометрлар

Оптик пирометрларнинг ишлаш принципи ҳарорати ўлчанаётган жисмнинг нурланиш равшанлигини эталон жисмларнинг монохроматик нурланиш равшанлиги билан солиштиришга асослаган. Эталон жисм сифатида, одатда, нурланиш равшанлиги ростланадиган чўғланиш лампасининг толасидан фойдаланилади. Бу гуруҳдаги кенг тарқалган асбоблардан бири — чўғланиш толаси йўқолиб кетадиган монохроматик оптик пирометрдир. Бу асбобнинг принципиал схемаси 2.24- расмда келтирилган. Қиздирилган жисмнинг

нурланиш оқими объектив 1 орқали йиғилади ва пирометрик лампа 2 нинг тоза юзасига проекцияланади. Окуляр 3 ёрдамида объектнинг тасвири билан кесишган лампа толасининг тасвири кузатилади. Лампа толаси таъминлаш манбаи Е нинг ўзгармас токидан чўғланади. Манбанинг кучланиши реостат R ёрдамида секин-аста ростлаш йўли билан объект ва тола равшанликлари тенглашгунча ошириб борилади. Шу пайт объект тасвири билан кесишган толанинг қисми, расмда кўрсатилганидек, йўқолиб кетади. Равшанликлари тенглашгандан сўнг ток кучини ёки лампа кучланишини ўлчайдиган асбоб билан пирометр кўрсатишлари ҳисобланади.

Оптик пирометрларнинг ҳароратни ўлчаш оралиғи 800°C дан 10000°C гача. Йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегараси $\pm 1,5\%$ дан ошмайди.



2.24 – расм. Оптик пирометрнинг принципиал схемаси

Оптик пирометр кўчма асбобдир. У билан узлуксиз ўлчаш ва ҳароратни қайд қилиш мумкин эмас.

Бундай пирометрдан фарқли ўларок, фотоэлементли пирометрлар (фотоэлектр пирометрлар) кўрсатишларни ёзиб олиш ва уларни масофага

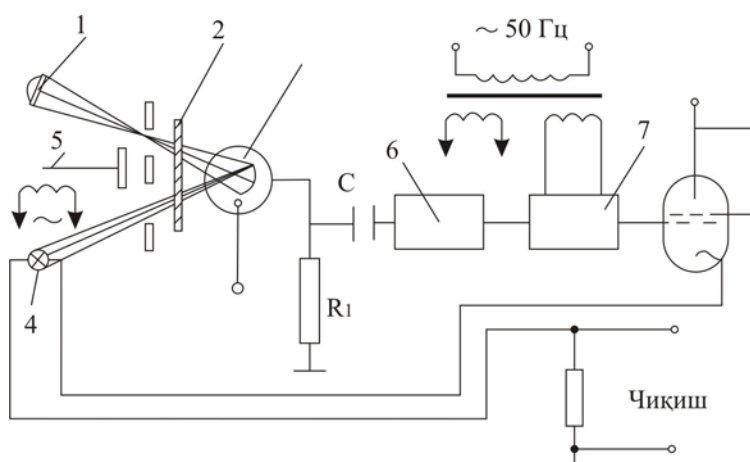
узатиш имконига эга. Бу асбоблардан тез ўтадиган жараёнлардаги ҳароратни ўлчашда фойдаланилади.

Фотоэлектр пирометрларнинг ишлаш принципи фотоэлементнинг фототокни ўзгартириш хусусиятига асосланган. Фототок тушаётган ёруғлик оқими интенсивлигига боғлиқ бўлиб, унинг кучи куйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$I = a \cdot T^n \quad (2.84)$$

бу ерда, a — асбобнинг сезгирлигига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; n —асбобнинг спектр характеристикасига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; T —физик жисмнинг ҳарорати.

Олинган ҳароратнинг нурланишини характерловчи фототок жуда кичик бўлиб, уни кучайтириш учун электрон кучайтиргичлар қўлланади.



2.25 – расм. Фотоэлектр пирометрнинг принципиал

ФЭП (2.25-расм) туридаги фотоэлектр пирометрларда нур оқими бўйича манфий тескари боғланишдан фойдаланилади. Мазкур боғланиш ёруғлиги электрон кучайтиргич чиқишида кучланиш функциясидан иборат бўлган қиздириш лампасининг фотоэлементи ёритиши билан амалга оширилади. Нурланаётган жисмдан чиқаётган нур оқими линза билан бир жойга йиғилади ва қизил ёруғлик фильтри 2 кассетасининг юқори тешиги орқали фотоэлемент. 3 га тушади.

Фотоэлементга кассетанинг пастки тешиги орқали ҳам чўғланиш лампаси 4 дан нур оқими тушади. Фотоэлементнинг галма-гал гоҳ нурланаётган жисмдан, гоҳ чўғланиш лампасидан ёритилиши ёруғлик фильтри кассетасининг олдида ўрнатилган ёруғлик модуляторининг 50 Гц частота билан тебранувчи тўсиғи 5 ёрдамида таъминланади.

Ёруғлик фильтри кассетасида тебранувчи тўсиқ ва тешиклар шакли шундай танланганки, фотоэлементга иккала нурланиш манбаининг синусоидал ўзгарувчи нур оқимлари тушади. Бунда иккала нур оқимларининг фазалари 180° га силжиган бўлади.

Фотоэлемент чиқишида фототок пайдо бўлади, унинг катталиги жисм ва лампа томонидан ёритилганлик даражасига боғлиқ. Шу ёритилганликлар тенг бўлмаса, фотоэлемент занжирида ўзгарувчан фототок ҳосил бўлиб, у ё жисм фототоки билан, ё лампа фототоки билан устма-уст тушади. Бу ток фотоэлемент чиқишида R_1 резисторда кучланишнинг синусоидал тушувини ҳосил қилади, бу кучланиш C конденсатор орқали уч босқичли электрон кучланиш кучайтиргичи 6 га узатилади. Фототокнинг нур оқимлари фарқига мутаносиб бўлган ўзгарувчи ташкил этувчиси 6 кучайтиргичда кучайтирилади ва фотосезгир детектор 7 орқали электрон лампага узатилади. Шу лампа токи чиқиш параметридан иборат. Электрон лампанинг анод занжирига манфий тескари боғланишли лампа 4 уланган. Лампани қиздириш токи ўлчанаётган жисм ва лампанинг ёритилганлиги ўзарр тенг бўлгунча ва фототокнинг ўзгарувчи ташкил этувчиси ўзаро нолга тенг бўлгунча ўзгартириб борилади. Бу билан лампадаги ток кучи ўлчанаётган жисмнинг ёруғлик ҳарорати билан бир қийматли боғлиқ бўлиб қолади.

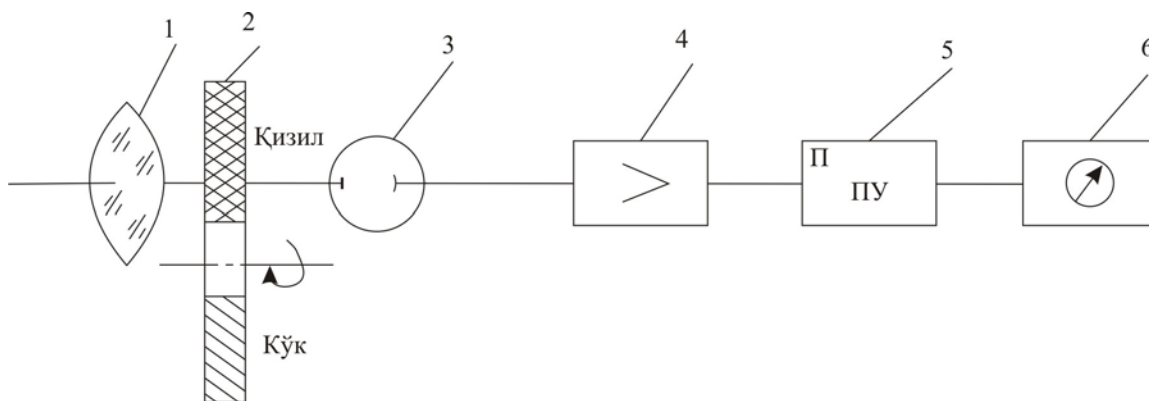
Лампани таъминловчи ток кучи тезкор автоматик потенциометр билан лампа занжиридаги R қаршиликдаги кучланиш тушуви миқдори бўйича ўлчанади. Потенциометр ёруғлик ҳарорати даражалари билан даражаланган. Фотоэлектр пирометрнинг ўлчаш чегаралари 800 дан 4000°C гача. Асосий хатолик ўлчаш юқори чегарасининг $\pm 1\%$ ини ташкил этади

Спектрал нисбатли (рангли) пирометрлар

Рангли ёки спектрал пирометрлар қиздирилган жисмнинг нурланиш спектридаги энергиянинг нисбий тақсимланиши бўйича ҳароратни ўлчашга мўлжалланган. Ҳарорат чўғланган жисмнинг спектрида танланган соҳа, масалан, кўк соҳалардаги равшанликлар нисбатидан аниқланади. Агар чўғланган жисмнинг нурланиш спектрида λ_1 ва λ_2 тўлқин узунлигидаги иккита монохроматик нурланиш (қизил ва кўк соҳада) танланса, ҳарорат ўзгариши билан бу нурланишлар равшанликларининг нисбати ҳам ўзгаради. Қора бўлмаган жисм учун равшанликлар нисбати қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}} R_{\kappa} \quad (2.85)$$

бу ерда, ε_{λ_1} ва ε_{λ_2} — λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликларининг нурланиш қобилияти коэффиценти; R_{κ} — қора жисм учун λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликлари равшанлиги нисбати.



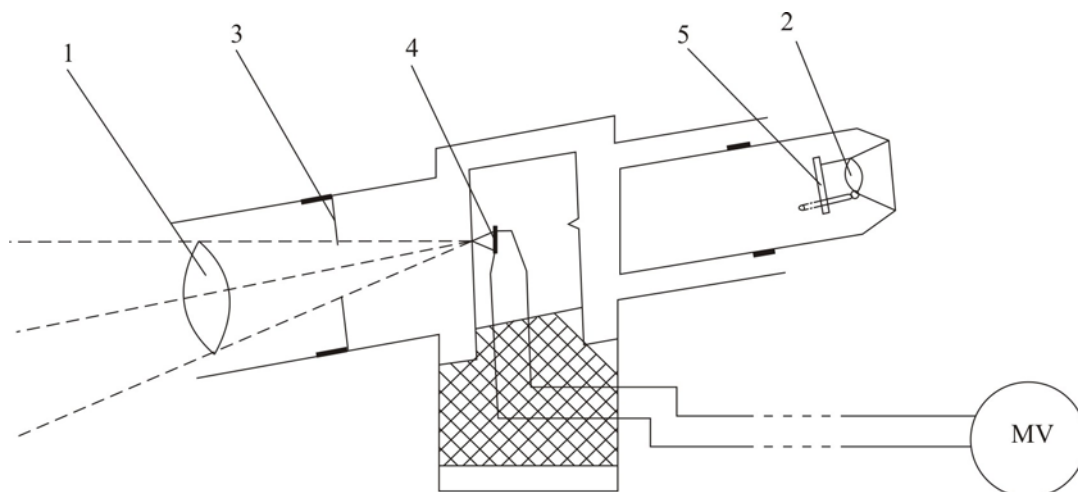
2.26 – расм. Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципиал схемаси.

Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципиал схемаси 2.26- расмда кўрсатилган. Ўлчанаётган жисмдан чиққан нурланиш объектив 1 орқали ўтиб, фотоэлемент 3 га тушади. Фотоэлемент олдида қизил ва кўк фильтрли айланувчи дисксимон обтюратор 2 ўрнатилган. Фотоэлемент гоҳ қизил, гоҳ кўк ранглар билан ёритилади ва шунга кўра тегишли импульслар чиқаради. Бу импульслар электрон кучайтиргич 4 билан кучайтирилиб, логарифмловчи қурилма 5 орқали ўзгармас токка айлантирилади. Бу ток қайд қилинади. Пирометрнинг ўлчаш чегараси 1400°C дан 2800°C гача. Асосий хатолик ўлчаш юқориги чегарасининг $\pm 1\%$ ини ташкил этади.

Ҳозирги вақтда ПИТ-1 деб аталадиган пирометрлар кенг ёйилмоқда. Улар спектрал нисбатли пирометрдан иборат бўлиб, хотирасида сақланадиган ахборот асосида ҳисобланадиган тузатишни автоматик киритилади. Пирометр $800...2000^{\circ}\text{C}$ ўлчаш диапазониغا мўлжалланган. Ҳақиқий ҳароратни ўлчаш хатолиги $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Тўлиқ нурланиш (радиацион) пирометрлари

Радиацион пирометрлар (тўлиқ нурланиш пирометрлари) киздирилган жисмнинг ҳароратини ўлчашга мўлжалланган. Пирометр оптик тизим (линза, ойна) билан таъминланган. Бу тизим жисмдан чиққан нурларни митти термобатарея, қаршилик термометри ва ярим ўтказгичли термоқаршиликлардан иборат ўзгартгичга тўплайди. Ўлчаш асбоблари сифатида милливольтметр, автоматик потенциометр ва мувозанатлаштирилган кўприклардан фойдаланилади.



2.27 – расм. Радиацион пирометрнинг принципиал схемаси.

2.27- расмда термобатареяли радиацион пирометрнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Пирометр объектив линза 1 ва окулярли телескоп 2 дан иборат. Нурланиш манбаидан чиққан нурларнинг йўлида чекловчи диафрагма 3 ўрнатилган, объектив линза фокусига эса термобатарея 4 жойлашган. Окуляр линза олдида кўзни муҳофаза қилувчи рангли шиша 5 қўйилган. Термобатареяда тўпланган нурлар уни қиздира бошлайди ва нурланишнинг тўлиқ энергиясига мутаносиб бўлган ЭЮК пайдо бўлади. Бу ЭЮК милливольтметр билан ўлчанади.

100° дан 4000° гача ҳароратни ўлчайдиган радиацион пирометрларнинг турли тузилишлари мавжуд бўлиб, улар ўзларининг оптик тизими, термोजуфтларни улаш схемаси ва бошқа элементлари билан фарқ қилади. Ўзгарткичлари қаршилиқ термометридан иборат бўлган баъзи радиацион пирометрларга нисбатан кичик, масалан, 20°C дан 100°C гача ҳароратларни ўлчай олади. Ўзгарткич қабул қиладиган нурлар энергиясини аниқ ҳисобга олиш жуда қийин. Чунки ўзгарткич ва атроф муҳит ўртасида ўзаро иссиқлик алмашуви мавжуд. Шунинг учун, асбоб ҳисобга олиб бўлмайдиган хатоларга йўл қўйиши табиий.

Лекин шу камчиликларга қарамай, радиацион пирометрлар саноатда жуда кенг қўлланилади. Пирометрларнинг кўрсатишларини масофага узатиш ёки автоматик равишда ёзиб олиш ва улар ёрдамида ҳароратни ростлаш мумкин. 2500°C гача ҳароратни ўлчашда пирометр кўрсатишларининг хатоси $\pm 1,5\%$, 2500°C дан ортиқ ҳароратни ўлчаганда эса $\pm 2,5\%$ дан ошмайди.

Сериялаб чиқарилаётган АПИР-С туридаги тўлиқ нурланиш пирометрлари ҳароратни 30 дан 2500°C гача бўлган ораликда ўлчашга мўлжалланган. Махсус тайёрланган пирометрлар—100 дан +3500°C гача ҳароратлар оралиғида қўлланилади.

2.7-§. ҲАРОРАТНИ МАХСУС ЎЛЧАШ ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Қаттиқ жисмлар сиртининг ҳароратини ўлчаш

Сиртларнинг ҳароратини контактли ва контактсиз усуллар билан ўлчаш мумкин. Ҳароратни контактли термометрлар билан ўлчашда, одатда, иккита муаммо мавжуд:

- 1) термометр ва ўлчанаётган сирт ҳароратларининг тенглигини таъминлаш керак;
- 2) термометр билан ўлчаш жойида ҳароратнинг ёки сиртнинг ҳарорат майдонининг бузиб кўрсатилишини йўқотиш зарур.

Термометр ва ўлчанаётган сирт ҳароратларининг тенглигини таъминлаш учун ўлчаш объекти сиртидан термометрга иссиқлик ўтишининг энг яхши шароитларини яратиш лозим. Яхши иссиқлик контактини таъминлаш учун махсус тайёрланган термометрни сиртга елимлаш, кавшарлаш ёки пайвандлаш мақсадга мувофиқ..

Ўлчаш объекти сиртининг ҳарорати ёки ҳарорат майдонининг бузилишига термометрнинг ўлчанаётган сиртга қўшимча иссиқлик олиб келиши ёки олиб кетиши сабаб бўлиб, ишлаган вақтида юз беради. Шунинг учун, сирт ҳароратини ўлчаш жойида қўшимча иссиқлик алмашиш бўлмайдиган шароитлар яратиш керак. Баъзан термометр орқали иссиқлик алмашишидан қочиш мумкин бўлмаганда, шу иссиқлик алмашишни ҳарорат ўлчанадиган жойдан бошқа жойга кўчиришга ҳаракат қилинади.

Сирт ҳароратини, масалан, қувур ҳароратини узлуксиз ўлчаш учун термометрни сиртга махсус қисқич билан тақаб қуйилади. Қувурнинг изоляцияси борлиги ўлчаш жойидан иссиқликни чиқиб кетиши (ёки иссиқлик кириб келиши) амалда мумкин эмаслигини тақозо қилади ва шунинг учун, термометр сирт ҳароратини бузиб кўрсатмайди.

Ҳаракатдаги сиртларнинг (валларнинг, каландрларнинг ва б.) ҳароратини ўлчаш анчагина мураккаб. Бундай ҳолда нурланиш бўйича контактсиз ўлчаш усулларида фойда-ланиш мақсадга мувофиқ, аммо бу усулларни қўллашни амалга ошириб булмайди, чунки ўлчанаётган сиртни туғридан-туғри кўриш мумкин эмас ва ҳ. Шунинг учун, контактли термометрлар кенг қўлланилади. Бунда иссиқлик қабул қилгич (термоприёмник) билан ҳарорати ўлчанаётган сиртнинг ишқаланишига боғлиқ бўлган қатор қўшимча хатоликлар пайдо бўлади. Шу хатоликлар термоприёмник контактининг тўғрилигига, назорат қилинаётган сирт тозаллигига ва бошқа омилларга боғлиқ. Сирт айланма ҳаракат қилганда сигналнинг узатилиши айланма контактли қурилма орқали амалга оширилади. Унинг содда варианты контакт халқаларидир.

Аланга (газ оқимларининг) ҳароратини ўлчаш

Аланга ҳароратини ўлчашнинг ўзига хос хусусиятлари ва қийинчиликлари бор. Ўлчаш усулини танлашда ўлчанаётган ҳароратлар даражаси, мақбул аниқлик ва аланга тури таҳлил қилинади. Аланга ҳарорати кўпгина саноат қурилмаларида 1600...1900°C атрофида бўлади. Уни нурланиш пирометрлари ёки контактли термометрлар ёрдамида ўлчанади. Бу ҳароратни нурланиш бўйича ўлчаганда уни пирометрнинг визирлаш ўқи бўйлаб фазовий ўрталаштириш юз беради. Ўлчаш натижаларига алангадаги нурланиш компонентлари таъсир этади. Пирометр қабул қиладиган тўлқинлар узунлигини танлаш катта аҳамият касб этади. Газларнинг нур тарқатмайдиган иссиқ ёки совуқ қисмларини махсус бўямасдан туриб, пирометрлар билан ўлчаб бўлмайди.

Бундай ўлчашнинг камчиликларидан бири ҳароратни оптик ўқ бўйлаб ўрталаштиришдир. Шунинг учун, топилган натижа аланганинг қайси нуқтасига тегишли эканини аниқлаб бўлмайди. Бу жиҳатдан ўлчамлари унча катта бўлмаган термоэлектр термометрларни қўллаш катта афзаликларга эга. Аммо бундай термометрнинг ҳарорати газ ҳароратидан анча (100...200°C га) фарқ қилиши мумкин, чунки у термометрнинг иссиқлик баланси бўйича аниқланади.

Эритманинг ҳароратини ўлчаш

Эритмаларнинг ҳароратини ўлчаш мураккаблиги асосан термометр ҳимоя ғилофининг занглаши билан боғлиқ. Туз эритмаларининг ҳароратини ўлчашда ҳимоя ғилофлари бир неча ўн соатдан кейин эритманинг агрессив таъсири сабабли ишдан чиқади. Шунинг учун, кўпинча ғилофни сифатсиз, арзон, осонлик билан алмаштириладиган, бир вақтда терможуфт электродидан иборат бўладиган пўлатдан ясалади. Шиша эритмалари ҳароратини ўлчаш учун ҳимоя ғилофлари углеродли ёки қимматбаҳо металллардан ясалади.

Қовушоқ муҳитлар ҳароратини ўлчашда маълум қийинчиликлар пайдо бўлади. Бу ҳолларда иссиқликка сезгир элементни осонгина тозалашни, кўпинча алмаштиришни ҳам таъминлаш зарур. Бунда сезгир элемент билан ўлчанаётган муҳит орасида етарли даражада яхши контакт таъминланган бўлиши керак.

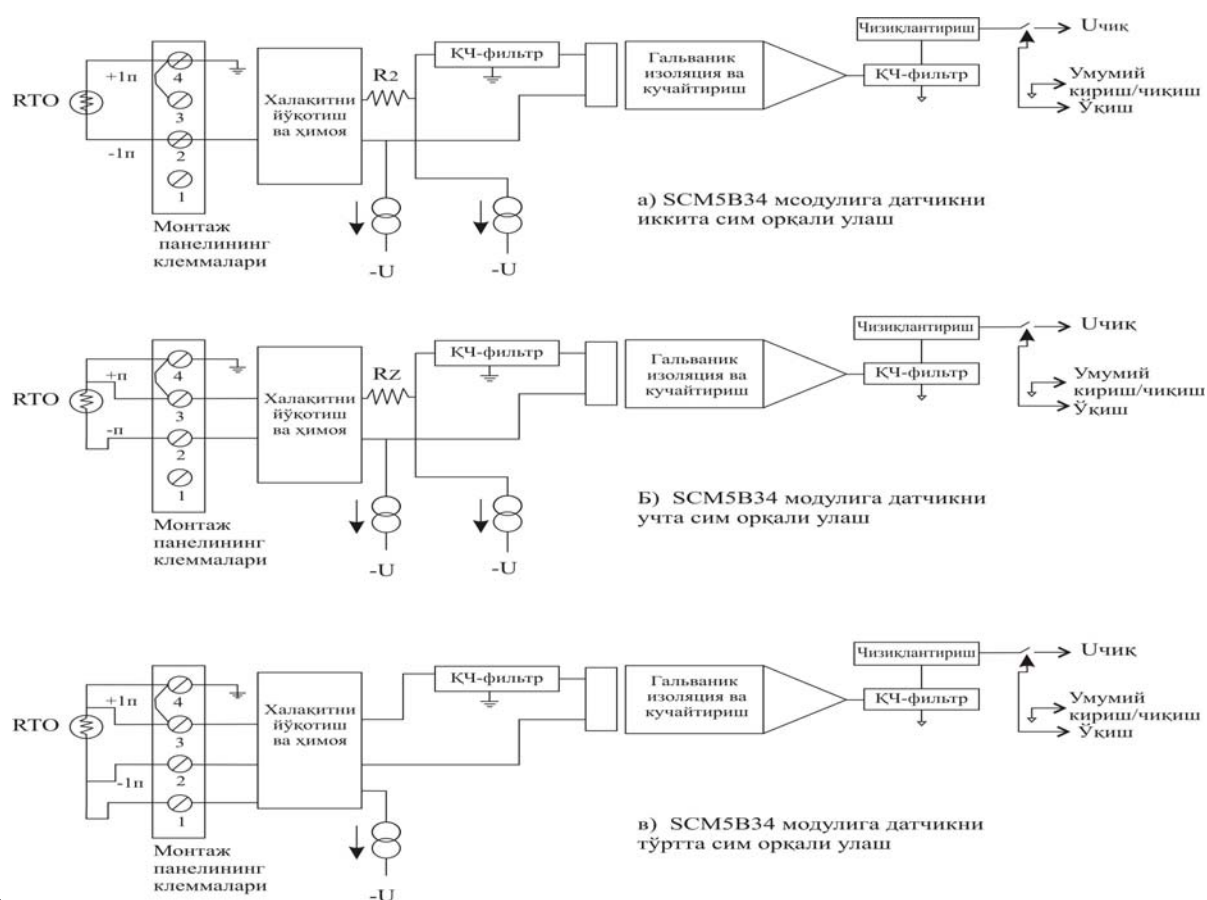
Бирор ўлчаш усулини танлаш ва унинг конструктив бажарилиши эритма ҳароратини ўлчашнинг конкрет шароитлари, уларнинг турли материаллар билан ўзаро таъсирлашуви, нурланиш қобиляти ва бошқа физик ҳамда кимёвий хоссалари билан белгиланади.

2.8-§. Ҳарорат ўлчашнинг замонавий воситалари

Ҳароратни юқори аниқликда ўлчаш бу жуда мураккаб жараён. Кўриб чиқилган ечимлар ҳал қилинаётган масаланинг фақат назарий қисмидир. Амалда фақат ўлчаш тизимини яратиш тўғрисидагина ўйлашга тўғри келибгина қолмай, балки олинган катталиқни назорат – ҳисоблаш мажмуига ёки АБС га қандай қилиб киритиш тўғрисида ўйлашга тўғри келади. Кўпинча ўлчанган катталиқ ўзи бир бойлиқни ифодалайди, бироқ у тегишли бошқарувчи таъсир тўғрисида қарор қабул қилиш учун ёки кейинчалик ишлов бериш ва таҳлил қилиш учун бошқариш тизимининг маълуматлар базасига киритилиши керак. Датчикдан олинган сигнални филтрдан ўтказиш зарур, чунки кўпинча ўлчашлар саноат ҳалақитлари шароитида ўтказилади ва ўлчаш қисмини бошқариш мажмуидан ажратиб турадиган гальваник ажратгич (изоляция) бўлиши мақсадга мувофиқдир. Шунинг учун “эскича” усулда бажарилган соводли ечим тақдим этилса, у етарлича мураккаб, кўпол ва норентабель бўлиши аниқ бўлиб қолади. Бироқ, агар сигналларни меъёрлашнинг классик масаласини ечишга, уларни филтрлаш ва тизим қисмларини гальваник ажратишга эҳтиёж бор экан, у ҳолда саноат автоматлаштириш воситалари бозорида тегишли тайёр ечимлар мавжудлиги эҳтимоли бор. Мазкур ҳолда *Data forth* фирмасининг модуллари қизиқиш уйғотади. Агар ҳароратни термоқаршилиқлар ёрдамида ўлчаш тўғрисида аниқ гапирадиган бўлсак, у ҳолда бу фирма таклиф этаётган ечим жуда содда кўринади: датчик, масалан *Pt100* платинали қаршилиқлар термометри олинади ва *SCM5B34* ёки *SCM5B35* модулига уланади. (2.28 – расм, а,б,в).

Расмда қаршилиқ термометрининг *RTD* икки, уч ва тўрт симли уланиши вариантлари кўрсатилган. Шунини айтиб ўтиш жоизки, икки симли уланиш

уловчи симларнинг узунлиги унча катта бўлмаган ва ўлчашларнинг прецизион аниқлиги талаб этилмайдиган тизимларда фойдаланилади; бундай конфигурациянинг муҳим хусусияти ечимнинг қиймати минимал эканлигидир. Тўрт симли уланиш, одатда ўлчаш лабораторияларида фойдаланилади. Бундай конфигурацияда максимал аниқликка эришилади; *SCM5B35* модули ана шу мақсадлар учун махсус ишлаб чиқилган. Уч симли уланиш онгли келишув сифатида иштирок этади; у саноат автоматлаштиришда кўпинча фойдаланиладиган датчикни улаш варианты ҳисобланади. Буларнинг ҳаммаси оператив хизмат кўрсатиш учун етарлича қулай ва бирламчи ўзгартгичлардан сигналларни қуриш имконини беради. Ишчи ҳароратларнинг -40 дан ± 85 °C гача бўлган кенг оралиғи кўпчилик ҳолларда модулларни ўлчаш нуқтасига бевосита яқин жойда, компенсацияловчи симларнинг қисқа узунлиги ҳисобига маблағ тежаб ва қўшимча иситиш ёки совутишдан воз кечиб, жойлаштиришга имкон беради



2.28 – расм. Датчикнинг *SCM5B35* модулига улаш вариантлари

Яна шуни такидлаш жоизки, *Data forth* фирмаси модулларида фойдаланиш – сигналлари меъёрлаштириш масалаларининг ягона ечими эмас, бироқ уни шубҳасиз давр билан текширилган классикага тааллуқлилар тоифасига киритиш мумкин.

2-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Ҳарорат
2. Кенгайиш термометрлари
3. Манометрик термометрлар
4. Термобаллон
5. Капилляр найча
6. Манометрик пуржина (сезгир элемент)
7. Термоэлектр термометрлар
8. Милливольтметрлар
9. Потенциометрлар
10. Реохорд (калибрланган қаршилик)
11. Электрон кучайтиргич
12. Автоматик потенциометр
13. Термोजуфт билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткич
14. Қаршилик термометрлари
15. Логометр
16. Қаршиликлар ўлчашнинг кўприк усули
17. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприклар
18. Қаршилик термометрининг уч симли ўлаш усули
19. Қаршилик термометри билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткич
20. Нурланиш пирометрлари
21. Оптик (квазимонохроматик) пирометр
22. Рангли пирометр
23. Тўлиқ нурланиш (радиацион) пирометр

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ҳарорат нима ва ҳароратни қандай ўлчов бирликларини биласизми?

2. Ҳароратни ўлчаш усулларини изоҳлаб беринг
3. Кенгайиш термометрларининг турларини ва ишлаш усулларини тушунтириб беринг.
4. Манометрик термометрларнинг турлари ва ишлаш принципларини тушунтиринг.
5. Атроф муҳит ҳарорати $+20^{\circ}\text{C}$ дан четга чиққанда манометрик термометрларда қандай хатолик пайдо бўлади?
6. Ҳароратни кенгайиш ва манометрик термометрлар билан ўлчашда қандай фарқ бор?
7. Термоэффект нима?
8. Қандай стандарт термоэлектр термометрларини биласиз?
9. Милливольтметрни ишлаш принципини тушунтиринг?
10. Потенциометрларни турлари ва ишлаш принципини тушунтиринг.
11. Термоджувт билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткични бошқариш тизимида роли ва ишлаш принципини тушунтиринг.
12. Ҳароратни милливольтметр ва потенциометр билан ўлчаш ўртасида қандай фарқ бор?
13. Ҳароратни термоджувт билан ўлчашда алоҳида ток манбаи керакми?
14. Қаршилиқ термометрларини ишлаш принципини тушунтиринг.
15. Қандай стандарт саноат қаршилиқ термометрларини биласиз?
16. Логометрни ишлаш принципини тушунтиринг.
17. Қаршилиқлар ўлчашнинг кўприк схемаларини чизиб, ишлаш принципини тушунтиринг.
18. Автоматик кўприкларнинг турлари ва ишлаш принципини тушунтиринг.
19. Қаршилиқ термометрининг меъёрловчи ўзгарткичининг ишлаш принципини тушунтиринг.
20. Ҳароратни термоджувт ўлчаш қаршилиқ термометрлари билан ўлчашдан қандай фарқ қилади?

21. Ҳароратни ўлчашда логометр ва мувозанатлаштирилган автоматик кўприк асбоблари орасида қандай фарқ бор?
22. Нима учун ҳароратни ўлчашда нурланиш пирометрларини контакtsiz усул деб аталади?
23. Нурланиш пирометрларининг ишлаш принципини тушунтиринг.
24. Оптик, рангли, радиацион пирометрлар орасида қандай фарқ бор?
25. Нурланиш пирометрларининг юқори ўлчаш чегараси қанча?
26. Нурланиш пирометрлари кимё саноатининг қандай тармоқларида кенг ишлатилади?
27. Қаттиқ жисмлар сиртини, аланга ва қовушқоқ эритмаларининг ҳароратини ўлчашда қандай муаммолар мавжуд?

III боб. БОСИМНИ ЎЛЧАШ

3.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Босим технологик жараёнларнинг асосий параметрларидан биридир. Ишлаб чиқариш жараёнларининг тўғри олиб борилиши, кўпинча, босим катталигига боғлиқ бўлади.

Текис сиртга нормал таъсир кўрсатувчи текис тақсимланган куч **босим** деб аталади:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.1)$$

бу ерда, S — текислик юзи; F — шу текислик юзига текис ва тик таъсир қиладиган босим кучи.

Босим халқаро бирликлар тизимида паскаль (Па) билан ўлчанади. 1 Па қиймати жиҳатидан кучга перпендикуляр бўлган 1 м² юзага текис тақсимланган 1 Н куч ҳосил қилган босимга тенг (Н/м²). Каррали кПа ва МПа бирликлар кенг қўлланилади, кгк/см², бар, кгк/м² (мм сув уст.), мм сим. уст. каби бирликлардан ҳам фойдаланиш мумкин. 3.1-жадвалда кўп учрайдиган босим бирликларининг нисбати келтирилган.

3.1 – жадвал.

Босимнинг турли ўлчов бирликлари орасидаги нисбати.

Бирликлар	Па	Бар	кгк/см ²	кгм/м ² (мм сув. уст)	мм сим. уст.
1 Па	1	10 ⁻⁵	1,0197·10 ⁻⁵	0,10197	7,6006·10 ⁻⁵
1 Бар	10 ⁵	1	1,0197	1,0197·10 ⁴	750,06
1 кгк/см ²	9,8066·10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 кгк/м ² (мм.сув. уст)	9,8066	0,98066·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566·10 ⁻⁴
1 мм сим. уст	133,32	1,3332·10 ⁻³	1,33595·10 ⁻³	13,595	1

Ўлчашда мутлақ, ортикча, атмосфера ва вакуум босимлар мавжуд. $P_{\text{мут}}$ — **мутлақ босим** — модда ҳолатининг (суюқлик, газ, буғ) параметри бўлиб, $P_{\text{атм}}$ — атмосфера ва $P_{\text{орт}}$ — ортикча босимлар йиғиндисидан иборат:

$$P_{\text{мут}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{орт}} \quad (3.2)$$

Ортикча босим мутлақ ва атмосфера босимлари ораларидаги фарқдан иборат:

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} \quad (3.3)$$

Атмосфера босими — ер атмосферасидаги ҳаво устунининг босими; унинг қиймати барометрлар билан ўлчанади, шунинг учун, бу босим кўпинча **барометрик** босим деб аталади. Агар мутлақ босим атмосфера босимидан кичик бўлса, **вакуум (сйракланиш)** содир бўлади.

$$P_{\text{в}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{мут}} \quad (3.4)$$

Босим асбоблари ишлаш принципага ва ўлчанаётган катталикнинг турига кўра қуйидаги турларга бўлинади.

Босим ўлчайдиган асбоблар ишлаш принципларига кўра суюқликли, деформацион (пружинали), юк-поршенли, электр, ионли ва иссиқлик турларига бўлинади.

Ўлчанаётган босим катталикгининг турига кўра ўлчаш асбоблари қуйидаги турларга бўлинади:

- 1) манометр — мутлақ ва ортиқча босимни ўлчайди;
- 2) барометр — атмосфера босимини ўлчайди;
- 3) вакуумметр — берк идиш ичидаги суюқлик ва газ босимининг сийракланишини ўлчайди;
- 4) мановакуумметр — ортиқча босим ва сийракланишларни ўлчайди;
- 5) напоромер — кичик қийматли ортиқча босимни ўлчайди;
- 6) тягомер — кичик қийматли сийракланишни ўлчайди;
- 7) тягонапоромер — кичик қийматли босим ва сийракланишларни ўлчайди;
- 8) дифференциал манометр — икки босим айирмасини (босимлар фарқини) ўлчайди.

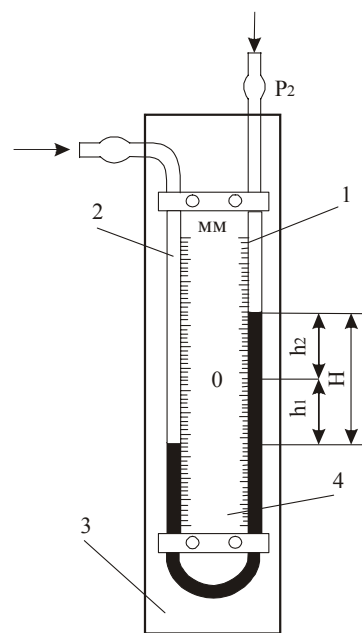
Қуйида саноатда энг кўп тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

3.2-§. СУЮҚЛИКЛИ БОСИМ ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

Суюқликли босим ўлчаш асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг суюқлик устунининг гидростатик босими билан мувозанатлашишига асосланган. Асбоблар турли иш суюқликлари, кўпинча симоб, трансформатор мойи, сув ва спирт билан тўлдирилади.

Асбобларда туташ идишлар принципи қўлланади. Уларда иш суюқлиги сатҳлари улар устидаги босим тенг бўлганда мос тушади, босим тенг бўлмаганда эса, суюқлик сатҳи шундай ҳолатни эгаллайдики, бир идишдаги ортиқча босим бошқа идишдаги суюқликнинг

ортиқча устунининг гидростатик босим билан мувозанатлаштирилади. Кўпгина суюқликли манометрлар иш суюқлигининг кўринадиган сатҳига эга. Ўша сатҳ бўйича кўрсатишларни бевосита ёзиб олиш мумкин. Шундай суюқликли асбоблар гуруҳи борки, уларда иш суюқлигининг сатҳи бевосита кўриниб



3.1 – расм. Икки найчали манометр

турмайди. Сатҳнинг ўзгариши қалқовичнинг силжишига ёки бошқа қурилма таснифларининг ўзгаришига олиб келади. Бу таснифлар ё рақамли қурилмалар ёрдамида ўлчанаётган катталиқнинг бевосита кўрсатишини, ёки унинг қийматини ўзгартириш ва масофага узатишни таъминлайди.

Суюқликли асбобларнинг баъзи турларини кўриб чиқамиз.

Икки найчали манометр. Босим, сийракланиш ва босимлар айирмасини (фарқини) ўлчаш учун сатҳи кўринадиган икки найчали U-симон манометрлардан, вакуумметрлардан ва дифманометрлардан фойдаланилади. Бундай манометрнинг принципиал схемаси 3.1-расмда тасвирланган. Икки тик туташ найча 1 ва 2 металл ёки ёғоч асос 3 га маҳкамланган бўлиб, унга шкала 4 ўрнатилган.

Агар найчанинг очик қисмидаги суюқлик устунининг гидростатик босими иккинчи қисмидаги босим билан мос келса, асбобда суюқлик устунни баландликлари бир ҳил ҳолатда бўлади. Шунга асосланиб, қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$P_{\text{мут}} \cdot S = P_{\text{атм}} \cdot S + H \cdot S \cdot g(\rho - \rho_1) \quad (3.5)$$

бу ерда, $P_{\text{мут}}$ – ўлчанаётган босим, Па;

$P_{\text{атм}}$ – атмосфера босими, Па;

S - найча кесимининг юзи, м^2

H – суюқлик сатҳининг (устун узунлигининг) фарқи, м;

ρ – суюқликнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_1 – манометрдаги суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$;

g – тезланиш кучи, $\text{м}/\text{с}^2$.

Демак,

$$P_{\text{мут}} = P_{\text{атм}} + H \cdot g(\rho - \rho_1), \quad (3.6)$$

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} = H \cdot g(\rho - \rho_1). \quad (3.7)$$

Агар манометрдаги суюқлик устида газ бўлса, у ҳолда:

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} = H \cdot g \cdot \rho. \quad (3.8)$$

Суюқлик устуни баландлигини топиш учун икки марта устун баландликларини ҳисоблаб чиқиш (бир тирсакдаги камайишини, иккинчисида эса, кўпайишини) ва уларнинг қийматини қўшиш лозим, яъни

$$H=h_1+h_2 \quad (3.9)$$

Босимлар фарқини (ўзгаришини) ўлчашда суюқликли дифференциал икки найчали манометрнинг бир тирсагига (мусбат) катта босим, иккинчи тирсагига эса (манфий) кичик босим берилади. Мусбат ва манфий тирсаклардаги суюқлик сатҳининг фарқи ўлчанаётган босимлар фарқига мутаносиб (ΔP):

$$\Delta P=P_1-P_2=H \cdot g(\rho-\rho_1). \quad \dots \quad (3.10)$$

Манометрларда иш суюқлиги капилляр кучларнинг таъсиридан халос бўлиш учун ички диаметри 8... 10 мм бўлган шиша найчалардан фойдаланилади. Агар иш суюқлиги сифатида спирт олинса, найчаларнинг диаметрини камайтириш мумкин.

Икки найчали манометрлардаги хатоликлар манбаи маҳаллий эркин тушиш тезланиши g нинг ҳисобий қийматидан четга чиқиши, иш суюқлиги ва ўлчанаётган муҳитнинг зичлиги ρ ҳам ρ_1 , h_1 ва h_2 баландликларни ўлчашдаги хатолардан иборат. Уларнинг кўрсатиш хатоси 20°C ҳароратда 2 мм дан ошмайди. Улар ноагрессив суюқлик ва газларнинг ортиқча босими ва сийракланишини 0...10 кПа чегараларда ўлчаш учун мўлжалланган. Мазкур асбоблардан босимлар фарқини ўлчашда дифманометр сифатида фойдаланиш мумкин.

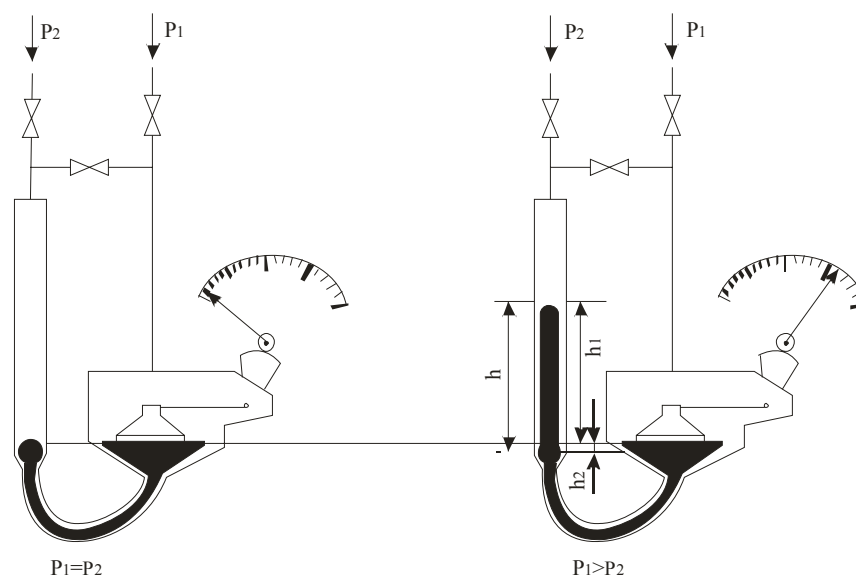
Тузилишига қараб найчали суюқликли асбобларнинг бир найчали (косали), оғма найчали ва бошқа турлари мавжуд. Бу асбоблар икки найчали асбобнинг бир тури бўлиб, иккинчи найча ўрнига кенг идиш (коса) ишлатилади.

Суюқликли асбоблар лаборатория ва ишлаб чиқариш тажрибасида кенг қўлланади. Уларнинг камчиликлари — кўрсатишларни масофага узатиш мумкин эмаслиги, ўлчаш чегараларининг кичиклиги, кўрсатишларнинг яққол эмаслиги ва механик мустаҳкам эмаслигидан иборат.

Техник ўлчашларда комбинациялашган суюқликли-механик асбоблар қўлланади. Улар юқорида кўрилган асбоблардан фарқли ўлароқ иш суюқлигининг кўринадиган сатҳига эга эмас. Уларга қалқовичли, қўнғироқли ва ҳалқали асбоблар киради.

Қалқовичли дифманометрлар. Қалқовичли дифманометрларнинг ишлаш принципа косали манометрларникига ўхшаш, аммо уларда босимни ўлчашда косадаги суюқлик сатҳи баландлигининг ўзгариши натижасида қалқовичнинг силжишидан фойдаланилади. Узатиш курилмаси ёрдамида қалқовичнинг силжиши стрелкага узатилади. Булар, кўпинча, босимнинг ўзгаришини ўлчаш учун ишлатилади.

3. 2- расмда қалқовичли дифманометр схемаси кўрсатилган. Катта босим бериладиган идиш мусбат, кичик босим бериладиган идиш манфий дейилади. Мусбат идишга $P_1 > P_2$ босим берилганда ундаги суюқлик сатҳи h_2 га пасайиб, манфий идишдаги сатҳ h_1 га кўтарилади. $P_1 - P_2$ босимлар айирмаси суюқлик устунинг h узунлиги орқали мувозанатлашади:



3.2 – расм. Қалқовичли дифманометр схемаси

$$h = h_1 + h_2 \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

Босимлар фарқинингг мувозанат шарти қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h \cdot g(\rho - \rho_1) \dots\dots (3.12)$$

бу ерда, ΔP — босимлар фарқи, Па;
 ρ — дифманометр ичидаги суюқликнинг зичлиги, кг/м³.

Цилиндр шаклидаги идишлар учун бу шарт қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$S_1 \cdot h_1 = S_2 \cdot h_2 \quad (3.13)$$

бу ерда, S_1 — манфий идиш кесимининг юзаси, м²; S_2 — мусбат идиш кесимининг юзаси, м²;

ёки

$$h_1 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.14)$$

бу ерда, d ва D — манфий ва мусбат идишларнинг диаметри, м.

(3. 14) тенгламадан

$$h_1 = h_2 \frac{D^2}{d^2} \quad (3.15)$$

(3. 15) тенгламни (3. 11) га қўйсак, қуйидагига эга бўламиз:

$$h = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right) \quad (3.16)$$

(3. 16) ни (3. 12) га қўямиз

$$p_1 - p_2 = \Delta P = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right) \cdot g \cdot (\rho - \rho_1) \quad (3.17)$$

Маълум асбоб учун $(1 + \frac{D^2}{d^2})$ ва $g(\rho - \rho_1)$ катталиклар доимий бўлгани учун уларни K ва K_1 орқали ифодаласак:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2 \quad (3.18)$$

Шундай қилиб, дифманометр идишларидаги босимлар фарқи қалқовичнинг силжиши билан таърифланади. Агар мусбат идишнинг ҳажми ўзгармас бўлиб, манфий идишнинг диаметри ва узунлиги ўзгартирилса, босимлар фарқини ўлчаш чегараларини ўзгартириш мумкин. (3.11) ва (3.15) тенгламаларни биргаликда ечиб, манфий идишнинг диаметрини топамиз, яъни:

$$d = D \sqrt{\frac{h_2}{h - h_2}} \quad (3.19)$$

(3.19) тенгламадан D , h ва h_2 ларнинг берилган қийматларида манфий идишнинг керакли диаметри аниқланади.

Қалқовичли дифманометрларнинг турли мақсадларга мўлжалланган хиллари чиқарилади. Симоб билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим фарқини ўлчаш чегараси 6,3 дан 25 МПа гача, ортикча босимни ўлчаш чегараси эса 4 дан 40 МПа гача. Мой билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим фарқини ўлчаш чегараси 40 Па дан 4 кПа гача, статик ортикча босимни ўлчаш чегараси эса 0,25 МПа гача. Техник дифманометрлар 1 ва 1,5 аниқлик синфида чиқарилади. Қалқович силжиши босимнинг максимал фарқида дифманометрнинг барча турлари учун 30,5 мм га тенг.

Кўрсатишларни 50 м дан ортик масофага узатиш зарур бўлган ҳолларда электр ва пневматик ўзгарткичли масофага узатувчи дифманометрлар қўлланади.

Асбобсозлик саноати ДП туридаги кўрсатувчи ва ўзи ёзар қалқовичли дифманометрлар чиқаради. Етти тур — ўлчамли алмаштириладиган манфий идишлар чиқарилади. Улар 25 МПа гача статик босимда 6,3 кПа дан 0,1 МПа гача бўлган босмлар фарқини ўлчайди. Асбобларнинг хатоликлари ўлчаш чегарасининг $\pm 2\%$ идан ошмайди.

Юқорида кўрилган суюқликли манометрларнинг ва дифманометрларнинг афзаллиги уларнинг соддалиги ва катта аниқликда ўлчашда ишончилигидадир.

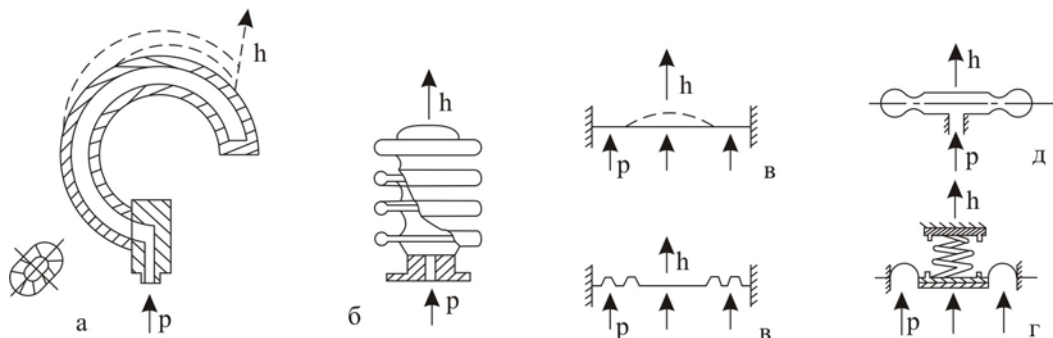
Қалқовичли дифманометрларда тўлдирувчи ишчи суюқлик сифатида симоб, вазелин мойи, шунингдек, трансформатор мойи ишлатилар эди, аммо симобнинг зарарлилиги туфайли унинг ишлатилиши кескин чекланган, шунинг учун, қалқовичли асбоблар ўрнига кўпроқ деформацион асбоблар ишлатилмоқда.

3.3-§. ДЕФОРМАЦИОН (ПРУЖИНАЛИ) АСБОБЛАР

Пружинали асбобларнинг ишлаш принципи босим таъсирида турли эластик элементларнинг деформацияланиши ёки уларнинг кучини ўлчашга

асосланган. Эластик элементда босим кучи таъсирида вужудга келадиган деформацияланиш натижасида ўлчов асбобининг стрелкаси тўғри чизиqli ёки бурчакли шкала бўйича силжиб, босим қиймати P ни кўрсатади.

Пружинали асбобларнинг ўлчаш аниқлиги юқори бўлиши учун улардаги эластик элементлар эластиклик модули ва иссиқлик кенгайиш коэффициентлари кам бўлган материаллардан тайёрланган бўлиши ва гистерезис ҳамда қолдиқ эластиклик ҳодисалари бўлмаслиги талаб қилинади.



3.3 - расм. Эластик сезгир элементлар

Пружинали асбоблар ортиқча босим, сийракланиш, босимлар фарқи ва шу кабиларни ўлчаш учун қўлланади. Кенг тарқалган эластик сезгир элементлар 3.3-расмда тасвирланган, уларга найчали пружина (а), сильфонли (б), ясси ва гофрланган мембраналар (в, г), мембранали кутича (д), бикр марказли юмшоқ мембраналар (е) киради.

Статик характеристиканинг шакли ва тиклиги сезгир элементнинг тузилишига, материалга ва ҳароратга боғлиқ. Сезгир элементларнинг эластиклик ҳолати куч бўйича қаттиқлик коэффициентлари билан характерланади:

$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{P \cdot S_{\Sigma}}{h} \quad (3.20)$$

бу ерда, F , S_{Σ} — мос равишда эластик сезгир элементга таъсир этадиган куч ва элементнинг фойдали юзи; h — сезгир элемент эркин учининг силжиши.

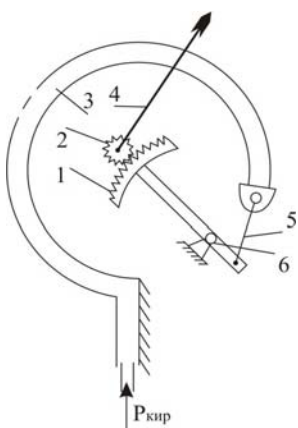
Пружинали асбобларнинг афзаллиги уларнинг соддалиги, ишончилиги, универсаллиги, ихчамлиги ва ўлчанаётган катталикларнинг катта диапазонидан иборат.

Найчасимон пружинали асбоблар. Сезгир элемент сифатида найчасимон манометрик пружина ишлатилган деформацион асбоблар лаборатория ва ишлаб чиқариш амалиётида кенг тарқалган. Айниқса, бир ўрамли найчасимон пружинали асбоб — манометр, вакуумметр, мановакуумметр ва дифманометрлар жуда кўп қўлланади.

Найчасимон пружинали асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг эластик деформация кучи билан мувозанатлашувига асосланган.

Айлана ёйи бўйича букилган эллиптик ёки ясси овал кесимли найчасимон пружина ичидаги ортиқча босим ёки сийракланишнинг ўзгариши натижасида ўзининг букилишини ўзгартиради (3.3-расм, а).

Ўлчанаётган ички ва ташқи атмосфера босимлари фарқи таъсирида найчали пружина деформацияланади: найча кесимининг кичик ўқи катталашади, катта ўқи кичиклашади, бунда пружина деформацияланади ва унинг эркин учи 1...3 мм га силжийди. 5 МПа гача бўлган босим учун найчали пружиналарни жездан, бронзадан, ундан ҳам юқори босимлар учун — легирланган пўлат ва никель қотишмаларидан тайёрланади.



3.4 – расм. Пружинали манометрнинг кинематик схемаси

3.4-расмда бир ўрамли пружинали манометрларнинг кинематик схемаси келтирилган. Босим ўзгариши натижасида пружина 3 учннинг силжиши тортқи 5 орқали 6 секторга узатилади. Секторнинг бурчакли силжиши тишли илашма ёрдамида трибка 2 нинг айланишига олиб келади. Трибканинг ўқи (3) кўрсатувчи стрелка 4 бириктирилган.

Найчанинг бўш учида силжиш унча катта бўлмагани сабабли, кўпинча, кўп ўрамли найчасимон пружиналар ишлатилади. Кўп ўрамли (геликоидал) найчасимон пружинали манометрларнинг иш органи олти, тўққиз ўрамли ясси найчадан ҳосил қилинган цилиндрик спираль

шаклга эга. Геликоидал найчасимон пружинали манометрлар ўзиёзар ва кўрсатишларни масофага узатувчи бўлади.

Найчасимон пружинали манометрлар кўрсатиш, ёзиш, сигнал бериш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун мўлжалланган.

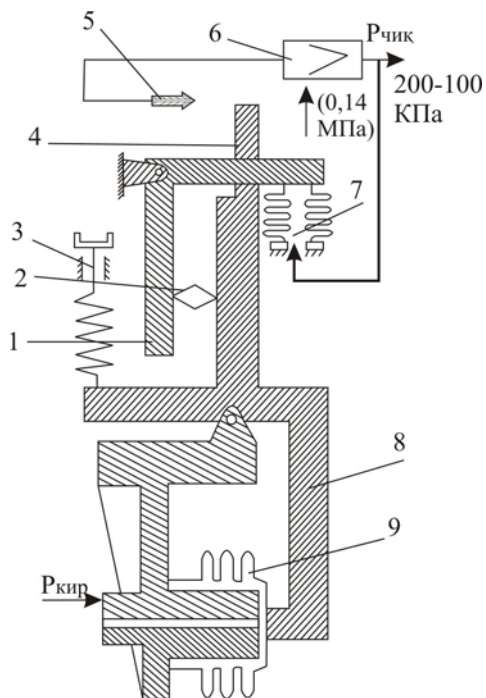
Ҳозир пневматик ва электр датчикларнинг унификацияланган тизимга киритилган пружинали асбобларнинг кўп турлари чиқмоқда.

Бу асбоблар стандарт пневматик, электр сигналларда ишлайдиган иккиламчи асбоблар ва махсус қурилмалар мажмуасида қўлланади. Асбобсозлик саноати 0,1 дан 1000 МПа ($1...10000 \text{ кгк/см}^2$) гача бўлган босимларни улчайдиган асбоблар ишлаб чиқаради. Техник манометр, вакуумметр ва мановакуумметрлар 1; 1,6; 2,5 ва 4 аниқлик синфига эга. Намуна асбобларнинг аниқлик синфи 0,16; 0,25 ва 0,4.

Сильфонли асбоблар. Сезгир элемент сифатида сильфон кенг қўлланмоқда. Сильфонлар жез, бронза, занглмас пўлат, пластмасса ва бошқалардан тайёрланади. Уларнинг баъзи турлари винтсимон пружинали қилиб тайёрланади, бунинг натижасида гистерезис ва нозизиқлик таъсири камайиб, асбобнинг ўлчаш чегараси кенгаяди. Сильфонлар бир қатламли ва кўп қатламли бўлади. Одатда, сильфонларнинг диаметри 12...100 мм, узунлиги 13...100 мм, қатламлари (гофрилари) сони 4...24 атрофида бўлади. Сильфонларнинг силжиши 2,8...21 мм. Уларнинг силжиш катталиги сильфонларни ўзиёзар асбобларда қўллашга имкон беради. Сильфонга таъсир этган ички ёки ташқи босим натижасида сильфон узунлиги ўзгаради.

Кўрсатувчи ва ўзиёзар асбобларда сильфонли сезгир элементлардан қуйидаги турлари ишлатилади: МСП, МСС (манометрлар); МВСС (мановакуумметрлар); ВСП, ВСС (вакуумметрлар); ДСП, ДСС (дифмонаметрлар); НСП, НСС (напорометрлар); ТмСП, ТмСС (тягометрлар); ТНСП, ТНСС (тягонапорометрлар). Бу асбобларнинг кўпчилиги пневматик ва унификацияланган электр датчиклар тизимига киради.

Сильфонли напорометр ва тягометрларда кичик босимларни 40000 Па (4000 кгк/м²); вакуумни (0,1 м Па гача); мутлақ босимни (2,5 мПа гача); ортиқча босимни (60 мПа гача); босимлар фарқини (0,25 мПа гача) ўлчаш учун қўлланади.



3.5 – расм. Сильфонли пневматик тягонапорометрнинг

3.5-расмда сильфонли пневматик тягонапорометр (ТНС-П) нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Бу асбоб ўлчашнинг пневматик тармоғига киради. Унинг вазифаси босим ёки сийракланишни масофага узатувчи мутаносиб пневматик сигналга узлуксиз айлантиришдир.

Асбобнинг ишлаш принципи пневматик куч компенсациясига асосланган. Компенсация махсус пневматик қурилма ёрдамида бажарилади. Ўлчанаётган босим ёки сийракланиш сильфон — сезгир элемент 9 ёрдамида мутаносиб кучга айланади. Бу куч автоматик равишда тескари боғланиш кучи

орқали мувозанатлашади. Мувозанатлаш рычаг 8, заслонка (тўсиқ) 4 ва Г-симон рычагдан ташкил топган пишангли механизм орқали бажарилади. Тескари боғланиш кучи компенсацион элемент — тескари боғланиш сильфони 7 даги сиқилган ҳаво босими орқали ҳосил бўлади. Ўлчанаётган босим ўзгариши билан пишанг 8 ва тўсиқ 4 соплго 5 га нисбатан силжийди. Натижада соплго 5 нинг йўлида (каналда) номослик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал кучайтиргич 6 дан тескари боғланиш сильфонига келаётган босимни ўзгартиради. Ўлчанаётган параметрнинг ўлчови бўлган босим бир йўла масофага узатиш линиясига (каналига) ҳам юборилади. Асбобни сошлаш учун ролик 2 хизмат қилади, у рычаг 1 ва 8 лар бўйлаб ҳаракат қилади. Пружина 3 асбобни ноль белгисига созлайди.

Пневматик сигнални 300 м масофага узатиш мумкин. Бундай сифонли асбоблар турли хилда ва русумда чиқарилади ҳамда турли чегарали ўлчовларга мўлжалланган. Уларнинг аниқлик синфи 1 ва 1,5.

Сифонларнинг асосий камчиликлари гистерезис мавжудлиги ва характеристиканинг бирмунча нозизиқлигидир. Гистерезис таъсирини камайтириш ва бикрликни ошириш мақсадида, кўпинча, сифон ичига пружина ўрнатилади.

Мембранали асбоблар. Сўнгги йилларда мембранали асбоблар тобора кенг қўлланмоқда. Бу асбобларда сезгир элемент сифатида эластик материаллардан тайёрланган юмшоқ, шунингдек гофрланган пластинкасимон мембраналар ёки гофрланган мембрана қутичалар ишлатилади. Мембранали асбоблар билан унча катта бўлмаган ортиқча босимлар ва сийракланишлар ҳамда босимлар фарқи ўлчаниб, манометрлар, напорметрлар, тягометрлар ва дифманометрлар русумли асбоблар мавжуд.

Мембрананинг эгилишдаги эластиклиги унинг геометрик ўлчамларига (диаметри, қалинлиги, гофрларининг сони, шаклига), материалига ҳамда унга таъсир қиладиган босимга боғлиқ. Мембранадаги гофрлар унинг бикрлигини оширади ва характеристикасининг тўғри чизиқли бўлишини таъминлайди.

Мембрананинг бикрлигини ошириш мақсадида унинг ўрта қисмига қаттиқ материалдан ясалган диск ёки пружина ўрнатилади. Мембрана резина, пластмасса, латунь, бронза ва бошқа материаллардан тайёрланади. Бронзадан тайёрланган мембрананинг қалинлиги ўлчанадиган босим қийматига қараб 0,02...1,0 мм бўлиши мумкин.

Мембранага иккала томондан таъсир этадиган босимлар фарқи таъсирида унинг маркази силжийди. Мембрана марказининг босим таъсирида силжиши катта эмас ва 1,5...2,0 мм ни ташкил этади. Бу ҳол асбобларнинг сезгирлигини камайтиради ва узатиш сони катта бўлган механизм қўллашни талаб этади. Мембрана асбобларнинг бу камчиликлари уларни ишлатиш доирасини чеклайди.

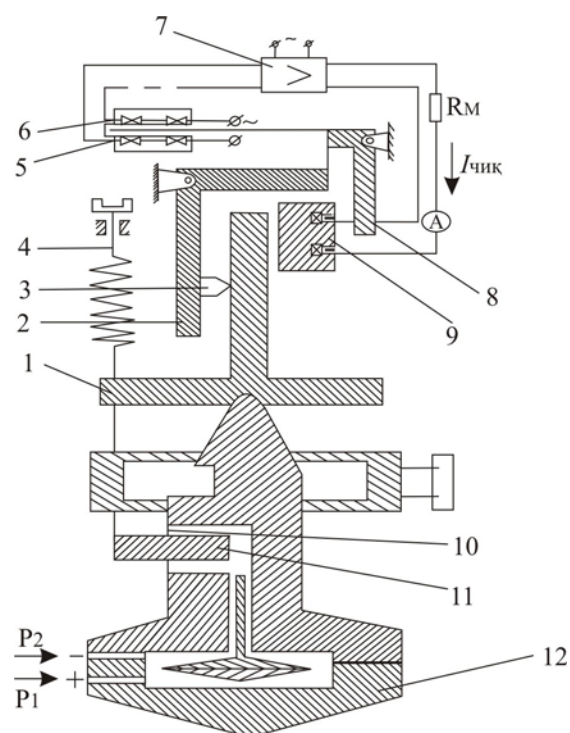
Мембрана эластик сезгир элементлар кўпроқ мембранали кутича кўринишида бўлиб, асбоблар кичик босим ва сийракланишни ўлчашда ишлатилади.

Бундай мембранали асбоблар ± 250 Па дан ± 25 кПа гача бўлган ўлчаш чегараларига мўлжалланган. Уларнинг аниқлик синфи 1,5 ва 2,5.

Электр ва пневматик тармоқлар таркибига кирган юмшоқ мембранали дифманометрлар (ДМ) кенг тарқалган. 3.6-расмда мембранали электр дифманометрнинг принцинал схемаси келтирилган.

Асбобнинг ишлаш принципи электр сигналли куч компенсациясига асосланган. Ўлчанаётган босимлар фарқи мембранали ўлчаш блоки 12 нинг мусбат ва манфий камераларига берилади. Мембрана ёрдамида босимлар фарқи мутаносиб кучга айлантирилади. Мембранада ҳосил бўлган куч пишанг 11 ёрдамида ўзгартгичнинг пишангли узатиш механизмига узатилади.

Ўзгартгич Т-симон пишанг 1, Г-симон пишанг 2 ва пишанг 8 дан иборат бўлиб, тескари боғланиш кучи билан мувозантланади. Тескари боғланиш кучи магнитоэлектр механизм 9 да (тескари боғланиш қурилмаси) босимлар фарқи ўзгариши билан ҳосил бўлади. Бунда пишангли 8, номослик индикатори 6 нинг байроқчаси 5 ни силжитади. Индикаторда пайдо бўлган номослик электр сигнали кучайтиргич 7 да кучаяди ва магнитоэлектр куч қурилмаси 9 га келади. Шу билан бирга бу сигнал масофага узатиш линиясига келади ва ўлчанаётган параметр қийматини билдиради. Шундай қилиб, асбобнинг чиқиш сигнали ўлчанаётган босимлар фарқига тўғри мутаносиб. Асбобнинг ноль белгисига созланиши пружина 4



3.6 – расм. Юмшоқ мембранали дифманометрнинг

ёрдамида бажарилади. Бу турдаги асбоблар босимларни 100 Па дан 6,3 кПа гача чегараларда ўлчаш учун мосланган, асбобларнинг аниқлик синфи 1.

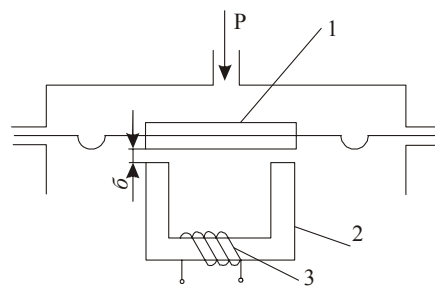
Мембранали асбобларнинг камчилиги — сезгир элемент қўзғалувчан марказининг суст юриши, мембрана бикрлигини ҳисобдан чекланиши ва уни ростлаш мураккаблигидадир. Сезгир элементларнинг бу камчилиги электр ва пневматик куч компенсацияси схемаси бўйича қурилган асбобларда бартараф этилади.

Қовушоқ суюқликлар ва кимёвий агрессив муҳитлар босимини ўлчаш учун мембранали манометрлар энг қулай, чунки асбоблар ниппелидаги тўғри ва кенг канал ҳамда мембрана остидаги катта бўшлиқ қовушоқ суюқлик учун эркин йўл очиб беради ва ифлосланиш эҳтимолининг олдини олади. Асбоб сезгир қисмининг содда шакли мембранани агрессив муҳит таъсиридан енгиллик билан ҳимоя қилади. Бунинг учун мембрананинг пастки сирти кимёвий чидамли металлдан қилинган юпқа фольга билан ёки чидамли пластмасса (фторопласт ва ҳ.)дан қилинган плёнка билан қопланади.

3.4- §. ЭЛЕКТР АСБОБЛАР

Электр асбобларнинг ишлаш принципи босимни u билан функционал боғлиқ бўлган бирор электр катталиikka бевосита ёки билвосита ўзгартиришга асосланган. Буларга индуктив, сиғимли, қаршиликли, пьезоэлектр ва бошқа манометрлар киради.

Босим ўлчашнинг энг кўп тарқалган воситалари куч компенсацияси асосида қурилган асбоблар ҳисобланади. Бироқ улар ҳарорат хатолиги, тез таъсирчанлиги, габарит ўлчамлари ва массаси бўйича анча мукаммал индуктив, сиғимли, тензорезисторли, пьезоэлектрик ўзгарткичлардан орқада қолади. Бундан ташқари, куч компенсацияли ўзгарткичларнинг ва пишангли тизимларнинг тузилишида ҳаракатланувчи қисмларнинг бўлиши ўлчаш воситаларининг зарбга чидамлилигига қўйиладиган замонавий талабларнинг



3.7 – расм. Индуктив манометр схемаси

кондирилишини қийилаштиради.

Ҳозир микроэлементли техникани кенг жорий қилиш ҳамда конструктив ечимларни такомиллаштириш асосида юқорида қараб чиқилган босимни ўлчашнинг анъанавий воситалари янада замонавий комплекс қурилмалар билан сиқиб чиқарилмоқда. Бу албатта, турли тармоқларда ТЖАБТ ни яратишда шарт ва талабларнинг турли туманлиги сабабли аввал ишлаб чиқарилган босимни ўлчаш ўзгарткичларидан (БЎЎ) фойдаланишдан тўла воз кечиш кераклигини англатмайди.

Индуктив асбобларнинг ишлаш принципи ғалтак индуктивлигининг ташқи босим таъсиридан ўзгаришига асосланган.

3.7-расмда индуктив ўзгартирувчи элемент билан жиҳозланган босимни ўлчаш ўзгарткичининг схемаси кўрсатилган. Босимни қабул қилувчи мембрана 1 ўрамли электромагнит 2 нинг ҳаракатланувчи якори ҳисобланади. Улчанаётган босим таъсирида мембрана силжийди, бу индуктив ўзгарткичли элементнинг электр қаршилигини ўзгартиради. Агар ғалтакнинг актив қаршилиги, магнит оқимлари ҳисобга олинмаса ва ўзакда йўқотилса, ўзгарткич элементнинг L индуктивлигини қуйидаги тенглама бўйича аниқлаш мумкин.

$$L=W^2\mu_0\cdot S/\delta \quad (3.21)$$

бу ерда, W — ғалтак ўрамлари сони, μ_0 — ҳавонинг магнит сингдирувчанлиги, S — магнит ўтказгич кўндаланг кесимининг юзи, δ —ҳаво оралигининг узунлиги.

Мембрананинг деформация катталиги ўлчанаётган босимга мутаносиблигини эътиборга олиб,

$$\delta=K\cdot P \quad (3.22)$$

3.21) тенгламани қуйидаги кўринишга келтирамиз:

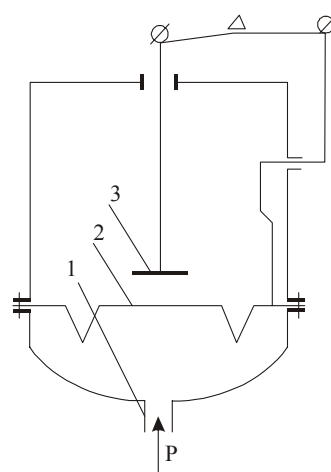
$$L=W^2\cdot\mu_0\cdot S/K\cdot P \quad (3.23)$$

(3.23) тенглама босимни ўлчаш индуктив ўзгарткичнинг статик характеристикасини ифодалайди.

L ни ўлчаш, одатда, ўзгарувчан ток кўприклари ёки резонансли LC-контурлар томонидан амалга оширилади. 0,5... 1,0 МПа босимда мембрананинг

қалинлиги 0,1 ...0,3 мм, босим 20...30 мПа бўлганда эса 1,3 мм. Мембрананинг силжиши миллиметрнинг юздан бир улушини ташкил этади. Индуктив босим ўзгарткичларнинг асосий хатоси $\pm (0,2—5)\%$.

Сифимли манометрларнинг ишлаш принципи босим ўзгариши билан ясси конденсатор қопламалари орасидаги масофани ўзгартириши натижасида



3.8 — расм.
Сифимли

унинг сифимининг ўзгаришига асосланган. Сифимли манометрнинг принципал схемаси 3.8-расмда келтирилган. Ўлчанаётган босим асбобга найча 1 орқали берилади ва мембрана 2 орқали қабул қилинади. Мембрана 2 ва электрод 3 конденсатор қопламаларини ҳосил қилади. Конденсатор эса ўлчаш схемасига улагич 4 лар орқали бажарилади. Конденсатор сифимининг қопламалар ўртасидаги масофага боғлиқлиги қуйидаги тенглама бўйича аниқланади

$$C = \frac{S \cdot \varepsilon}{l} \quad (3.24)$$

бу ерда, S — қопламалар юзи; ε — қопламалар орасидаги муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги; l — қопламалар орасидаги масофа.

Босим таъсирида мембрана эгилиб, электрод 3 га яқинлашади. Мембрананинг эгилиши натижасида l масофа ўлчанаётган босимга нисбатан мутаносиб ўзгаради. Қопламалар юзи ва диэлектрик сингдирувчанлик ўлчаш жараенида ўзгармайди.

Шунинг учун, (3.24) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$C = K/l \quad (3.25)$$

бу ерда,

$$K = S \cdot \varepsilon$$

Шундай қилиб, конденсатор сифими ўлчанаётган босимга мутаносибдир. C ни ўлчов ахбороти сигналига айлантириш учун, одатда, ўзгарувчан ток кўприкларидан ёки резонансли LC- контурлардан фойдаланилади. Сифимли асбоблар 120 мПа гача бўлган босимни ўлчашда қўлланадн. Мембрананинг қалинлиги 0,05...1 мм. Улардан тез ўзгарувчи босимларни ўлчашда

фойдаланилади. Сигимли манометрларнинг кўрсатишига атроф муҳитнинг ҳарорати таъсир қилади. Чунки ҳарорат ўзгариши натижасида қопламалар орасидаги масофа ўзгаради. Сигимли манометрларнинг яна бир камчилиги паразит сигимлар таъсиридир. Ўлчаш хатолиги асбоб шкаласининг $\pm 0,2...5\%$ идан ошмайди.

Қаршилик манометрларининг ишлаш принципи сезгир элемент қаршилигининг ташқи босим таъсирида ўзгаришига асосланган. Сезгир элементлар қаторига манганин, платина, константан, вольфрам, яримўтказгич ва ҳоказолар киради. Қаршилик манометрларида қўллаш учун энг қулайи манганиндир.

Манганин ΔR электр қаршилик орттирмасининг P босимга нисбатан чизикли боғланишига эга:

$$\Delta R = K_p \cdot R \cdot P \quad (3.26)$$

бу ерда, K_p —манганин қаршилигининг ўзгариш коэффиценти, $1/\text{Па}$; R — қаршилик, Ом.

Манганин қаршилигининг чизикли боғланиши тажриба маълумотларидан 3000 мПа босимгача тасдиқланади. Бундан ташқари, манганин электр қаршилигининг ҳарорат коэффиценти жуда кичик. Ўзгартгич сезгирлигининг кичиклиги бу манометрларни жуда юқори (100 мПа дан ортиқ) босимларни ўлчаш учун қўллашга йўл қўймайди. Манганин учун $K_p = 22,95 \cdot 10^{-2}$ дан $24,61 \cdot 10^{-2} 1/\text{Па}$ гача.

Ўзгартгичдаги манганин қаршилигини ўлчаш учун, одатда, кўприклар, аниқ ўлчовлар учун эса потенциометрлар қўлланади. Манганин қаршиликли манометрларнинг йўл қўядиган асосий хатоси $\pm 1\%$ дан ошмайди. Асбобсозлик саноатида чиқарилаётган ММ-2500 манганинли манометрлар 2500 мПа гача босимни ўлчайди.

Яримўтказгичли датчикларнинг пьезокоэффиценти манганинникидан минг марта ортиқ, лекин датчиклар қаршилигининг босимга бўлган боғланиши нозизиқлидир. Бундан ташқари, катта миқдордаги гистерезис мавжуд бўлиб, ҳарорат ҳам ўз таъсирини кўрсатади. Яримўтказгичли қаршилик датчиклари

механик жихатдан пишиқ эмас, улар 10 мПа дан ортиқ босимларни ўлчашга яроқсиз.

Электр қаршилиқ усули бўйича босимни ўлчашда сезгир элемент сифатида тензодатчиклар қўлланилади. Тензометрнинг ишлаш принципи куч ёки унга мутаносиб бўлган деформацияни деформацияланган жисмга ёпиштирилган сим қаршилигининг ўзгаришига айлантиришдан иборат.

Деталига ёпиштирилган тензодатчиклар ўлчанаётган босим P ни электр қаршилиқ ўзгариши билан сезади. Бу тензосезгирлик коэффициента K_T билан бахоланади:

$$K_T = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l} \quad (3.27)$$

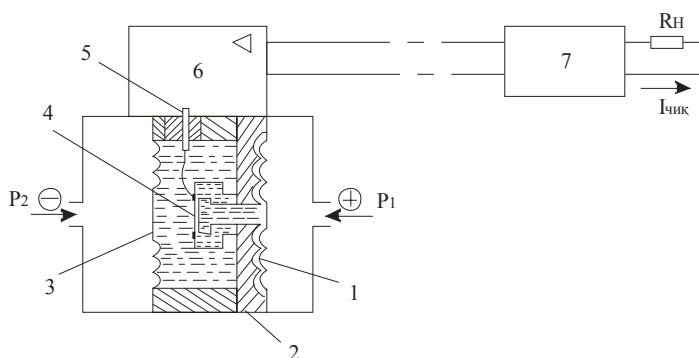
Бунда $\Delta R / R$ — тензометр қаршилигининг нисбий ўзгариши; $\Delta l / l$ — симнинг нисбий деформацияси; K_T — коэффициент қиймати металллар учун 0,5 ... 4,0 чегарасида бўлади.

Юқори метрологик ва фойдаланиш характеристикаларига эга бўлган тензорезисторли босимни ўлчаш ўзгарткичлари бир қатор афзалликларига кўра: габарит ўлчамлари ва массаси кичик, вақт бўйича юқори даражада барқарор, аниқлиги юқори, тебранишга чидамлилиги, турли агрессив муҳитлар билан контактда ишлаши мумкинлиги, учқунга ҳавфсиз қилиб ишлаганига кўра янада кенгроқ тарқалмоқда. Автоматик назоратнинг саноат тизимлари учун ва ўзгармас токнинг (0...5; 0...20 ёки 4...20 мА) стандарт чиқиш сигналлари билан ишловчи микропроцессор техникаси асосидаги ТЖАБТ таркибидаги тизимлар учун Сапфир туркумидаги электр ўлчов тензометрик ўзгарткичлари мажмуаси ишлаб чиқарилмоқда: одатдагича ишланган Сапфир-22 ва портлашдан ҳимояланган турдаги Сапфир-22 Ех. Ўзгарткичларнинг аниқлик синфи 0,25 ва 0,5.

Сапфир туркумидаги ўлчов ўзгарткичлар мажмуаси мутлақ ва ортиқча босимни, сийракланишни, шунингдек суюқлик ва газларнинг сарфланишини, кимёвий актив, қовушоқ ва кристалланувчи суюқликларнинг сатҳ баландлигини, суюқ муҳит зичлигини ва босим билан боғлиқ бошқа

катталикларни кенг доирада назорат қилишга имкон берувчи датчиклар қаторига киради. Сапфирнинг ишлаш принципи кремнийнинг гетероэпитаксиал плёнкаларидаги тензорезистив эффектдан фойдаланишга асосланган. Ўлчанаётган параметрнинг таъсири техноплёнкали ярим ўтказгичли тензорезисторли элементни деформациялайди. Тензорезисторлар деформацияси натижасида қаршилиқнинг ўзгариши электрон қурилмалар ёрдамида меъёрлаштирилган тоқли чиқиш сигнализга айланади.

Сапфир-22 ўзгарткичи комплекти кучайтирувчи қурилмаси бўлган ўлчов блокидан ва манба блокидан иборат. Сизгир элемент деформацияси, ўлчанаётган параметрнинг мутаносиб катталиги кремнийли тензорезисторларнинг қаршилигини ўзгартиради. Электрон қурилма қаршилиқнинг бу ўзгаришини ўзгармас тоқнинг меъёрлаштирилган чиқиш сигнализга алмаштиради.



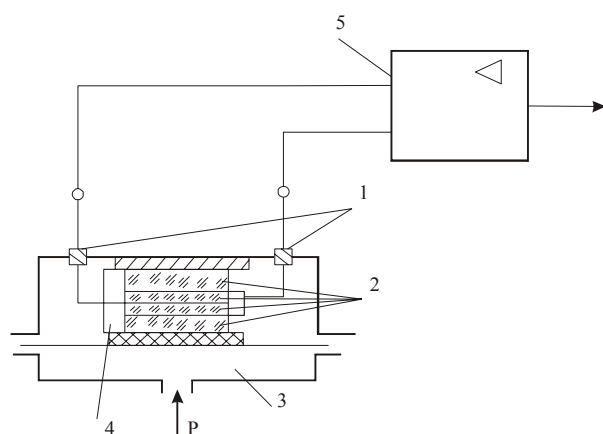
3.9 – расм. Сапфир – 22 ДД-ЕХ босимлар фарқини ўлчовчи ўзгарткичнинг схемаси.

3.9- расмда Сапфир-22 ДД-Ех босимлар фарқини ўлчовчи ўзгарткичнинг схемаси кўрсатилган. Тензоўзгарткич 4 металл мембранадан иборат бўлиб, унга юқори томондан номувозанат кўприқнинг елкаларини ташкил этувчи тўртта кремнийли тензорезисторлар билан чанглатилган сапфирли мембрана кавшарланган. Тензоўзгарткич 2 асосга маҳкамланган ва ўлчанаётган муҳитдан иккита ажратувчи металл мембраналар 1 ва 3 билан бўлинган. Термоўзгарткич ва мембраналар орасидаги берк бўшлиқлар полиметилсилоксанли суюқлик билан тўлдирилган. Босимларнинг ўлчанувчи фарқи $P_1 - P_2$ — тензоўзгарткичларга мембрана ва суюқликлар орқали таъсир қилади.

Тензоўзгарткич герметик чиқишлар 5 орқали электрон қурилма 6 га уланади. Шу қурилма ёрдамида тензорезисторлар қаршилигининг ўзгариши меъёрлаштирилган токли чиқиш сигналига алмашади, у масофадан туриб узатиш учун ҳавфсиз уч ўтказгичли сим бўйича таъминот блоки 7 га узатилади. Таъминот блоки портлашга ҳавфсиз хонага ўрнатилади ва бирламчи ўзгарткичнинг икки ўтказгичли сим бўйича таъминотини таъминлайди. Шу линиянинг ўзидан чиқувчи токли сигнал узатилади. Кўрсатилган вазифа билан бир қаторда таъминот блоки чиқиш сигналининг қувватини ташқи R_H юкланишни улаш учун зарур қийматгача оширади ва чиқиш сигналининг берилган қийматини шакллантиради (0...5, 0...20 ёки 4...20мА). Ортиқча босим, мутлақ босим ва сийракланишларни назорат қилишда тензорезисторли ўлчов ўзгарткичларидан фойдаланилади. Фарқи шундаки, ўлчовчи ўзгарткич, объектга «плюсли камера» билан, «минусли камера» орқали эса атмосфера билан уланади. Мутлақ босимни ўлчовчи ўзгарткичларда минусли камера вакуумланади.

Ортиқча босимни, сийраклашиш ва босимлар фарқини ўлчайдиган тензорезисторли ўлчовчи ўзгарткичларнинг аниқлик синфлари 0,6; 1,0; 1,5. Ўлчаш чегаралари: ортиқча босим— $0...10^{-3}$ дан 0...60 мПа гача; сийракланиш—1...0 дан — 10...0 кПа гача; мутлақ босим -0...2,5 кПа дан 0...2,5 мПа гача; босимлар фарқи 0...1 кПа дан 0...2,5 мПа гача.

Пьезоэлектрик манометрларнинг ишлаш принципи баъзи кристалл моддаларнинг механик куч таъсирида электр заряд ҳосил қилиш қобилиятига



3.10 – расм.
Пьезоэлектрик

асосланган. Бу ҳодиса пьезоэффект деб аталади. Пьезоэффект кварц, турмалин, сегнет тузи, барий титанат ва бошқа моддалар кристалларида кузатилади. Бу турдаги асбобларда кўпинча кварц ишлатилади. Кварцнинг пьезоэлектр эффекти $+500^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратга боғлиқ эмас, лекин $+570^{\circ}\text{C}$ дан ошган

хароратда бу эффект нолга тенг бўлиб қолади.

F куч таъсирида кристалл пластинка юзаларида пайдо бўладиган электр заряд ушбу тенглама билан топилади:

$$Q = K_p \cdot F \quad (3.28)$$

бу ерда, K_p —пъезоэлектрик доимий, Кл/Н. K_p нинг қиймати пластинанинг ўлчамига боғлиқ эмас ва кристаллнинг табиати билан белгиланади. Кварц учун

$$K_p = 2,1 \cdot 10^{-12} \text{ Кл/Н.}$$

3.10 - расмда пъезоэлектрик манометрнинг схемаси кўрсатилган. Ўлчанаётган босимни 4 мембрана кучга айлантиради, бу куч эса диаметри 5 мм ва қалинлиги 1 мм бўлган кварц пластиналар 2 нинг устунларини сиқилишга мажбур қилади. Вужудга келаётган Q электр заряд I чиқишлар орқали катта кириш қаршилигига (10^{13} Ом) эга бўлган электрон кучайтиргич 5 га узатилади. Заряднинг қиймати ўлчанаётган P босим билан қуйидагича боғланган:

$$Q = K_p \cdot S \cdot P \quad (3.29)$$

бу ерда, S — мембрананинг самарали юзи.

Асбобнинг инерционаллигини камайитириш учун камера 3 нинг ҳажми минималлаштирилади.

100 мПа (1000 кгк/см^2) гача босимларни ўлчашга имкон берувчи пьезокварцли манометрлар тез ўзгарувчи босимларни ўлчашда кенг қўлланади. Пъезоэффектнинг афзаллиги унинг инерционсизлигидир. Бу асбоблар босимлари тез ўзгарадиган жараёнларни (кавитация, портлаш) ўрганишда жуда қулай. Пъезоэлектр манометрларнинг аниқлик синфи 1,5; 2,0.

3-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Босим
2. Босимни ўлчов бирликлари
3. Босим ўлчаш усуллари
4. Суюқликли манометрлар
5. Деформацион (пружинали) асбоблар
6. Юк-поршенли манометр

7. Электрик манометрлар
8. Сильфон
9. Мембрана
10. Манометр
11. Дифференциал манометр
12. Вакуумметр
13. Мановакуумметр
14. Тягометр
15. Напорометр

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Босим нима ва босимни қандай ўлчов бирликларини биласиз?
2. Босимни ўлчаш усуллари изохлаб беринг?
3. Суюқликли манометрларнинг турлари ва ишлаш принципини тушунтиринг?
4. Деформацион манометрларни турларини ва ишлаш принципини тушунтиринг?
5. Юк-поршенли манометр қаерда имшлатилади?
6. Электрик манометрнинг турларини ва ишлаш принципини тушунтиринг?
7. Қандай босим турларини биласиз?

IV б о б. МОДДА САРФИ ВА МИҚДОРНИНГ ЎЛЧАШ

4.1- §. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини ва ТЖАБТ самарадорлигини ошириш зарурлиги турли моддалар сарфи ва миқдорини аниқ ўлчаш масалаларини муваффақиятли ҳал этишни тақозо этади. Саноатда сарф ўлчаш тизимларининг қўлланиши сарфланаётган энергия элтувчиларини (сув, газ, буғ, ёнилғи) ҳисобга олиш ва назорат қилиш бўйича кўпгина техник масалаларнинг ҳал қилинишини соддалаштиради, жараённинг энг мақбул режимини ишлаб

чиқаришнинг аниқ шарт-шароитларига боғлиқ ҳолда тез аниқлашга имкон беради.

Маҳсулотни ҳисобга олиш жараёнларида моддаларнинг сарфи ва миқдорини ўлчаш воситаларига жуда юқори аниқлик жиҳатидан катта талаблар қўйилади.

Сарф ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар *сарф ўлчагичлар* деб аталади. Модданинг берилган канал кесими орқали вақт бирлиги ичида ўтган миқдори *модда сарфи* дейилади. Сарф ўлчайдиган асбоблар оний сарфни ўлчайди ва технологик режимлар (айниқса узлуксиз жараёнларда) ишининг барқарорлигини назорат қилишга, технологик жараённинг ўтишини ҳар бир онда автоматик равишда ростлашга ва режимни берилган йўналишда созлашга имкон беради.

Модданинг ҳажмий сарфи л/с, м³/с, м³/соат, масса сарфи эса кг/с, кг/соат, т/соат ва ҳоказоларда ўлчанади. Асбоблар ҳисоблагичлар (интеграторлар) билан таъминланиши мумкин, унда бу асбоблар *ҳисоблагичли сарф ўлчагичлар* дейилади

Модда миқдорини ўлчайдиган асбоблар *ҳисоблагичлар* деб аталади. Ҳисоблагичлар ўзларидан ўтган модда миқдорини исталган вақт (сутка, ой ва ҳоказо) мобайнида ўлчайди. Унинг миқдори ҳисоблагич кўрсаткичлари фарқи билан аниқланади. Модда миқдори ҳажмий (литр, м³) ёки масса (кг, т) бирликларида ифодаланади. Ҳисоблагичлар бевосита ўлчаш асбоблари бўлиб, уларнинг шкаласи бўйича олинган кўрсаткичлар қўшимча ҳисоблашни талаб қилмайди.

Саноатда кенг тарқалган сарф ва миқдор ўлчагичлар ишлаш принципи ва тузилишларига кўра бир қанча гуруҳларга бўлинади. Ишлаб чиқаришда суюқлик, буғ ва газларнинг сарфини ўлчайдиган асбобларнинг қуйидаги турларидан фойдаланилади:

1) босим фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар; 2) босим фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар; 3) тезлик босими сарф ўлчагичлари; 4) ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар; 5) индукцион сарф ўлчагичлар; 6) ультратовуш сарф

ўлчагичлар; 7) калориметрик (иссиқлик) сарф ўлчагичлар; 8) ионли сарф ўлчагичлар.

Ўлчанаётган модданинг турига кўра сарф ўлчагичлар сув, мазут ,буғ, газ ва ҳоказоларни ўлчагичларига бўлинади.

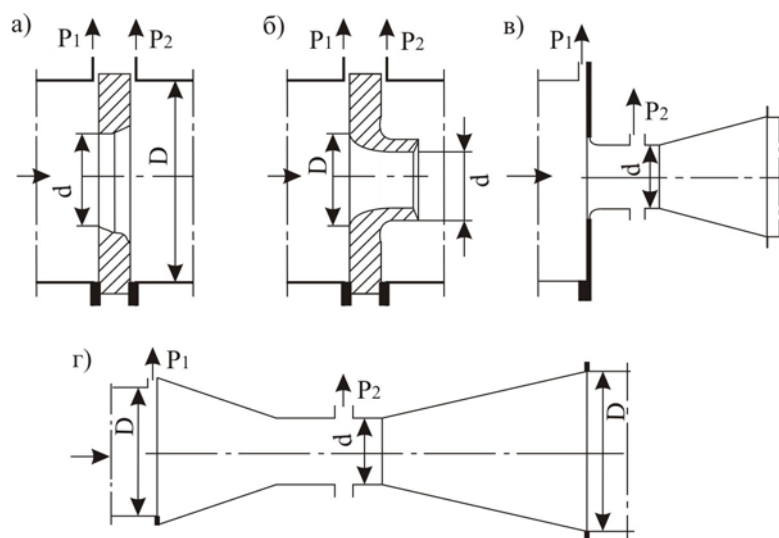
Суюқлик ва газларнинг миқдорини ўлчайдиган ҳисоблагичлар қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинади:

1) ҳажм ҳисоблагичлари; 2) тезлик ҳисоблагичлари; 3) вазн ҳисоблагичлари.

Қуйида технологик жараёнларни назорат қилишда кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

4.2- §. БОСИМ ФАРҚЛАРИ ЎЗГАРУВЧАН САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Қувурлардаги суюқлик, газ ва буғ сарфини босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагичлар билан ўлчаш кенг тарқалган ва яхши ўрганилган. Сарфни бундай усул билан ўлчаш суюқлик ёки газ ўтаётган қувурда кичик диаметрли тўсиқ-диафрагма. 4.1 – расм,а, сопло 4.1 – расм,б, Вентури соплоси 4.1 – расм, в ва Вентури қузури 4.1 – расм, г ўрнатиш натижасида ҳосил бўладиган модда потенциал энергияси (статик босими) нинг ўзгаришини ўлчашга асосланган. Кичик диаметрли тўсиқ вазифасини бажарувчи торайтириш қурилмаси қувурга ўрнатилиб, маҳаллий торайишни ҳосил қилади. Суюқлик, газ ёки буғ қувурнинг кесими торайган жойидан ўтаётганида унинг тезлиги ошади. Тезликнинг ва, бинобарин, кинетик энергиянинг ортиши оқимнинг кесими торайган жойида потенциал энергиянинг камайишига олиб келади. Бунда тўсиқдан кейинги статик босим ундан олдинги статик босимдан кам бўлади. Шундай қилиб, модда торайтириш қурилмасидан ўтишда босимлар фарқи $\Delta P = P_1 - P_2$ ҳосил бўлади. Бу босимлар фарқи оқим тезлиги ва модда сарфига мутаносиб бўлади. Демак, торайтириш қурилмаси ҳосил қилган босим фарқлари қувурдан ўтаётган модда сарфининг ўлчови бўлиши мумкин. Сарфнинг сон қиймати эса дифманометр ўлчаган ΔP босимлар фарқи бўйича аниқланади.



4.1 расм. Стандарт торайтирувчи қурилмалар схемаси: а – диафрагма, б – сопло, в – Вентури соплоси, г – Вентури кувури.

Суюқлик, газ ва буғларнинг сарфини ўлчаш, учун торайтириш қурилмаси сифатида стандарт диафрагмалар, соплолар, Вентури соплоси ва Вентури кувурлари ишлатилади.

4.1.-расм, а да кўрсатилган диафрагма думалоқ тешикли юпқа дискдан иборат. Тешикнинг маркази кувур ўқида ётиши керак. Оқимнинг торайиши диафрагма олдида бошланади ва ундан ўтгач, маълум масофадан сўнг, ўзининг энг кичик кесимига эришади. Ундан кейин оқим тобора кенгайиб, кувурнинг тўлиқ кесимига эришади. Модда диафрагмадан ўтганда, диафрагма орқасидаги бурчакларда «ўлик» зона ҳосил бўлади. Бу ерда, босим фарқлари натижасида суюқликнинг тескари йўналишдаги ҳаракати ёки иккиламчи оқим пайдо бўлади. Суюқликнинг ковушоқлигидан асосий ва иккиламчи оқим бир-бирига қарама-қарши ҳаракат қилиб, уюрмалар ҳосил қилади. Бунда диафрагма орқасида бирмунча энергия сарфланади, демак, босим ҳам маълум даражада камаёди. Диафрагма олдидаги заррачалар йўналишиининг ўзгариши ва уларнинг диафрагма орқасидаги сиқилиши потенциал энергиянинг ўзгаришига деярли таъсир кўрсатмайди.

4.1-расм а да кўрсатилганидек, P_1 ва P_2 босимлар диафрагма дискининг олди ва орқасида ўрнатилган алоҳида тешиклар ёрдамида ўлчанади. Соплонинг (4.1-расм, б) кириш қисми равон торайган, чиқиш қисми эса цилиндрдан иборат. Соплонинг профили шаррачанинг тўлиқ сиқилишини таъминлайди ва

соплодаги цилиндр тешигининг юзи оқимнинг минимал кесимига тенг деб ҳисобланиши мумкин.

Соплонинг орқа қисмида ҳосил бўладиган уюрмали ҳаракат диафрагмадагига кўра кам энергия йўқотишларга олиб келади. Соплонинг олд ва орқасидаги P_1 ва P_2 босимлар худди диафрагманикидек ўлчанади.

4.1-расм, в да Вентури соплоси тасвирланган. Вентури соплоси қисқа цилиндрик қисмга ўтувчи цилиндрик кириш қисм ва кенгаювчи конуссимон диффузор қисмдан иборат. Торайтириш қурилмасининг бундай шаклида, чиқиш диффузори мавжудлиги туфайли босим йўқолиши диафрагма ва соплодаги босим йўқолишига нисбатан анча кам бўлади. P_1 ва P_2 босимлар Вентури соплосининг ички бўшлиғи билан айлана бўйича жойлашган тешиклар орқали боғланган ҳалқа камералар ёрдамида ўлчанади.

4.1-расм, г да Вентури қузури тасвирланган. Вентури қузури кириш цилиндрик қузури, кириш конуси, ўрта цилиндрик қузури ва диффузор чиқиш конусидан тузилган. P_1 ва P_2 босимлар кириш конусининг олди ва ўрта цилиндрик қузурининг ўрта қисмларида ўрнатилган алоҳида тешиклар ёрдамида ўлчанади.

Торайтириш қурилмалари вужудга келтирилган босимлар фарқи орқали модда сарфини ўлчаш принципи ва уларнинг асосий тенгламалари торайтириш қурилмаларининг барча турлари учун бир хил. Фақат бу тенгламалардаги тажриба орқали аниқланадиган баъзи коэффициентлар бир-биридан фарқ қилади.

Сиқилувчи мухит (газ, буғ) сарфини ўлчашда, айниқса, босимлар фарқи катта бўлганда, модда оқими торайтириш қурилмасидан ўтаётгандаги босимнинг ўзгариши натижасида модда зичлигининг ўзгаришини эътиборга олиш зарур. Лекин газ ёки буғнинг торайтириш қурилмасидан ўтиш вақти кўп бўлмагани сабабли, модданинг сиқилиши ва кенгайиши адиабатик равишда, яъни иссиқлик алмашинувисиз ўтади.

Демак, газ ва буғ сарфини ҳисоблаш тенгламалари суюқлик сарфини ҳисоблаш тенгламасидан ϵ коэффициентнинг мавжудлиги билан фарқ қилади.

Агар $\varepsilon=1$ бўлса, бу тенгламаларни сиқилмайдиган суюқликлар учун ҳам қўллаш мумкин. Бир қатор ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги ҳажмий ва массавий сарф тенгламасига эга бўламиз:

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (4.1)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P} \quad (4.2)$$

бу ерда, a – сарф коэффициент, ε – кенгайиш коэффициенти, d – торайтириш қурилмаси тешигининг диаметри, $\Delta P = P_1 - P_2$ – торайтириш қурилмасида ўлчанган босим фарқлари, ρ – модда зичлиги.

Кўпинча, сарфни қувур диаметри D орқали ифодалаш лозим бўлади. Унда «торайтириш қурилмаси модули» тушунчаси киритилади.

$$m = \left(\frac{d}{D} \right)^2 \quad (4.3)$$

(4.1) ва (4.2) тенгламаларга m ни киритсак, амалда қуйидаги сарф тенгламасига эга бўламиз амалда тенгламаларини қуйидаги кўринишда ишлатиш мумкин:

$$Q_x = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3 / \text{соат} \quad (4.4)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot a \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ кг} / \text{соат} \quad (4.5)$$

(4.4) ва 4.5) тенгламалар сарфни асосий ҳисоблаш тенгламасидир. Уларни қўлланиб, торайтириш қурилмаларининг ҳисоби бажарилади ва босимлар фарқини ўлчашга мўлжалланга дифференциал манометрнинг параметрлари танланади. Асосий тенгламалардаги қийматлар қуйидаги бирликларда ифодаланади: D — мм; ΔP — кгк/м²; ρ — кг/м³.

Сарфни ўлчашга мўлжалланган торайтириш қурилмаларини ҳисоблаш усули ва тартиби Давлат Стандартлар Комитети томонидан тасдиқланган норматив ҳужжатда: «Газ ва суюқликлар сарфини стандарт торайтириш қурилмалари орқали ўлчаш қоидалари» (РД 50-213-80)да аниқланган.

Стандарт торайтириш қурилмаларига РД 50-213-80 қоидалари талабларини қаноатлантирувчи ва модда сарфини индивидуал даражасиз

ўлчашда қўлланадиган диафрагмалар, соплолар, Вентури соплолари ва Вентури кувурлари киради.

1982 йилдан бошлаб «Газ ва суюқлик сарфини стандарт торайтирувчи қурилмалар РД 50-213-80 ёрдамида ўлчаш қоидалари» жорий этилди.

Торайтирувчи қурилмани танлашда қуйидаги мулоҳазалардан фойдаланиш зарур:

1) торайтирувчи қурилмаларда босимнинг йўқолиши қуйидаги кетма-кетликда ортиб боради: Вентури кувури, Вентури соплоси, сопло, диафрагма;

2) m ва ΔP ларнинг бир хил қийматларида ва бошқа шарт-шароитларда сопло диафрагмага қараганда юқорироқ аниқликни (айниқса кичик m лар учун) таъминлайди;

3) торайтирувчи қурилма кириш профилининг ўзгариши ёки ифлосланиши фойдаланиш жараёнида диафрагманинг сарф коэффициентига кўпроқ таъсир этади.

Дифманометрнинг тури ва хили қуйидаги шартларга кўра танланади:

1) дифманометр айна асбобни ишлатишга оид қўлланмада кўрсатилган муҳитларнинггина сарфини ўлчаш учун қўлланиши мумкин (агар дифманометр сезгир элементини узлуксиз ҳимоя қилинмаётган ёки ажратувчи идишлар қўлланмаётган бўлса);

2) электр энергиядан фойдаланувчи дифманометр мос норматив ҳужжатлар талабини қондириши лозим;

3) кувурдаги максимал иш босими торайтирувчи қурилма олдида дифманометр мўлжалланган максимал иш босимидан катта бўлмаслиги керак.

Асбобсозлик саноатида қуйидаги қатордаги босим фарқи чегараларига мос келадиган дифманометрлар чиқарилади: 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 ва 25000 Па ҳамда 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; ва 0,63 мПа. Дифманометрнинг юқориги ўлчаш чегараси берилган энг катта сарфга мос келиши керак.

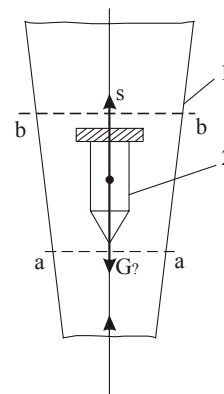
Энг катта сарф қуйидаги қаторга мос келиши зарур: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10 ва ҳоказо.

4.3-§. БОСИМ ФАРҚЛАРИ ЎЗГАРМАС САРФ

ЎЛЧАГИЧЛАР

Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар — ротаметрлар лабораторияларда ва саноатда кенг ишлатилиб, тоза ҳамда бироз ифлосланган бир жинсли суюқлик ва газларнинг сарфини ўлчашга мўлжалланган.

Асбобнинг ишлаш принципи ўлчанаётган муҳит оқимининг пастдан юқорига ўтишида конуссимон найча ичига жойлашган қалқовичнинг вертикал (тик) силжиш ҳолатига асосланган. Қалқовичнинг ҳолати ўзгариши билан қалқович ва конуссимон найча деворлари орасидаги ўтиш кесими ўзгаради, натижада ўтиш кесимидаги ўлчанаётган модда оқимининг тезлиги ҳам ўзгаради. Берилган муҳитнинг ҳар бир сарф катталигига қалқовичнинг муайян ҳолати мос келади. Ротаметрлар босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагичларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга: ротаметрларнинг шкалалари тенг бўлинмали бўлиб, унча катта бўлмаган сарфларни ўлчашга имкон беради; босимнинг йўқолиши кичик ва у сарф катталигига боғлиқ эмас; ротаметрларнинг ўлчаш чегараси катта:



4.2 – расм.
Қалқович
ли

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{10}{1}$$

Асбобнинг ўлчаш қисми (4.2-расм) вертикал тик жойлашган конуссимон найча 1 ва қалқович 2 дан иборат.

Конуссимон найчадаги ҳалқанинг кесим юзи баландликка муносиб ўзгаради. Пастдан юқорига ўтадиган суюқлик ёки газ оқими томонидан қалқовичга кўрсатиладиган кучлар мувозанатлашгунча уни юқорига кўтаради. Кучлар мувозанатлашганда қалқович маълум баландликда тўхтади, бу эса сарф миқдорини кўрсатади. Қалқовичнинг иш ҳолатидаги, яъни ўлчанаётган муҳитга батамом чўккан пайтидаги оғирлиги

$$G_k = V_k (j_k - j) \quad (4.6)$$

бу ерда, G_k — қалқоачиинг оғирлиги, кг; V_k — қалқович ҳажми, m^3 ; j_k — қалқович тайёрланган материалнинг солиштирма оғирлиги, kg/m^3 ; j — ўлчанаётган муҳитнинг солиштирма оғирлиги, kg/m^3 .

Бу ҳолда қалқовичнинг оғирлик кучи пастга қаратилган. Қалқовичнинг оғирлиги юқорига йўналган оқим кучи билан мувозанатлашади:

$$S = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (4.7)$$

бу ерда, P_1 ва P_2 — муҳитнинг қалқовичдан олдинги ва кейинги босими, Па; f_0 — қалқович кесимининг диаметри энг катта жойдаги юзи, m^2 .

Қалқовичнинг муҳит ўзгармас оқимиға мос бўлган мувозанат ҳолатидаги оғирлик кучи ва итарувчи куч ўртасидаги тенглик қуйидагича:

$$V_k(j_k - j) = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (4.8)$$

Бу ҳолда ишқаланиш кучи эътиборга олинмайди; (4.8) тенглама асосида қалқовичдаги босимлар фарқи

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_k(j_k - j)}{j_0} \quad (4.9)$$

ΔP — босимлар фарқи, Па.

(4.9) тенглама босимлар фарқининг қалқович ҳажмиға, кесим юзига, қалқович ва муҳитнинг солиштирма оғирликларига, яъни ўлчаш жараёнида ўзгармайдиган катталикларға боғлиқлигини кўрсатади. Демак, сарф ўлчанаётгандаги босимлар фарқи ўзгармас. Ўлчанаётган муҳитнинг конуссимон найча деворлари ва қалқович орасидаги ўтиш тезлиги:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{j}} \quad (4.10)$$

бу ерда, v — ўтиш тезлиги, м/с.

(4.10) тенгламадан

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 \cdot j}{2g} \quad (4.11)$$

(4.9) ва (4.11) тенгламаларни тенглаштирсак, оралиқ оқим тезлигига эга бўламиз:

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot V_k(j_k - j)}{j \cdot f_0}} \quad (4.12)$$

Оқимнинг ҳалқа оралиғидаги тезлиги ва унинг юзаси маълум бўлгач, ўлчанаётган муҳитнинг ҳажмий сарфини аниқлаш мумкин:

$$Q_x = a \cdot f \sqrt{\frac{2g \cdot V_k (j_k - j)}{j \cdot f_0}} \quad (4.13)$$

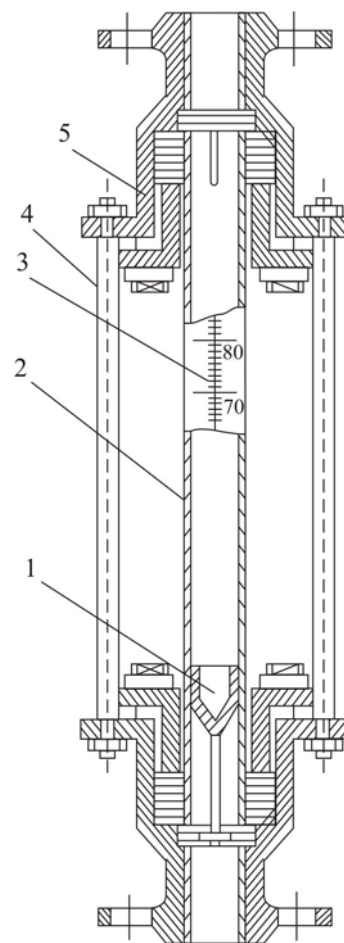
бу ерда, Q_x — ўлчанаётган муҳитнинг ҳажмий сарфи, $m^3/соат$; a — сарф коэффиценти, бу тажрибада олинган каталик бўлиб, суюқликнинг қалқовичга ишқаланиш таъсири, муҳит уюрмаси ҳосил булгандаги босим йўқолишини назарда тутди. Илдиз остидаги катталиклар ўзгармас бўлгани учун уларни K коэффицент билан алмаштириши мумкин:

Унда

$$Q_x = a \cdot F \cdot K \quad (4.14)$$

Бу боғланиш чизиқли бўлгани сабабли ротаметрнинг шкаласи тенг бўлинмали бўлади. Ротаметрларнинг сарф коэффиценти a ни аниқлаш аналитик усулда топиш қийин бўлган бир қатор катталикларга боғлиқ. Шунинг учун, ҳар бир ротаметр тажриба йўли билан даражаланади. Сарф тенгламасига кирган барча катталиклар даражаланиш шартларига мувофиқ бўлгандагина шкаланинг бу тарзда даражаланиши аниқ бўлади.

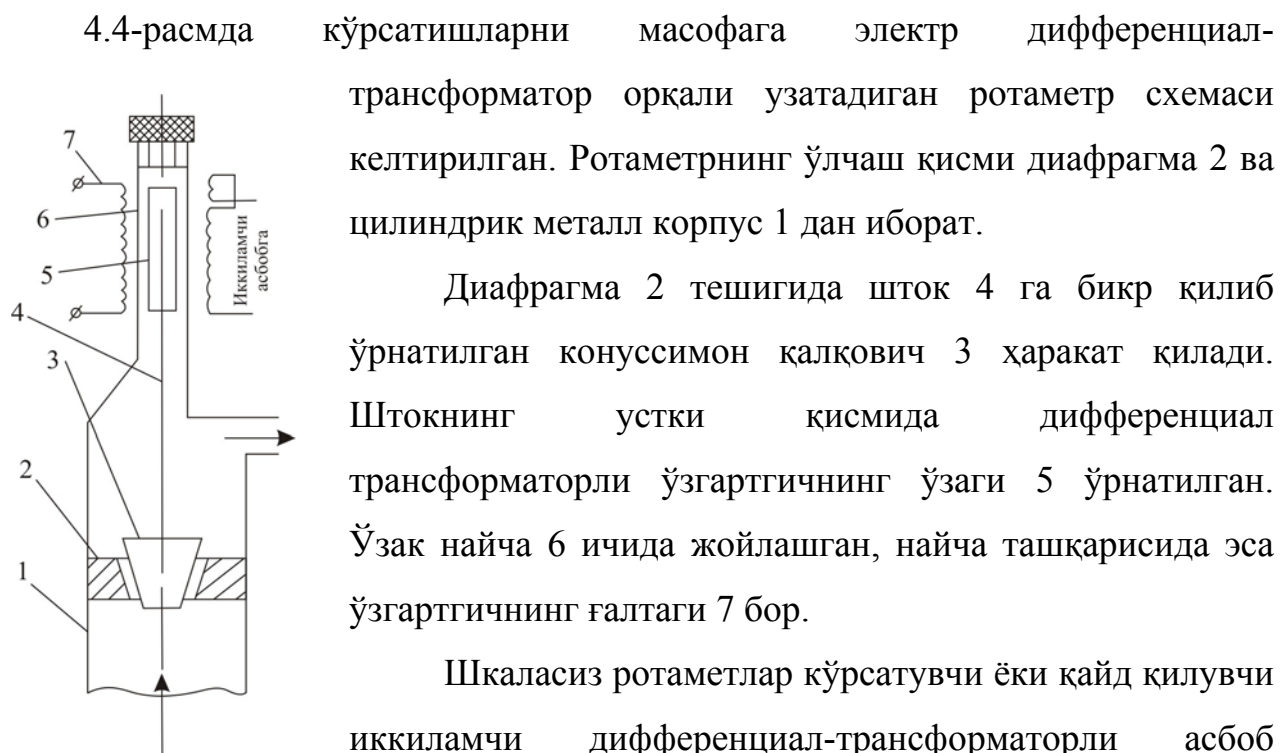
Лаборатория ва саноатда шиша (сарфни жойида ўлчайдиган) ва металлдан ясалган (кўрсатишларни масофага узатадиган) ротаметрлар чиқарилади.



4.3 – расм. Шиша найчали ротаметр

4.3-расмда шиша найчали ротаметрнинг тузилиш схемаси кўсатилган. Бу асбоб корпус 5 га устунлар 4 ёрдамида ўрнатилган конуссимон шиша найча 2 дан иборат. Найча ичида пастдан юқорига оқадиган суюқлик ёки газ оқими таъсирида тик ҳаракат қилувчи қалқович 1 бор. Асбобнинг шкаласи 3 бевосита найча устига (чизиш йўли билан) даражаланади. Ҳисоблашлар қалқовичнинг устки горизонтал текислиги бўйича олиб борилади.

Конуссимон найчали шиша ротаметрлар сув бўйича 3000 л/соат ва ҳаво бўйича 40 м³/соат ўлчов чегарасига; 0,6 мПа (6 кгк/см²) гача иш босимига мўлжалланган. Асосий хатолик ±2,5%.



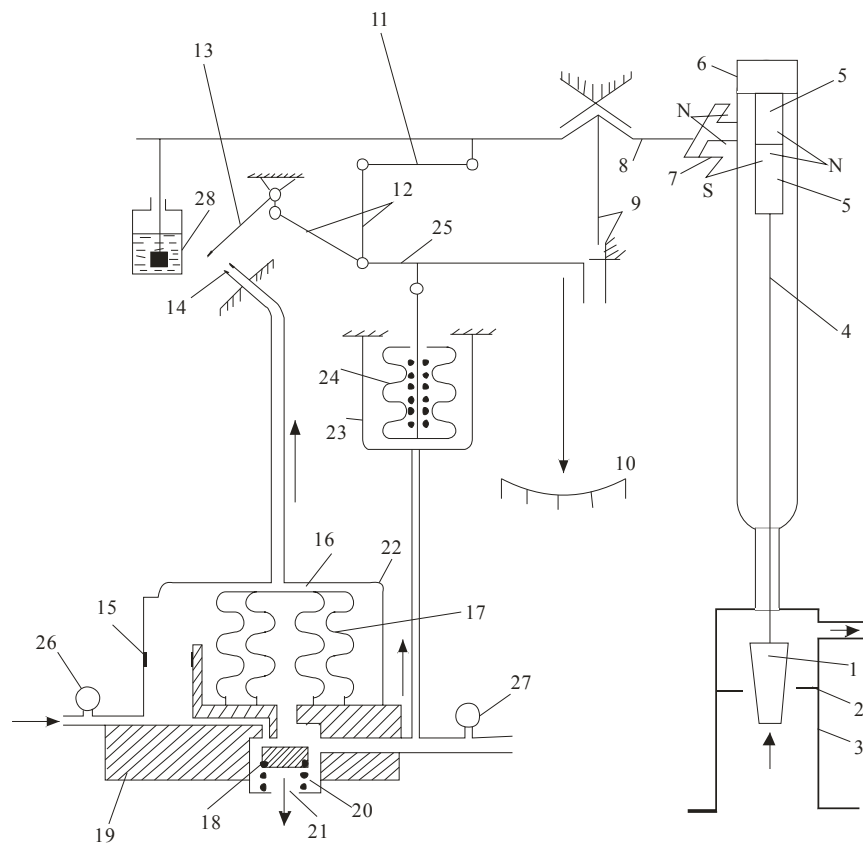
4.4 – расм.
Кўрсатишларни
масофага электр
дифференциал –
трансформатор

Шкаласиз ротаметрлар кўрсатувчи ёки қайд қилувчи иккиламчи дифференциал-трансформаторли асбоб таркибида ишлатилади. Ротаметрлар ортиқча иш босими таъсиридаги муҳит сарфини ўлчаш учун (6,27 мПа) чиқарилади. Бу асбоблар каттароқ ортиқча босимларга ҳам мўлжаллаб чиқарилади. Бундан ташқари, ўзгармас 0...5 мА токли чиқиш сигнали билан ишлайдиган ротаметрлар ҳам мавжуд. Уларнинг сув бўйича ўлчаш чегараси 16000 л/соат. Асосий хатолик ±1,5%.

Портлаш ва ёнғин хавфи бор жойларда кўрсатишларни масофага пневматик узатадиган ротаметрлар ишлатилади. Бундай ротаметрнинг принципиал схемаси 4.5-расмда кўрсатилган. Бу ротаметрнинг ўлчаш қисми конуссимон қалқович 1, диафрагма 2 ва пўлатдан ишланган цилиндрик қувур 3 дан иборат. Қалқович конуссимон қувур ичида ҳаракат қилувчи ротаметр турлари ҳам мавжуд. Шток 4 га иккита цилиндрик магнит 5 бириктирилган. Бу магнитлар бир-бирига бир хил ишорали қутблари билан қаратилган. Магнитлар қалқович билан бирга найча 6 ичида силжийди.

Найча эса магнитмас материалдан тайёрланади. Ташқаридан найча пишанг 8 га ўрнатилган магнит 7 билан ўралган.

Цилиндрик магнитлар 5 билан ташқи магнит 7 магнитли муфта ҳосил қилади. Қалқовичнинг магнит муфта ва пишанг 8 ёрдамида ҳаракатланиши ўлчанаётган сарф миқдорини шкала 10 да жойлашган кўрсатувчи стрелка 9 га узатади. Масофага пневматик узатиш механизми компенсация схемаси асосида ишлайдиган ўзгарткичдал иборат («Пневматик ўзгарткичлар»га қаранг, VIII боб.) Ўлчаш тизимидаги тебранишларни камайтириш учун демпферловчи қурилма 28 ишлатилади. Пневмо узатишли ротаметрларнинг серияли ишланадиган русумлари 6,27 мПа иш босимига мўлжалланган.



4.5 – расм. Кўрсатишларни масофага пневматик узатадиган ротаметр схемаси.

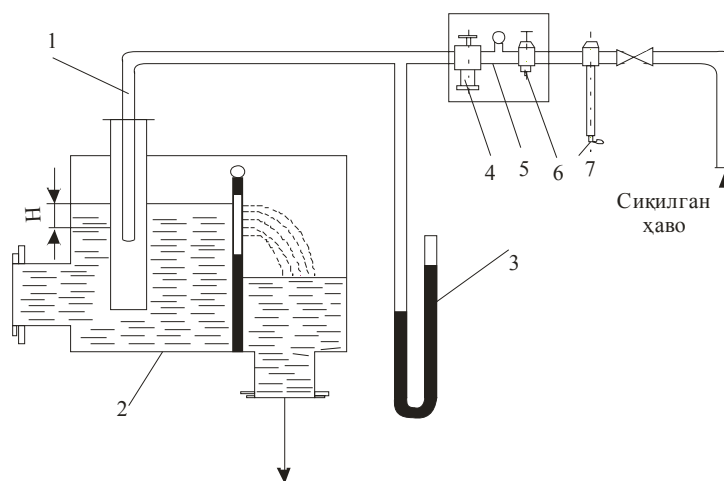
Бу асбоблар билан (сув бўйича 16 м³/соат) гача сарфлар ўлчанади. Асосий хатолик ±1,5% дан ошмайди.

4.4- §. ЎЗГАРУВЧАН САТҲЛИ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи суюқликнинг идиш тубидаги ёки унинг ён деворларидаги тешикдан эркин оқиб чиқишидаги сатҳ баландлигини ўлчашга асосланган. Бу асбоблар кимё ва бошқа

саноатларда жуда агрессив суюқликлар сарфини ўлчашда, шунингдек, газ билан аралашган пульсланувчи оқим ва суюқликлар сарфини ўлчашда ишлатилади. Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар барча ҳолларда суюқлик сарфни атмосфера босимида ўлчайди, шунинг учун, бу асбобларнинг ишлатилиши чекланган.

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар таркибига қабул қилувчи сиғим (идиш) ва суюқлик сатҳ баландлигини ўлчайдиган асбоб киради. Сатҳ баландлиги ўлчагичи сифатида исталган сатҳ баландлигини ўлчаш асбоби ишлатилиши мумкин. Қабул қилувчи сиғим сифатида эса думалоқ (диафрагма) ёки тирқиш тешикли цилиндрик ёхуд тўртбурчак идиш хизмат қилади. Бундай идишлардаги суюқлик сарфи унинг сатҳ баландлиги бўйича аниқланади. Диафрагма идиш тагида ёки унинг ён деворларида жойлашиши мумкин, лекин суюқлик сатҳи у оқиб чиқадиган тешикдан юқорида бўлиши лозим. Тирқишнинг тешиклари идишнинг фақат ён деворларида жойлашган бўлиши керак, бу ҳолда идишдаги суюқлик сатҳи тешикнинг устки четидан баланд бўлмаслиги лозим.



4.6 – расм. Суюқлик оқиб чиқадиган тирқиш тешикли сарф ўлчагич.

4.6-расмда кўрсатилган сарф ўлчагич икки штуцерли тўрт-бурчак идиш 2 дан иборат. Штуцерлардан бири идишнинг ёнида жойлашган бўлиб, суюқликни киритиш учун, иккинчисй эса пастда жойлашган бўлиб, суюқликнинг оқиб чиқиши учун хизмат қилади. Идиш ички томонидан тўсиқ билан бўлинган, бу тўсиққа профиланган тешикли шчит герметик равишда маҳкамланган.

Идишдаги суюқлик оқиб чиқадиган тирқиш олдида муҳофазаловчи ғилофли пьезометрик найча 1 чўктирилади. Ҳайдалган ҳаво миқдори назорат стаканчаси 4 ёрдамида текширилади. Ҳаво босими редуктор 6 орқали ўзгармас қилиб сақланиб турилади ва манометр 5 билан ўлчанади. Фильтр 7 ҳавони тозалайди. Пьезометрик найчадаги босим тирқиш олдидаги суюқлик устунининг зичлиги ва баландлиги билан, демак, суюқликнинг массавий сарфига боғлиқ. Пьезометрик найчадаги гидродинамик босимнинг қиймати дифманометр 3 билан ўлчанади. 4.6-расмда келтирилган сарф ўлчагичнинг хусусиятларидан бири иккиламчи асбоб шкаласининг бўлинмалари тенглигидадир.

Тирқишли сарф ўлчагичда суюқликнинг ҳажмий сарфи қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Q_x = 4,43 \cdot a \cdot S_0 \sqrt{L} \quad (4.15)$$

бу ерда, a – сарф коэффиценти; S_0 – тирқишнинг юзаси; L – тирқишдаги суюқликнинг баландлиги.

Тирқишли сарф ўлчагичнинг сарф коэффиценти тирқишнинг геометрик шаклига, айниқса кириш қисмидаги қирранинг ўткирлигига боғлиқ. Тақрибий ҳисобда сарф коэффиценти a нинг қийматини 0,6 га тенг деб қабул қилинади. Сарф коэффицентининг аниқ қиймати асбобнинг ўзини даражалашда аниқланади.

Тирқишли сарф ўлчагичларда босим дифманометр орқали ўлчанади. Сарф ўлчагич билан дифманометр ўртасидаги пневматик найнинг узунлиги 35 м дан, дифманометр ва иккиламчи асбобларни уловчи найнинг узунлиги эса 300 метрдан ошмаслиги керак. Ўлчаш чегараси 10...50 м³/соат бўлган қурилманинг асосий хатоси ±3,5%.

4.5- §. ЭЛЕКТРОМАГНИТ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи ташқи магнит майдони таъсирида электр токини ўтказувчи суюқлик оқимида ҳосил бўлган ЭЮҚ ни ўлчашга асосланган. Индукцион сарф ўлчагичнинг схемаси 4.7-расмда кўрсатилган.

Магнитнинг N ва S қутблари орасида магнит майдони куч чизиқлари йўналишига перпендикуляр равишда суюқлик қувури 1 ўтади. Қувурнинг магнит майдонидан ўтадиган қисми номагнит материал (фторопласт, эбонит ва бошқалар) дан тайёрланади. Қувур деворларида бир-бирига диаметрал қарама-қарши йўналган ўлчаш элеткродлари 2 ўрнатилган. Магнит майдони таъсирида суюқликдаги ионлар ҳаракатга келади ва ўз зарядларини ўлчаш электродларига бериб, уларда ЭЮК ҳосил қилади. Оқим тезлигига мутаносиб, ЭЮК нинг қиймати, магнит майдони ўзгармас бўлганда, электромагнит индукциясининг асосий тенгламаси орқали аниқланади:

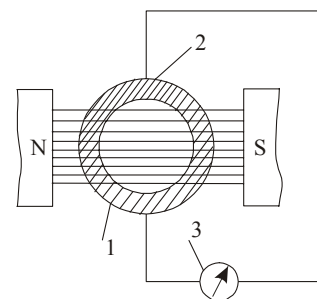
$$E = B \cdot D \cdot v_{\text{ўрт}} \quad (4.16)$$

бу ерда, B — магнит қутблари оралигида ҳосил бўлган электр магнит индукция, Тл; D — қувурнинг ички диаметри (электродлар орасидаги масофа), м; $v_{\text{ўрт}}$ — оқимнинг ўртача тезлиги, м/с.

Тезликни Q ҳажмий сарф орқали ифодаласак

$$E = \frac{4B}{\pi D} Q \quad (4.17)$$

Бу ифодадан ўзгармас магнит майдонида ЭЮК нинг қиймати сарфга тўғри мутаносиб эканлиги келиб чиқади. Индукцион сарф ўлчагичлар электр ўтказиш қобилияти $10^{-3} \dots 10^{-5}$ см/м дан кам бўлмаган суюқликларда ишлатилади.



4.7-расм.
Электромагнит
сарф ўлчагич

Ўзгармас магнит майдонга эга бўлган индукцион сарф ўлчагичларнинг асосий камчилиги — магнит электродларида қутбланиш ва гальваник ЭЮКнинг пайдо бўлишидир. Бу камчиликлар ҳаракатдаги суюқликда магнит майдон томонидан индукцияланган ЭЮК ни тўғри ўлчашга йўл қўймайди ёки қийинлаштиради.

Шунинг учун, ўзгармас магнит майдонига эга бўлган сарф ўлчагичлар суюқ металллар, суюқликнинг пульсланувчи оқими сарфини ўлчашда ва қутбланиш ўз таъсирини кўрсатишга улгурмайдиган қисқа вақтли ўлчашларда ишлатилади. Ҳозир индукцион сарф ўлчагичларнинг кўпчилигида ўзгарувчан магнит

майдонидан фойдаланилади. Агар магнит майдон τ вақтда f частота билан ўзгарса, ЭЮК қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

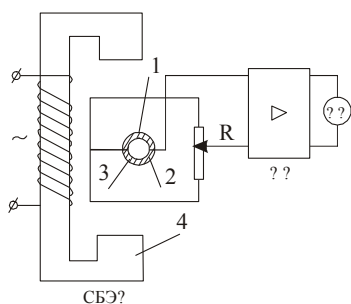
$$E = \frac{4 \cdot Q \cdot B_{\max}}{\pi \cdot D} \cdot \sin 2\pi \cdot f\tau \quad (4.18)$$

бу ерда,

$$B_{\max} = \frac{B}{\sin 2\pi \cdot f\tau} \text{ — индукциянинг амплитуда қиймати.}$$

Ўзгарувчан магнит майдонида электрокимёвий жараёнлар ўзгармас майдонга қараганда камроқ таъсир кўрсатади. Ўзгарувчан магнит майдонли индукцион сарф ўлчагичнинг принципиал схемаси 4.8-расмда кўрсатилган. Чизмада қуйидаги белгилар қабул қилинган: СБЭЎ — ўзгарувчан магнит майдонли сарф ўлчагичнинг бирламчи электромагнит ўзгартгичи; Магнит майдон электромагнит 4 ёрдамида ҳосил бўлади: ОК—ораликдаги ўлчаш кучайтиргичи 0...5 мА ўзгармас ток чиқиш сигналига эга бўлган ўзгартгич; ЎА—ўлчов асбоби, интегратор ва ҳоказо; R — қаршилик.

Кувур 1 нинг номагнит қисми ичида электромагнит 4 ёрдамида тенг бўлинмали



4.8 – расм. Ўзгарувчан магнит майдонли индукцион сарф

магнит майдон ҳосил бўлади. Суюқликда магнит майдони таъсирида ҳосил бўлган ЭЮК суюқлик сарфига тўғри мутаносиб бўлиб, электродлар 2 ва 3 орқали ораликдаги ўлчаш кучайтиргичига узатилади, бу ерда, н сарфга мутаносиб кучланган сигнал чиқади. Кучланган сигнал сарф бирлигида даражаланган ўлчаш асбобига келади.

Унификациялашган электр чиқиш сигналининг (0...5мА) мавжудлиги иккиламчи назорат асбобларини қўллашга имкон беради.

Индукцион сарф ўлчагичлар бир қатор афзалликларга эга. Булар инерцион эмас, бу ҳол тез ўзгарувчан сарфларни ўлчашда ва уларни автоматик ростлаш тизимларида ишлатишда жуда муҳим. Ўлчаш натижаларига суюқликдаги заррачалар ва газ пуфакчалари таъсир қилмайди. Сарф ўлчагичнинг

суюқлик сарфига мутаносиб. ультратовушли сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи қуйидагиларга асосланган:

- 1) ультратовушнинг оқим бўйлаб ва унга қарши йўналишдаги вақт тафовутини ўлчаш;
- 2) ультратовуш тебранишларининг оқим бўйлаб ва унга қарши йўналишдаги тебранишлари фазаларининг силжишини ўлчаш;
- 3) автотебранишлар схемаси вужудга келтирган ва шу билан бирга оқим бўйлаб ҳамда унга қарши йўналишда ҳосил килинган ультратовуш тебранишлари частотасининг айирмасини ўлчаш.

Ультратовушли сарф ўлчагичлардан бирининг тузилиш схемаси 4.9 - расмда кўрсатилган. Бу асбоб икки каналли фазавий схема бўйича ишлайди. Ультратовушли сарф ўлчагичлар қуйидаги асосий қисмлардан иборат: УТГ-ультратовуш генераторининг таъминлаш манбаи; $H\ddot{U}_1$, ва $H\ddot{U}_2$ нурланувчи ўзгарткичлар; $K\Pi_1$ ва $K\Pi_2$ -қабул қилувчи пьезоўзгарткичлар; ФҚ-фаза ўзгартирувчи қурилма, фазавий силжишларни ўзгартгичлар канали асимметрияси йўли билан бартараф этади; К-электрон кучайтиргич, ЎА - ўлчаш асбоби. Ўлчаш асбоби сарф бирлигида даражаланади. Пьезоэлементлар сифатида, кўпинча, барий титанатдан ишланган пластинкалар ишлатилади. Пьезоэлементлар кварц, титанатцирконий, сопол ҳамда магнитострикцион бўлиши мумкин.

Ультратовуш импульслари қувур ўқиға шундай бурчакда юбориладики, уларнинг бир каналдаги йўналиши оқим йўналишига мос келсин, иккинчи каналдаги йўналиши эса оқимга қарши боради. Суюқлик ҳаракатсиз булган пайтда импульсни D масофага узатиш вақти қуйидагича

$$\tau = \frac{D}{C_a} \quad (4.19)$$

бу ерда, τ -импульсни узатиш вақти, с; C_a -суюқликдаги товушнинг тарқалиш тезлиги, м/с. Агар суюқлик v тезликда ҳаракат қилса, йўналишдаги товушнинг тарқалиш тезлик компоненти $v \cos \theta$ каби ифодаланади. Импульснинг нурланувчи манбалар орасидаги оқим йўналишида тарқалиши:

$$\tau_1 = \frac{D}{C_a + v \cdot \cos \theta} \quad (4.20)$$

оқимга қарши йўналишда тарқалиши:

$$\tau_2 = \frac{D}{C_a - v \cdot \cos \theta} \quad (4.21)$$

Иккала каналдаги частоталар фарқи:

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{v \cdot \cos \theta}{D} \quad (4.22)$$

Δf - частоталар фарқи, Гц; θ -суюқликда тўлқинларнинг тарқалиш, бурчаги

Шундай қилиб, суюқлик ҳаракатининг тезлигини курсатувчи частоталар фарқи фақат шу тезликка боғлиқ. Ультратовуш сарф ўлчагичлар сарфни контактсиз ўлчашни таъминлайда ва бошқа усулларни қўллаб бўлмаган ҳолларда фойдаланилади. Мураккаблиги туфайли бу асбоблар кенг тарқалмаган. Уларнинг катта камчиликлари: асбоб курсатишга ўлчанаётган муҳитнинг физик-кимёвий хоссаларининг ўзгариши ҳамда муҳитнинг ҳарорати, ультратовуш тезлигига тасир этади. Асбобнинг асосий хатоси ўлчаш чегараси (7000 л/соат)нинг $\pm 2\%$ ини ташкил қилади.

Иссиқлик (калориметрик) сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи суюқлик ёки газ оқимининг ёрдамчи энергия манбаи ёрдамида қиздирилишига асосланган. Бу энергия манбаи оқим тезлиги ва қиздирувчи қурилмалардаги иссиқлик сарфига боғлиқ бўлган ҳароратлар фарқини вужудга келтиради. Агар оқимнинг атроф - муҳитга берган иссиқлигини эътиборга олмасак қиздирувчи асбоб сарфланган ва оқимга узатилган иссиқлик ўртасидаги иссиқлик баланси тенгламаси қуидагича бўлади:

$$g_t = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (4.23)$$

бу ерда, g_t - қиздириргичнинг суюқлик ёки газга берган иссиқлик миқдори, Вт; K - қувур кесими бўйича ҳароратнинг нотекис тарқалишига тузатиш коэффиценти; Q_m - муҳитнинг масса сарфи, кг/с; C_p - муҳитнинг ўзгармас босимдаги солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/ (кг К); Δt -оқим ҳароратининг қиздиришдан аввалги ва кейинги ўртача қийматининг фарқи, $^{\circ}\text{К}$.

Калориметрик сарф ўлчагичларда оқимга иссиқлик, одатда, электр қиздиргич орқали берилади. Бу ҳолда

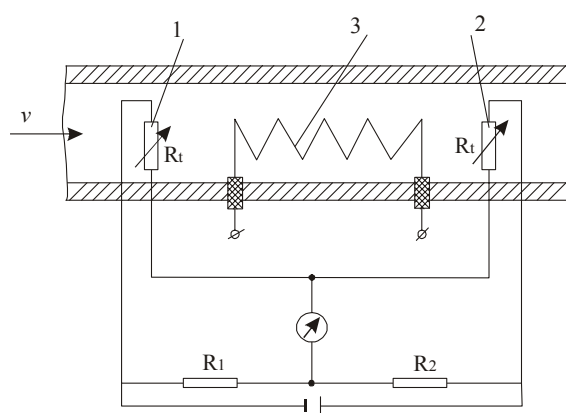
$$g_t = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \quad (4.24)$$

(4.23) ва (4.24) ифодалар асосида масса сарфни топамиз:

$$Q_m = \frac{0.24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (4.25)$$

Калориметрик сарф ўлчагичлар икки гуруҳга бўлинади. Улардан биринчисида сарф қиздиргич истеъмол қилган қувват миқдоридан аниқланади. Бу қувват ўзгармас

ҳароратлар фарқи Δt ни таъминлайди. Иккинчи гуруҳдаги калориметрик сарф ўлчагичлар сарф қизитгичга берилган ўзгармас қувватдаги Δt ҳароратлар фарқидан аниқланади. Ҳароратлар фарқи, одатда, термोजуфтлар ёки қаршилик термометрлари орқали ўлчанади. Қаршилик термометрларини бир меъёрли оқим кесимини қоплайдиган тўр шаклида тайёрлаб, кесим бўйича ўртача ҳароратни ўлчаш мумкин. Ўлчанаётган муҳит одатда, $1...3^0\text{C}$ га қиздирилади, шунинг учун, сарф ўлчанган пайтдаги истеъмол қилинган қувват катта бўлмайди. Модда сарфини ўлчашда, кўпинча, иккинчи гуруҳ сарф ўлчагичлари ишлатилади.



4.10 – расм. Калориметрик сарф ўлчагич схемаси

4.10-расмда иккинчи гуруҳ сарф ўлчагичнинг принципиал схемаси тасвирланган. Сарф ўлчагичга кетма-кет уланган иккита қаршилик термометрлара 1 ва 2 ўрнатилган.

Термометрларнинг кетма-кет уланиши улардаги токнинг тенглигини таъминлайди. Бу ҳол термометрларни қизитгич 3 дан аввалги ва ундан кейинги ҳароратлар фарқи бўйича даражалашга имкон беради. Қаршилик

термометрларининг икки тирсаги R_1 ва R_2 доимий қаршилиқдан иборат бўлган кўприк тирсакларига уланади.

Калориметрик сарф ўлчагичларнинг афзалликлари — юқори аниқлик синфига эга (хатоси $\pm 0,5 \dots 1\%$); ўлчаш диапозони катта (10:1); пульсланувчи ва кичик сарфларни ўлчаш имкони бор. Бу асбобларнинг камчилиги — берилган ҳароратлар фарқи ва оқимни иситиш учун электр қувватининг доимийлигини автоматик равишда сақлаш мураккаб. Калориметрик сарф ўлчагичлар асосан газлар сарфини ўлчаш учун ишлатилади.

Газлар сарфини ўлчаш учун **ионли ўлчаш** усулидан фойдаланиш мумкин. Бу усул қувурдан ўтаётган газларнинг радиоактив нурланиш манбалари ёрдамида даврий ионланишига асосланган. Газнинг ионлашган қисми маълум вақт ўтгач (бу вақт газ тезлигига боғлиқ) нурланиш қабул қилгичига боради ва бу ерда, ток импулси ҳосил бўлади. Шундан сўнг импулс кучланади ва бир қатор ўзгартишлардан сўнг сарф бирлигига келтирилади. Шу билан бирга ҳаракатдаги оқимга вақти-вақти билан изотопли радиоактив нишонлар киритилади. Бу нишонлардан чиқадиган импулслар қабул қилувчи қурилма орқали тутилади ва қатор ўзгартувчи элементлар ёрдамида ўлчаш асбобига узатилади.

Ионли асбоблар ишда ғоят қулай ва ишончли, аммо уларни ишлатиш, қўзғатиш ва таъмирлаш учун махсус хизмат хона, хизмат кўрсатувчи ходимлар талаб қилинади, радиоактив нурланишдан тегишли ҳимоя керак бўлади. Шунинг учун, амалда сарфни ўлчаш учун нейтрал нурланиш, масалан, ультратовуш нурланиш маъқулроқ.

4.7-§. СУЮҚЛИК ВА ГАЗЛАР МИҚДОРНИНГ ЎЛЧАШ

Суюқлик ва газлар миқдоринг ўлчашга мўлжалланган ҳисоблагичлар ўзларининг ишлаш принципіга кўра ҳажм, тезлик ва вазн ҳисоблагичларига бўлинади. Кўпроқ ҳажм ва тезлик ҳисоблагичлари ишлатилади. Газ миқдорини ўлчашда ҳажм ҳисоблагичларидан фойдаланилади.

Вақт оралиғи $t_1 — t_2$ даги оқим, масса ва энергия йиғиндисини кўрсатувчи ўлчаш асбоби ҳисоблагич деб аталади. Ҳисоблагичлар ўз функциясини қуйидаги ифодага мувофиқ бажаради:

$$Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} g \cdot d\tau \quad (4.26)$$

бу ерда, Q — вақт оралиғида сарфланадиган модда миқдори; g — вақт бирлиги ичида модда ёки энергия сарфи.

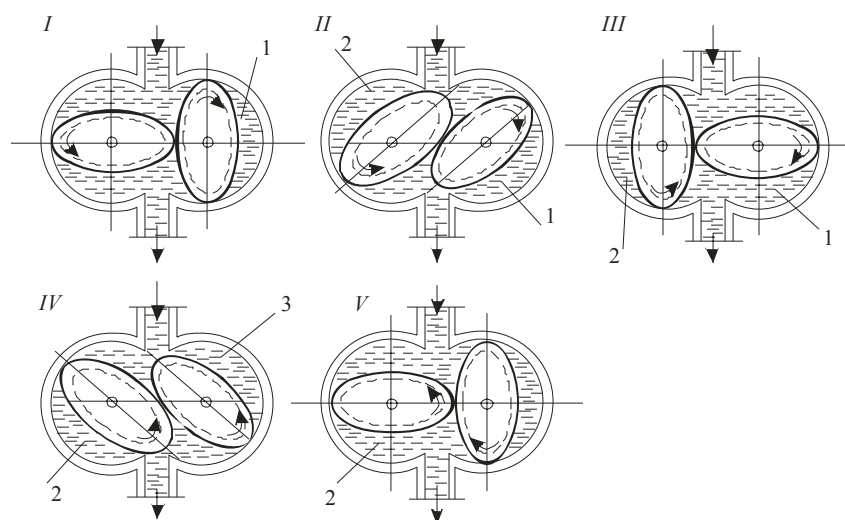
Ҳажм ҳисоблагичлари модда миқдорини ҳажм бўйича, тезлик ҳисоблагичлари эса оқим тезлиги бўйича ўлчайди. Иккала ҳисоблагич ҳам модданинг асбоб ишлаб турган вақтда ундан ўтган умумий миқдорини кўрсатади. Маълум вақт оралиғидаги модда миқдорини аниқлаш учун олинган вақт оралиғининг бошланиши ва охиридаги ҳисоблагич кўрсатишини белгилаш керак. Ҳисоблагич кўрсатишларининг фарқи шу вақт оралиғи ичида асбобдан ўтган модда миқдорига тенг бўлади.

Ҳажм ҳисоблагичларининг ишлаш принципи суюқлик ёки газ оқими муайян миқдорга — порция (доза) ларга бўлиниб сарфланиши ва бу порциялар сонини ҳисоблаш йўли билан сарфланаётган модда миқдорини аниқлашга асосланади.

Сарфланаётган порциялар сони йиғиндисини ҳисоблаш механизми ёрдамида аниқланади. Ҳажм ҳисоблагичлари асосан тоза, механик аралашмаларсиз бўлган суюқлик ва газлар миқдорини ўлчашга мўлжалланган. Уларнинг асосий афзалликлари ўлчаш хатолигининг кичиклиги ва ўлчаш чегарасининг катталигидир.

Тузилишига кўра ҳажм ҳисоблагичлари овалсимон шестерняли, ротацион, поршенли, диафрагмали, барабанли ва бошқа хил турларга бўлинади.

Суюқ моддалар миқдорини ўлчаш учун овалсимон шестерняли ва поршенли ҳисоблагичлар кенг қўлланилади. 4.11-расмда овалсимон шестерняли ҳисоблагичнинг принципиал схемаси кўрсатилган.



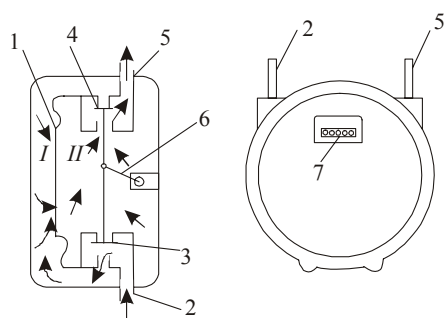
4.11 – расм. Овалсимон шестерняли ҳисоблагич схемаси

Шестернялар оқимнинг киришига кўра бир-бирини кетма-кет ҳаракатга келтиради. Улар айланганда шестерня овали ва ўлчаш камераси девори билан чекланган суюқликнинг муайян ҳажми чиқариб юборилади. Шестернянинг бир марта тўлиқ айланишига ҳисоблагич ўлчов камерасининг ҳажми йиғиндисига тенг бўлган тўртта маълум ҳажмдаги суюқлик оқиб ўтади. Ҳисоблагичдан ўтган суюқлик миқдори шестернянинг айланишлар сонига кўра аниқланади. I ҳолатда (4.11-расм) суюқлик ўнг шестерняни соат стрелкаси ҳаракати йўналишида айлантиради, ўнг шестерня эса ўз навбатида чап шестерняни соат стрелкаси ҳаракати йўналишига қарши айлантиради. Бу ҳолатда ўнг шестерня суюқликнинг 1-қисмини чиқариб ташлайди. II ҳолатда шестерня суюқликнинг янги 2-қисмини чиқаради. Ўнг шестерня эса аввал чиқарилган 1-ҳажмни ҳисоблагичнинг чиқишига узатади. Иш пайтида айлантирувчи момент иккала шестерняга ҳам таъсир қилади. III ҳолатда чап шестерня етакловчи бўлиб, суюқликнинг 2-ҳажмини чиқаради. IV ҳолатда ўнг шестерня 3-ҳажмни чиқаришни тамомлайди, чап шестерня эса 2-ҳажмни ҳисоблагичга киритади. V ҳолатда 3-ҳажм батамом чиқарилади, иккала шестерня ҳам ярим айланишни бажариб ўнг шестерня яна етакловчи бўлиб қолади. Шестернялар айланишининг иккинчи ярими юқоридагидек ўтади. Суюқликнинг ҳажми шестернялар айланишига мос.

Овалсимон шестерняли суюқлик ҳисоблагичлари $0,8...36 \text{ м}^3/\text{соат}$ чегарадаги ўлчашларни таъминлайди. Шартли ўтиш диаметрлари 15...80 мм,

асбобнинг хатоси $\pm 0,5\%$, иш босим $1,57 \text{ МПа}$ (16 кгк/см^2). Ҳисоблагич ишлашида қувурдаги босимнинг йўқотилиши тахминан $0,02 \text{ МПа}$ ($0,2 \text{ кгк/см}^2$).

Газсимон моддалар миқдорини ўлчаш учун диафрагмали, ротацион ва барабанли ҳисоблагичлар кенг қўлланилади. 4.12 расмда ГФК туридаги диафрагмали ҳисоблагич схемаси кўрсатилган.



4.12 – расм. ГФК туридаги газ ҳисоблагич

Диафрагма 1 билан бўлинган ҳисоблагичнинг икки камераси (I ва II) маълум цикл бўйича газга тўлиб ва бўшаб туради. Бу камералар ричаг 6

орқали клапанлар 3—4 билан боғланган бўлиб, юқориги

клапанлар беркилганда газ I камерага, пастки клапанлар

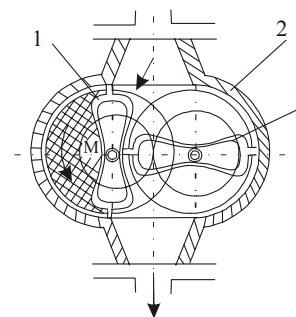
бекилганда II камерага ўтади.

Газ I камерага кирганда унинг босим кучи диафрагмани ўнг томонга суради, II камера торая бошлайди ва ундаги газ миқдори бир порция бўлиб, тешик 5 орқали сарфга ўтади. Диафрагма ўнгга сурилиб маълум ораликқа келганда, ричаг 6 пастки клапанларни беркитади. Энди газ II камерага йиғилади ва диафрагмани чапга суриб I камерадаги газни тешик 5 орқали сарфга чиқаради. Диафрагма маълум ораликқа сурилганда ричаг 6 энди юқори клапанларни ёпади, газ I камерада йиғилади. Шундай қилиб, камералардан тенг миқдораги газ порциялари маълум цикл бўйича сарфга чиқиб туради. Ричагнинг ҳар бир циклдаги ҳаракати ҳисоблагич 7 кўрсаткичида ҳисобланиб туради.

Ротацион ҳисоблагич (4.13-расм). кўп миқдордаги газ ҳажмини ўлчашга мўлжалланган. Бу асбобда ўлчов 8 рақами кўринишидаги иккита ротор I ёрдамида бажарилади. Бу роторлар ғилоф 2 ичида айланади. Ҳисоблагичга газ тўрли филтърнинг кириш тармоғи орқали келади. Роторлар ҳисоблагич кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи ҳисобига айланади. Роторлардан бири асбобдан ўтган газ ҳажмини кўрсатувчи ҳисоблаш механизми билан боғланган.

Ҳисоблагичнинг ўлчаш ҳажми ғилоф девори ва роторлар орасидаги камера орқали аниқланади.

Ротацион ҳисоблагичлар 40...40 000 м³/соат сарфни ўлчашга мўлжаллаб чиқарилади. Иш босимлари: 0,1; 0,6; 1,6 ва 6,4 мПА. Шартли ўтиш диаметрлари 50...1200 мм. Асбобларнинг аниқлик синфи 1 ва 1,5. Ҳисоблагич ўрнатилишдаги босим йўқотилиши 35...40 мм сув уст. дан ошмайди.



4.13 – расм.
Ротацион

Суюқлик миқдорини ўлчайдиган тезлик ҳисоблагичлари ҳаракатдаги оқимнинг ўртача тезлигини ўлчаш принципига асосланган.

Суюқлик миқдори оқим ҳаракати тезлиги билан қуйидаги нисбат орқали боғланган:

$$Q = v_{\text{ўрт}} \cdot S \quad (4.27)$$

бу ерда, Q — ҳажмий сарф м³/с; $v_{\text{ўрт}}$ — оқимнинг ўртача тезлиги, м/с; S — оқимнинг кўндаланг кесим юзи, м².

Оқим йўлига ўрнатилган паррақларнинг айланиш сонига қараб асбобдан ўтган суюқлик миқдорини аниқлаш мумкин. Паррақлар айланишининг тезлиги оқим тезлигига мутаносибдир:

$$n = K \cdot v_{\text{ўрт}} \quad (4.28)$$

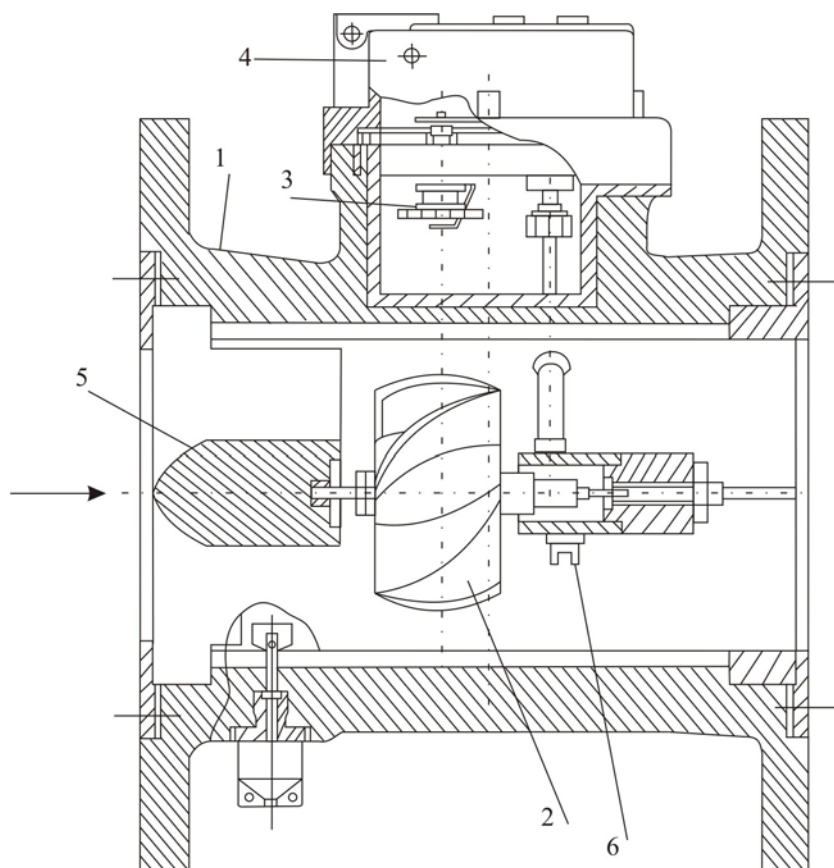
бу ерда, n - паррақларнинг айланиш сони, 1/с; K — асбобнинг геометрик ҳажмига боғлиқ бўлган дойимийси, м⁻¹.

Агар (4.27) тенгламани назарда тутсак:

$$n = K \cdot \frac{Q}{S} \quad (4.29)$$

Паррақларнинг τ вақт ичидаги айланишлар сони асбобдан шу вақт ичида ўтган модда сарфига мутаносиб:

$$N = n \cdot \tau = \frac{K}{S} \cdot Q \cdot \tau \quad (4.30)$$



4.14 – расм. Спиралсимон парракли суюқлик ҳисоблагичи.

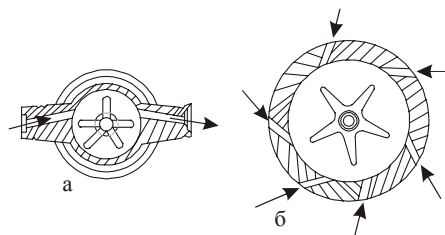
Парракларнинг шаклига кўра тезлик ҳисоблагичлари икки гуруҳга бўлинади: спиралсимон ва қанотли.

Спиралсимон парраклар ўлчанаётган оқимга нисбатан парраллел, қанотли парраклар эса оқим ўқиға перпендикуляр жойлашади. Спиралсимон парракли тезлик ҳисоблагичлари кўп миқдордаги сув сарфини ўлчашда ишлатилади. 4.14- расмда спиралсимон (горизонтал) парракли сув ҳисоблагич кўрсатилган. Суюқлик оқими асбобнинг корпусига келиб, шарра тўғрилагич 5 орқали кўп қиримли винт шаклида ишланган паррак куракчалари 2 га йўналади. Парракнинг айланиши червякли жуфт 6 ва узатиш механизми 3 орқали ҳисоблаш механизми 4 га узатилади.

Бу ҳисоблагичлар 50...200 мм шартли ўтишга мўлжалланиб, сарфини 70...1700 м³/соат ва $\pm 2...3\%$ хато билан ўлчайди. Муҳитнинг босими 0,98 мПа (10 кгк/см²) дан ошмаслиги керак.

Суюқликни парракка узатиш усулига кўра қанотли ҳисоблагичлар бир шаррали ва кўп шаррали бўлади.

4.15-расмда бир шаррали (а) ва кўп шаррали (б) ҳисоблагичлар схемаси кўсатилган. Бу ҳисоблагичларда суюқлик асбобнинг парракларига тангенциаль равишда йўналтирилади. Парракли ҳисоблагичлар агрессив бўлмаган оқимда ишласа ва оқим ҳарорати 30°C дан ошмаса, уларнинг парраги пласт-массадан тайёрланади. Оқим ҳарорати 90°C дан юқори бўлса, парраклар жездан тайёрланади.



4.15 – расм. Бир шаррали (а) ва кўп шаррали (б) ҳисоблагичлар

4.8- §. СОЧИЛУВЧАН МАТЕРИАЛЛАР ВА ДОНАЛИ БУЮМЛАРНИНГ МИҚДОРНИНГ ЎЛЧАШ

Турли хил сочилувчан материалларни ўлчаш ва меъёрлаш, сочилувчан буюмларни ҳисобга олиш воситалари технологик жараёнларни, ортиш-тушириш ишларини ва савдо-ҳисоб операцияларини автоматлаштиришда кенг қўлланилади. Бундай ўлчаш воситаларига дозаторлар, тарозилар, ва турли хил тензорезисторли ўзгарткичлар киради.

Тарози — қаттиқ, сочилувчан ёки суюқ моддаларнинг массасини ўлчаш учун мўлжалланган ўлчаш воситасидир. Тарозилар, одатда, тортиш принципига, мувозанатловчи моментни вужудга келтириш услуби, қўлланиш соҳаси, автоматлаштирилганлик даражаси, тортиш чегарасига ва хоказога кўра таснифланади.

Тортиш принципига кўра тарозилар дискрет (даврий) ва узлуксиз ишлайдиган тарозиларга ажралади. Мувозанатловчи моментни вужудга келтириш услубига кўра тарозилар икки гуруҳга булинади: механик (шайинли ва пружинали) ва электромеханик тарозилар. Қўлланиш соҳаси ва тортиш чегарарарига кўра тарозилар умумий вазифани бажарувчи лаборатория тарозиларига, технологик тарозиларга; автоматлаштириш даражасига кўра ноавтоматик ва автоматик тарозиларга бўлинади.

Дозаторлар — сочилувчан (ва суюқ) материалларнинг массалари ёки ҳажмларини автоматик ўлчаб берувчи (дозаловчи) қурилмадир. Дозаторлар

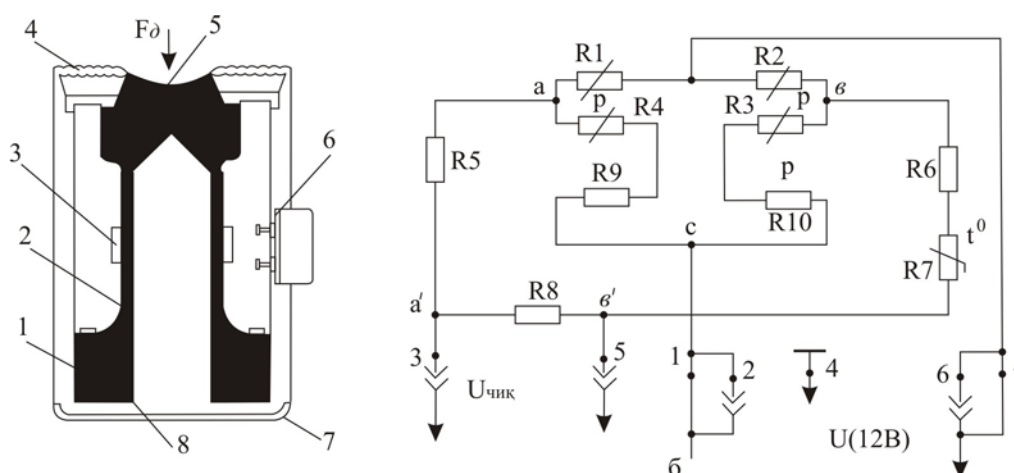
дискрет ва узлуксиз ишлайдиган бўлиши мумкин. Дискрет ишлайдиган (порцион) дозаторлар асосан қурилмаларни баландлиги бўйича жойлаштириладиган технологик жараёнларда қўлланилади. Узлуксиз ишлайдиган дозаторлар қурилмаларни горизонтал жойлаштириш ва материалларни конвейер усулида ташиш билан боғлиқ технологик жараёнларда фойдаланилади.

Тарози—ўлчов техникасининг замонавий ҳолати механик тизимлардан электрон қурилмаларга кучнинг электромеханик (тензорезисторли, вибростерженли) ўзгарткичларидан ва замонавий микроэлектроник воситалардан фойдаланган ҳолда, шу жумладан микропроцессорлардан ва махсус қўлланиладиган микросхемалардан фойдаланган ҳолда ўлчаш билан ифодаланади. Бу тарозиларнинг аниқлик, унумдорлик, автоматлаштирилганлик даражаси, ишончлилиқ ва бошқа шу каби муҳим кўрсаткичларини яхшилашга имкон беради.

Тарози ва дозаторлар технологик қурилмаларнинг таркибий қисми ҳисобланади, шунинг учун, ҳам уларнинг конструкцияси ва қурилмалари мазкур дарсликда қараб чиқилмайди.

Мазкур бобда технологик қурилмаларга киритиладиган автоматик тарози ўлчов қурилмалари (тарозилар ва дозаторлар) нинг баъзи ўлчов ўзгарткичлари қараб чиқилади. Электромеханик шайинсиз тарозиларнинг конструкцияси энг истиқболлидир, бунда юк кўтарувчи қурилма бевосита куч ўзгарткичига таъсир қилади. Сигнални ўзгартириш ва қайта ишлаш, тортиш натижаларини индикациялаш, шунингдек, тортиш жараёнини бошқариш ва маълумотларни чиқариш (олиш) датчик билан кабель орқали боғланган ажратувчи блок (асбоб) воситасида амалга оширилади.

ДЭДВУ туридаги куч ўлчовчи тензорезисторли ўзгарткичлар (датчиклар) тортувчи электротензорезисторли қурилмаларда қўлланиш учун мўлжалланган. Ўлчанаётган кучнинг таъсир кўрсатиш характериға кўра ўзгарткичлар — даврий бўшатилади. Ўзгарткичнинг тузалиши (қурилмаси) 4.16- расм *a* да келтирилган.



4.16 – расм. ДЕДВУ тензорезисторли ўзгарткичнинг схемаси:

а – тузилиши; б – ишлаш принципи.

Корпус 1 да эластик элемент 2 ўрнатилган бўлиб, у асос 8 ва сферик тоvon 5 ли цилиндрик устунчадан иборат. 1 Эластик элементнинг ишчи қисмида тензорезисторлар 3 ёпиштирилган. Кучни эластик элементга узатиш учун сферик тоvon 5 хизмат қилади. Корпуснинг чуқурлигида мослаштирувчи резисторлари бўлан монтаж плата 6 жойлаштирилган бўлиб, уларнинг чиқариш ўтказгичлари (симлари) розетка вилкаси билан туташтирилган. Эластик элемент юқори томондан диафрагма 4 билан, паст томондан қопқоқ 7 билан ёпилган, улар ўзгарткичнинг ички ҳажмининг герметиклигини таъминлайди.

Ўзгарткичнинг ишлаш принципи тензорезисторларнинг деформацияси вақтида уларнинг электр қаршилигини ўзгартиришга асосланган.

R_1 - R_4 тензорезисторлар (4.16-расм, б га қаранг) компенсацияловчи R_9 ва R_{10} резисторлар билан бирга кўприк ҳосил қилиб, унинг бир диагоналига манба кучланиши (12 В ўзгармас ток) уланган, иккинчисидан эса чиқиш сигнали олинади (24 мВ гача чегарада). Ўлчанаётган куч таъсирида R_1 — R_4 тензорезисторлар деформацияланиб, кўприкнинг балансини бузади, унинг ўлчовчи ab диагоналида ўлчанаётган кучга мутаносиб кучланиш пайдо бўлади.

Юкланган ўзгарткичнинг чиқиш сигнали қийматини мослаш учун R_5 , R_6 , R_7 (R_7 — мис резистор) резисторлар, бошланғич сигнални мослаштириш учун эса R_9 , R_{10} резисторлар хизмат қилади. R_8 резистор ўзгарткичнинг кириш қаршилигини мослаш учун мулжалланган. Ўзгарткичнинг аниқлик синфи 0,5.

ДСТ туридаги куч ўлчовчи тензорезисторли датчиклар узлуксиз ишловчи торозилар ва дозаторларда фойдаланиш учун мўлжалланган. ДСТ датчиклари конструииясининг асоси тензорезисторлар ёпиштирилган эластик элемент ҳисобланади. Думалоқ корпусга жойлаштирилган диаметри 120 мм ва қалинлиги 54 мм бўлган эластик элемент учта тусиндан иборат ром куринишида ясалган, улар битта текисликда параллел жойлаштирилган. Ҳар бир тусин марказида юк қабул қилувчи элементлар ва чиқиш сигналларини созловчи (ростловчи) резисторлар ёпиштирилган блоклар ўрнатилган. Резисторлар фальгадан (зарқоғоздан) тўр шаклида ясалган; ростлаш тўрнинг айрим элементларининг узилиши ҳисобига амалга оширилади.

Ўлчанаётган кучланиш (куч) конусга ёки юк қабул қилувчи элементнинг шарсимон сиртига узатилиб, балкаларнинг букилишига ва уни мутаносиб электр сигналга ўзгартирувчи тензорезисторларнинг деформацияланишига сабаб бўлади. Датчикларнинг наминал юкланишлари 10 дан 10 000 кгк атрофида бўлади. Асосий хатолик $\pm 0,1\%$

ДОНАЛИ БУЮМЛАР ҲИСОБЛАГИЧИ

Маҳсулотни санаш қурилмаси мазкур ишлаб чиқариш операциясидан ўтган маҳсулотни ҳисоблаш мақсадида ишлаб чиқариш жараёнининг тугагани ҳақида ахборотни автоматик олиш учун фойдаланиладиган техник воситалар мажмуасининг бир қисмини ташкил этади. Улар айрим бирлик (шиша идиш, баллонлар ва ҳоказо) ёки контейнерлар (яшиқлар, қутилар, қоплар ва ҳоказо) кўринишидаги донали маҳсулотларни автоматик ҳисобга олиш учун қўлланилади.

Донали маҳсулотларнинг ҳамма ҳисоблагичларини тузилишига кўра икки гуруҳга ажратиш мумкин: контактли (механик) ва контактсиз.

Механик ҳисоблагичлар, одатда, технологик қурилма комплектига киради. Контактли—механик датчиклар сифатида дарҳол таъсир қилувчи йўл виключателларидан фойдаланилади.

Санашнинг иккиламчи асбоблари сифатида электромеханик импульслар ҳисоблагичдан фойдаланилади.

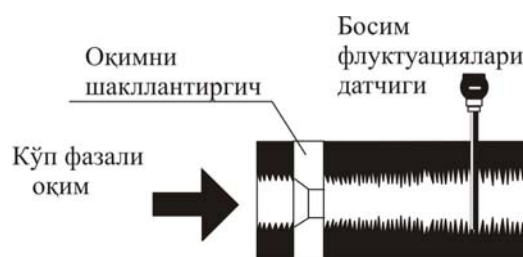
Контактсиз ҳисоблагичлар — технологик қурилма билан ёки саналаётган буюмлар билан механик контактда бўлмаслик билан ифодаланади ва юқори даражада ишончли бўлиш билан фарқланади. Саноатда конструктив ишланиш ва схемалари турлича бўлган фотоэлектрик ҳисоблагичлар кенг қўлланилади.

Фотоэлектрик ҳисоблагичлар ҳам тайёр маҳсулотни санаш учун, ҳам тўлдирилмаган шаффоф идишни яроқсиз чиқариш учун қўлланилади, бу уларнинг бошқа истаган ҳисоблагичлардан афзалигидир.

4.9 - § МОДДАЛАР САРФИНИ ЎЛЧАШНИНГ ЗАМОНАВИЙ УСУЛЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ

Тузилмавий шакллари ва ҳаракат режимларининг хилма – хиллиги билан фарқланувчи, мураккаб ва таркиби бўйича ўзгарувчи газли, суюқ (сув, нефть, конденсат) ва қаттиқ (қум ва бошқа механик қоришмалар) фазалар аралашмасидан иборат модданинг сарфланиши ўлчанаётганда бундай оқим сарфини олдиндан сеперациясиз ўлчаш мураккаб илмий – техник муаммо ҳисобланади. Ҳатто сеперацион воситалари ҳам кам самарали бўлган ҳолларда ҳам юқори газ омилига эга юқори тезликли оқимларни ўлчашда алоҳида қийинчиликлар вужудга келади.

Сарфларни ўлчаш (расходаметрия) соҳасида ўтказилган кўп йиллик тадқиқотлар мазкур муаммони ҳал этиш йўлини таклиф этишга имкон беради. Ўлчашнинг ишлаб чиқилган ва патент олган янги спектрометрик услуби асос бўлиб хизмат қилди. У юқори газли омилли юқори тезликли оқимлар шароитида самаралидир. Бу услуб маҳсулотни йиғишнинг трубопровод тизимида флукуацион жараённинг (босим флукуацияси) спектрал фазаларнинг оқимда сарфланиши тўғрисидаги ахборот манбаи сифатида фойдаланишга асосланади.



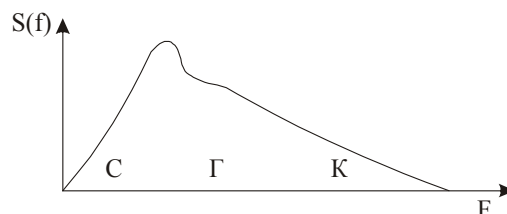
4.17 – расм. Оқим ўлчаш
ўсули

Спектрометрик услубнинг асосий ғояси шундан иборатки, бунда фазалар сарфини кўп фазали оқимда флуктуацион жараённинг қуввати спектрининг частотавий компонентлари бўйича ҳисоблашдир. Босим флуктуациясини ҳисоблаш махсус оқимни ўлчаш ўзгарткичи билан амалга оширилади (4.17–расм).

Ўлчаш ўзгарткичининг асосий элементлари махсус 1 конструкцияли тораювчи қурилма кўринишидаги оқим шакллантиргич ва босим флуктуацияси датчиги ҳисобланади. Тораювчи қурилма қуйидагиларга имкон беради:

- қурилманинг чиқишида фазалар сарфи ўзгаришларининг кенг оралиқларида маълум мунтазам тузилма оқимини шакллантириш;
- гидродинамик тизимда қувватнинг частотавий спектрининг берилган ахборот хоссаларига эга флуктуация жараёнини уйғотиш.

Флуктуация жараёнини қайд этиш пьезокерамик сезгир элементли датчик орқали амалга оширилади. Ишланган ўлчаш ўзгарткичидан фойдаланилганда датчикнинг чиқувчи электр сигнали ўзига хос частотавий спектрга эга бўлиб (4.18 – расм), унда турли фазалар сарфининг таъсир соҳалари ажратилиши мумкин.

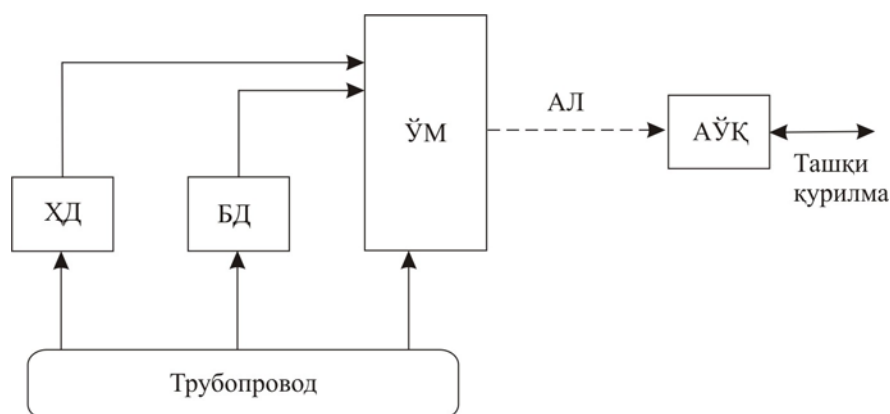


4.18 – расм. Ўлчаш ўзгарткичи датчиги сигнаlining ўзига хос частота спектри.

Хусусан спектрал ташкил этувчиларнинг қуввати асосан, суюқлик (С) ва аралашма сарфига боғлиқ бўлган соҳани ажратиш мумкин. Худди шунга ўхшаш ҳолда газ (Г) таъсир кўрсатадиган ва қаттиқ киришмалар (К) нинг таъсири кўпроқ бўлган соҳаларни ажратиш мумкин. Бундай частота соҳаларида спектрал ишлаб чиқилган ахборот моделлари асосида тегишли фазалар сарфини ҳисоблаб чиқиш мумкин.

Ахборот – ўлчаш тизимининг умумлаштирилган схемаси.

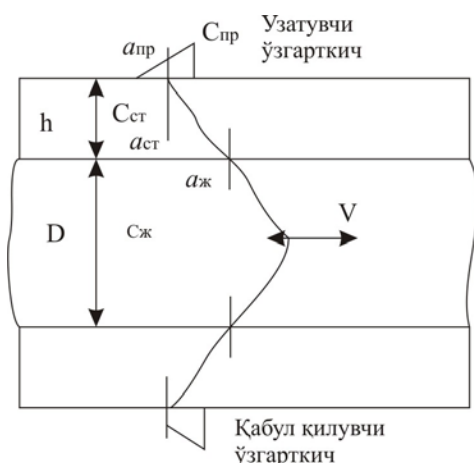
Спектрометрик услубни амалга оширувчи ахборот – ўлчаш тизими (АЎТ) нинг умумий тузилмаси схемаси 4.19 – расмда келтирилган. Унга ўлчаш модули (ЎМ), ҳарорат датчиги (ТД), босим датчиги (БД), алоқа линияси (АЛ) ва ахборот – ўлчаш қурилмаси (АЎҚ) киради. ЎМ суюқлик оқимининг флуктуацион параметрларининг чиқувчи электр сигналга айлантириш учун мўлжалланган. АЎҚ эса ИМ дан ва босим ҳамда ҳарорат датчикларидан келаётган сигналларни қабул қилиб олишни, уларга берилган алгоритм бўйича ишлов беришни, олинган натижаларни сақлашни ва ташқи қурилмалар билан ахборот алмашишни таъминлайди.



4.19 – расм. Қудуклардан фойдаланиш режимини назорат қилиш ахборот ўлчаш тизимлари (АЎТ) нинг умумий тузилмаси.

Ултратовушли доплер сарф ўлчагичнинг ишлаш принциплари.

Агар қувур ўқи бўйича V тезлик билан ҳаракатланувчи нуқтавий сочгич w_0 частотали сигнал билан вертикалга $\alpha_{\text{ж}}$ бурчак остида нурланаётган бўлса, у ғолда қабул қилинган акс – садо сигнали частотаси w_d қўйидаги муносабат билан аниқланади:



$$\omega_{\text{д}} = \omega_0 \frac{\frac{1 - V \sin \alpha_{\text{жс}}}{C_{\text{жс}}}}{\frac{1 + V \sin \alpha_{\text{жс}}}{C_{\text{жс}}}} \quad (4.31)$$

Узатувчи ўзгарткич қабул қилувчи ўзгарткич (4.31) даги иккинчи кўпайтувчини даражали қаторга ёйиб ва $\Delta\omega = \omega_{\text{д}} - \omega_0$ айирмани олиб, Доплер эффекти формуласининг локация вариантини ҳосил қиламиз:

4.20 – расм.

Ультратовушли доплер

$$\Delta\omega = 2\omega_0 \sum_{n=1}^{\alpha} \frac{V \sin \alpha_{\text{жс}}}{C_{\text{жс}}} \quad (4.32)$$

Одатда $V \ll C_{\text{жс}}$ бўлади, шунинг учун чизиқли яқинлашиш билан чекланиш мумкин:

$$\Delta\omega = 2\omega_0 \frac{V \sin \alpha_{\text{жс}}}{C_{\text{жс}}} \quad (4.33)$$

(4.33) ифодадан:

$$V = \frac{\Delta\omega f(a_n C_n)}{2\omega_0} \quad (4.34)$$

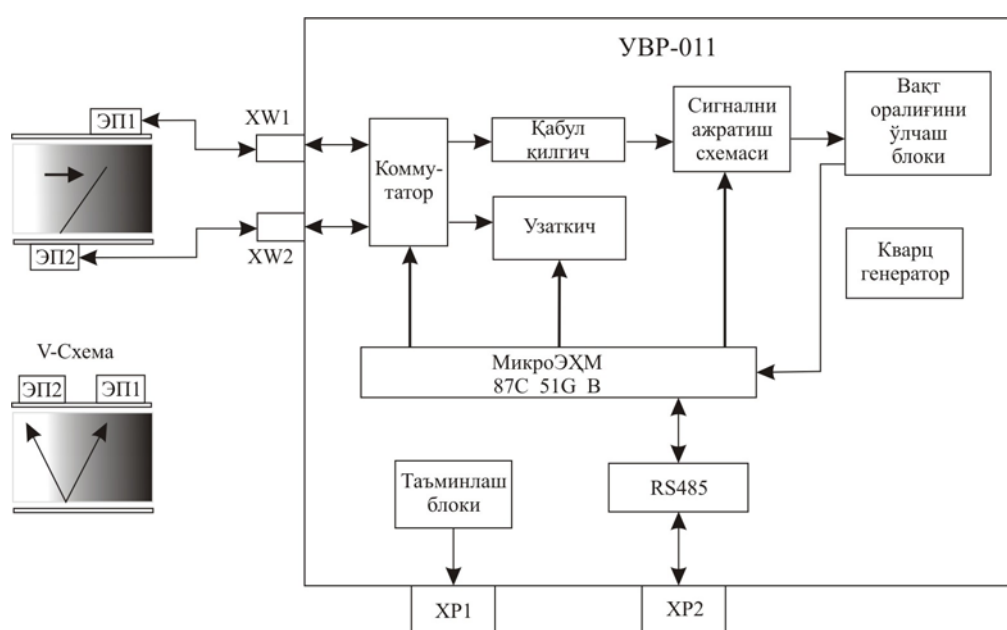
келиб чиқади, яъни доплер силжиши катталиги сочгич тезлиги V га тўғри пропорционал экан. Бу ерда C_n – ЭП призманинг материалидаги ультратовушнинг тезлиги; α_n – вертикал билан трубопровоб деворига ультратовуш тебранишлари суви йўналишлари орасидаги бурчак, у ЭП призма бурчагига тенг.

Реал шароитларди ҳажмий сочилиш сигналларининг шаклланишида фозода тасодифан жойлашган турли хил табиатга эга сочувчиларнинг тўплами иштирок этади. Бу ҳолда “доплер силжиши” тушунчаси қабул қилинган энергиянинг тақсимланишини сочгичларнинг реал тезликлари функцияси

сифатида акс эттирувчи “доплер спектри” концепцияси билан алмашади. Реал ҳисоб – китобларда (4.34) муносабатдан фойдаланиш мумкин бўлиши учун Δw нинг спектри оғирлик марказини тушуниш етарли.

Датчиклар уланган УВР – 011 ультратовуш вақт импульсли сарф ўлчагич.

4.21 – расмда датчиклар уланган УВР – 011 ультратовуш вақт импульсли сарф ўлчагичнинг тузилиши схемаси келтирилган.



4.21 – расм. Датчиклар уланган УВР – 011 ультратовуш вақт импульсли сарф ўлчагичнинг тузилиши схемаси

Сарф ўлчагич трубопроводнинг ташқи томонидан мантаж қилинадиган иккита электроакустик ўзгарткични ва микропроцессор негизида ишлаб тайёрланган электрон блокни ўз ичига олади.

МикроЭХМ амалга оширадиган ўлчашлар цикли ультратовуш импульси нурланиш йўналишларидан бирини (масалан, оқим бўйича) танлашдан бошланади, бунга қабул – узатиш коммутаторини тегишли ҳолатга ўрнатиш йўли билан эришилади. Бунда ЭП2 сигнални узатади, ЭП1 эса уни қабул қилиб олади.

Қабул қилинган сигнал коммутатор орқали фойдали сигнални ажратиш схемасига келади, у ерда кучайтирилади ва халақитлардан филтрланади. Шу ернинг ўзида сигналнинг мавжудлиги ёки йўқлиги тўғрисида қарор қабул қилинади, бу ультратовушли тебранишлар йўқолиб қолганда хато ўлчашларнинг келиб чиқишининг олдини олади, масалан трубопроводни бўшатишда. Сигналнинг тарқалиш вақтини аниқлаш вақт оралиқларини ўлчаш блокида амалга оширилиб, унинг чиқишида t_T баҳо микроЭХМ га келиб тушади. Сўнгра микроЭХМ буйруғига кўра нурланиш йўналиши қарама – қаршисига ўзгаради ва t_T сигналнинг тарқалиш вақтининг тавсифланган ўлчаш тартиби энди оқимга қарши такрорланади. Шу билан ўлчаш цикли тугалланади, микроЭХМ эса

$$Q = 900 S_G I D^2 V \text{ м}^3/\text{соат} \quad (4.35)$$

ифодага мувофиқ суюқлик сарфининг жорий қийматини ҳисоблайди. Бу ерда S_G – тезликларнинг профилига боғлиқ бўлган гидродинамик коэффициентига тескари пропорционал бўлган хатолик.

Датчиклар уланган УДР – 011 ультратовушли Доплер сарфлагичи

Асбоб трубопровод (кувур) нинг ташқи томонида жойлашган иккита ЭП (4.21 – расм) ни ва кварц генератори, қувват кучайтиргичи, квадратур қабул қилгич (приёмник), фазовий детектор (ФД), қабул қилинган сигнал спектрининг оғирлик марказини баҳолаш схемаси билан ҳосил қилинган электрон блокни, шунингдек, микропроцессор негизида ишланган микроЭХМ ни ўз ичига олади.

Мазкур асбобда қабул қилинган сигналнинг квадратур демодуляцияси принципи амалга оширилган бўлиб, у суюқлик ҳаракатининг йўналишини аниқлашга имкон беради.

Қувват кучайтиргичининг чиқишидан келаётган, w_0 частотали узлуксиз тебранишлар билан уйғотиладиган ЭП1 трубопровод ўқиға бурчак остида назорат қилинаётган муҳитга нурланувчи ультратовушли тўлқинни вужудга келтиради. Қабул қилинган тебранишлар қабул қилгич (приёмник) ка узатилади. Унинг чиқишида доплер частотали квадратур сигнал ажралиб чиқиб, у бир томондан ФД га келади, иккинчи томондан спектрнинг оғирлик марказини баҳолаш схемасининг киришига келади. Δw_{um} нинг сон қиймати микроЭХМ га келиб тушади, у ерда (4.34) ва (4.35) муносабатларга мувофик сарф Q нинг қийматини ҳисоблаш амалга оширилади.

УВР – 011 ва УДР – 011 сарф ўлчагичларнинг асосий харктеристикалари (тавсифлари) 4.1 – жадвалда келтирилган. Иккала асбоб қўлланишга рухат этилган ўлчов техникаси воситаларининг Давлат риетрига киритилган. Асбобларни ишлатишнинг давомийлиги ййгиндиси ҳозирги вақтга келиб 4000 суткадан ортиқни ташкил этади.

Асбобларнинг асосий тавсифлари

4.1 – жадвал

Сарфлагичнинг параметрлари	1УДР – 011	1УВР – 011
Қувурнинг ички диаметри, мм	140 – 1600	190 – 1600
Оқим тезлигини ўлчаш диапозони, м/с	0.1 – 6	0.1 – 6
Сарфни ўлчаш диапозони м ³ /соат	0.4 – 43000	2.3 – 43000
Ўлчаш хатоси, % кўпи билан	2	1.5
Датчикларнинг ишчи температуралари диапозони, °С	+20 ÷ +100	+20 ÷ +100
Электрон блок ишчи температуралари диапозони, °С	+5 ...40	+5 ...40
Электрон блокнинг габаритлари, мм	340×40×250	340×40×250
Электрон блокнинг массаси, кг кўпи билан	2.5	2.5
Таъминот кучланиши, В	220 ⁺²⁰ ₋₃₅ ёки 12 В	220 ⁺²⁰ ₋₃₅ ёки 12 В
Истеъмол қилинадиган қувват, Вт кўпи билан	12	10

Датчиклар ва электрон блок орасидаги масофани, кўпи билан	70	70

Микропроцессорли оммавий сарф ўлчагич

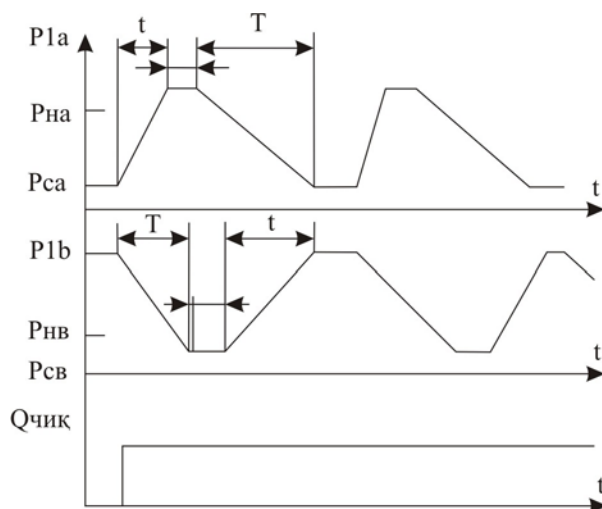
Нефть маҳсулотларининг массасини уларни қабул қилиб олиш ва сотиш операцияларида ҳисобга олишнинг мавжуд усуллари одатда, билвосита ўлчашларга асосланган. Бу ҳол ўлчаш аниқлигини оширишга имкн бермайди. Массани бевосита ўлчашнинг қўлланилаётган усуллари технологик эмас, чунки у махсус қўшимча операцияларни киритишни талаб қилиб, у баъзан маҳсулотни жўнатиш учун кетадиган вақтга ўлчовдош вақт киритилишини талаб этади.

Бевосита тўкиш ёки қуйиш технологик жараёнлар вақтида амалга ошириладиган суюқ нефть маҳсулотларининг сарфини аниқ оғирлик ҳисоби тизими жуда катта унумдорлик билан ишлатилмоқда. Тизим натижаларга ишлов бериш ва жараёни бошқариш учун тензометрик ўлчаш услубларини ва микропроцессор техникасини қўлланишга асосланган. Сарфнинг оғирлигини ўлчаш ситемасининг ишлаш принципи нефть маҳсулотлари оқимининг айрим порцияларини кетма – кет тортиб олишдан иборатдир. Узлуксиз оқимни таъминлаш учун маҳсулотни топширишда қурилманинг чиқишида ёки маҳсулотнинг қабул қилишда (қўйишда) қурилманинг киришида оқим икки чизикқа (линияга) ажратилади. Бунда чизиклардан бири бўйича маҳсулот қурилма чиқишига қараб оқаётганда иккинчи чизикда ўлчаш амалга оширилади. Шунинг учун тизим оқаётган маҳсулотнинг истаган миқдорини ўлчаш учун қўшимча вақт сарфламасдан бевосита технологик операцияларда фойдаланилиши мумкин.

Тизим (4.22 – расм) куч ўлчовчи тензорезисторли датчиклар 2 га осилган иккита идиш (резервуар) 1а ва 1б дан иборат.

Нефть махсулотларини қуйиб беришдаги тизимнинг ишлашини кўриб чиқамиз (4.23 – расм). Фараз қилайлик, масалан, бошланғич пайтда резервуар 1а бўшатиш, резервуар 1б эса тўлдирилган бўлсин. Бу ҳолда “Ишга туширилсин” (“Пуск”) буйруғидан сўнг тўлдирилган резервуарнинг оғирлиги P_{HB} ни аниқлаш ва уни хотирага ёзиш иши бажарилади, кейин бу резервуарнинг В вентили очишга буйруқ берилади. 1б резервуардан махсулот қуйиб олина бошлайди. Шундан сўнг 1а резервуарни тўлдириш вентили А ни очишга буйруқ берилди. Бунда қуйиш тезлиги тукиш тезлигидан ортиқ бўлади. Шунинг учун 1а резервуардаги махсулот сатҳи бошқа резервуарни бўшатиш жараёнида ЮС датчигига етиб олади. Бу датчикдан берилган сигналга биноан 1а резервуарнинг А вентили беркитилади ва суюқликни ҳамда резервуарни тинчлантириш учун зарур бўлган τ вақт ўтгандан сўнг контроллер тўлдирилган 1а резервуарнинг P_{HA} оғирлигини аниқлаш ва хотирага олишни амалга оширади. Оғирликни аниқлаш А ва В вентиллар беркитилган ҳолда, яъни статик режимда амалга оширилишини таъкидлаб ўтамиз. Бу хатоликнинг динамик ташкил этувчилари пайдо бўлишининг олдини олади. Шу ўлчашдан сўнг 1б резервуардаги махсулот сатҳи датчикнинг ҚС ҳолатигача пасайган ва бу датчик ишлаб кетган пайтда микрокантроллер 1б резервуардан махсулотни чиқаришни (тўкишни) тўхтатади ва шу билан бир вақтда 1а резервуардан махсулотни тўкишни (чиқаришни) бошлайди. Унинг буйруғига кўра бир резервуарнинг В вентили беркитилади ва иккинчисининг В вентили очилади. Тинчлантириш вақти τ ўтгандан сўнг 1б бўшатиш резервуарнинг P_{EB} оғирлигини аниқлаш ва бир циклда бериб юборилган махсулотнинг $P_1 = P_{HB} - P_{CB}$ порциясининг оғирлигини ҳисоблаш амалга оширилади. Оғирликнинг килограмм ҳисобидаги қиймати индикацияга чиқарилади. Сўнг бўшатиш 1б резервуарни тўлдириш учун А вентиль очилади. ЮС датчигидан келган сигналга кўра уни тўлдириш тўхтатади, τ вақтдан сўнг тўлдирилган резервуар оғирлигининг янги P_{HB} қийматини аниқлаш ва хотирлаш амалга оширилади. Энди 1а резервуардаги махсулот сатҳи датчикнинг ҚС ҳолатигача пасайгандан сўнг микрокантроллер 1а резервуардан тўкишни ва 1б резервуардан тўкиш

бошланишилишини бир вақтда тўхтатиш учун буйруқ беради, t вақтдан кейин тўкилган (бўшатиш) 1a резервуарнинг P_{ca} оғирлигини аниқлаш, иккинчи циклда бериб юборилган махсулотнинг $P_2 \approx P_{на} - P_{ca}$ порцияси оғирлигини ҳисоблаш ва берилган махсулотнинг йиғинди оғирлиги $P_1 + P_2$ ни ҳисоблаш амалга оширилади. Бу қиймат индикацияга чиқарилади. Кейин 1a резервуарни такрорий тўлдириш бошланади ва цикл такрорланади. Кейинги ҳар бир циклда берилган (жўнатиш) махсулот оғирлигининг қиймати олдин бериб юборилган махсулот оғирлигига қўшилади ва индикацияланади. Махсулотни бериш бошқариш пультадан “Тўхта” (“Стоп”) сигналига кўра тўхтатилади. Берилган махсулотнинг максимал миқдори амалдаги индикация сифимида кўра аниқланади. Тизимда у 100 т тенг деб танланган, шунинг учун индикацияга олтига ўнлик рақам чиқарилади (оғирлик килограмм ҳисобида). Берилган махсулотнинг тўлиқ оғирлиги, индикациядан ташқари, иккилик ўнлик код билан (олтига хона) истеъмолчилар билан ҳисоб – китоб қилиш тизимида бундан кейин фойдаланиш учун махсус буферли регисторга чиқарилади.



4.23 – расм. Оғирлик ҳисоби тизими ишлашнинг вақтга боғлиқ диаграммалари

Тизимни кўриб чиқилган ишлар режимида (тартибида) ўзгармас унумдорлик $Q_{чик}$ (4.23 – расмга қ.) билан махсулотни узлуксиз равишда бериб туриш (сотиш) таъминланади. Бунга, агар махсулотни қуйиш вақти t уни тўкиш вақти T дан кичик бўлганда, яъни

$$t < 2\tau < T, \text{ яъни } \frac{P_1}{Q_{\text{кир}}} < 2\tau < \frac{P_1}{Q_{\text{чик}}}$$

шарт бажарилганда эришилади.

$Q_{\text{кир}}$ ва $Q_{\text{чик}}$ унумдорликларни тартибга солиш Д дросселлар орқали амалга оширилади. Тенгсизлик даражаси шартлар ўзгарганда унумдорликларнинг номинал қийматлардан оғишнинг йўл қўйилган қийматларини аниқлайди. Тенгсизлик бузилганда тизим чиқишида пульсацияланувчи, узлукли оқимни беради, бу эса ҳар доим ҳам мақсадга мувофиқ бўлавермайди. Бу ҳолда микрокантроллер бошқариш пультада “Узлукли оқим” сигналинини улайди.

4-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Моддаларнинг сарфи ва миқдори
2. Босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагичлар
3. Торайтирувчи қурилмалар
4. Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар
5. Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичлар
6. Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар
7. Ультратовушли сарф ўлчагич
8. Суюқлик ва газлар миқдорини ўлчаш
9. Ҳажм ҳисоблагичлар
10. Тезлик ҳисоблагичлар

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Сарф ва миқдор нима?
2. Сарф ва миқдорнинг қандай ўлчов бирликларини биласиз?
3. Сарфни ўлчаш усуллариини изоҳлаб беринг?
4. Босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагични ишлаш принципини тушунтиринг?
5. Қандай торайтирувчи қурилмалар турларини биласиз?

6. Босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагичларнинг турлари ва ишлаш принципини тушунтиринг?
7. Электромагнит сарф ўлчагичларни ишлаш принципини тушунтиринг?
8. Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичларни ишлаш принципини тушунтиринг?
9. Сарфни электромагнит ва ўзгарувчан сатҳли ўлчагичлар билан ўлчашда қандай фарқ бор?
10. Ультратовушли сарф ўлчагични ишлаш принципини тушунтиринг.
11. Суюқлик ва газлар миқдорини ўлчаш усулларини изоҳлаб беринг?
12. Ҳажм ва тезлик ҳисоблагичлар билан миқдорни ўлчашда қандай фарқ бор?
13. Оғирлик ҳисоби тизими ишлашнинг вақтга боғлиқ диаграммаларини изоҳланг.
14. Датчиклар уланган УДР – 011 ультратовушли Доплер сарфлагичи деганда нимани тушунаси?
15. Микропроцессорли оммавий сарф ўлчагич ҳақида маълумот беринг.
16. Датчиклар уланган УВР – 011 ультратовуш вақт импульсли сарф ўлчагичнинг тузилиши схемасини тушунтиринг.
17. Ультратовушли доплер сарф ўлчагичи нималардан ташкил топган?
18. Иссиқлик (калориметрик) сарф ўлчагичлари нима ва уларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
19. ДЕДВУ тензорезисторли ўзгарткичнинг схемасига изоҳ беринг.
20. Донали буюмлар ҳисоблагичининг қандай турлари мавжуд?

V бoб. СУЮҚЛИК ВА СОЧИЛУВЧАН МОДДАЛАР САТҲИНИ ЎЛЧАШ

5.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Сатҳ деб технологик аппаратнинг ишчи муҳит – суюқлик ёки сочилувчан жисм билан тўлдириш баландлигига айтилади.

Ишчи муҳит сатҳи технологик параметр ҳисобланади, у ҳақдаги ахборот технологик аппаратнинг иш режимини назорат қилиш учун, айрим ҳолларда эса ишлаб чиқариш жараёнини бошқариш учун зарур. Сатҳни ўлчаш воситалари сатҳ ўлчагичлари деб аталади.

Суюқлик ва сочилувчан моддалар сатҳини ўлчаш технологик жараёнларни автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга. Сатҳни ўлчаш модданинг идишдаги миқдорини аниқлаш ва технологик жараёнда иштирок этаётган ишлаб чиқариш ускунасида сатҳ ҳолатини назорат қилишдан иборат.

Ишлаш характери жиҳатидан сатҳни ўлчагичлар узлуксиз ва узлукли (релели) бўлади. Релели сатҳ ўлчагичлар модданинг сатҳи маълум баландликка етганда ишлай бошлайди, улар сигнализация мақсадида ишлатилади ва сатҳ сигнализатори дейилади.

Бу асбоблар ишлаш принципи ва тузилиши жиҳатидан бир биридан фарқ қилади. Масалан, суюқлик сатҳни ўлчашга мўлжалланган асбобларнинг кўпи сочилувчан моддалар сатҳини ўлчаш учун яроқсиз, усти очик (атмосфера босим) идишларда ишлатиладиган асбоблар эса юқори босимда ишлайдиган идишлар учун яроқсиздир ва ҳоказо.

Сатҳни назорат қилиш асбоблари шкалали ва шкаласиз бўлади. Шкаласиз асбоблар, одатда, иккиламчи асбоблар билан бирга ишлайди, ёки сатҳнинг чегараси ҳақида мустақил сигнал беради.

5.1 – жадвалда ўлчаш диапазониға кўра сатҳ ўлчагичлар келтирилган.

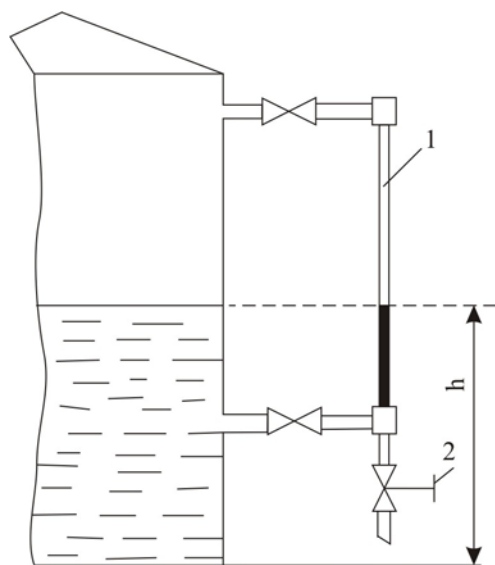
Ўлчаш диапазони кўра сатҳ ўлчагичлар

Диапазон	Ўлчаш чегараси	Қўлланиш соҳаси
Тор	0 – 450 мм	Автоматик тартибга солиш тизимларида
Кенг	0.5 – 20 м	Таварларни ҳисобга олиш операцияларини ўтказиш учун

Ўлчанадиган муҳитнинг характери ва ишлаш принципига кўра сатҳни ўлчаш асбоблари қуйидаги гуруҳларга бўлинади: кўрсатиш ойнаси; қалқовичли; гидростатик; электрик (сифимли, актив қарашликларнинг ўзгаришига мувофиқ ва индуктивли); радиоизотопли; ултратовушли; радиотўлқинли; термокондуктометрли; вазнли ва бошқалар. Шуларнинг айримлари билан танишиб чиқамиз.

5.2-§. САТҲНИ ЎЛЧАШНИНГ ВИЗУАЛ ВОСИТАЛАРИ

Шуни алоҳида таъкидлаш мумкинки, мазкур ўлчаш воситаларига ўлчов чизғичлари, рейкалар, лотли рулеткалар (цилиндирик стерокенли) ва сатҳ ўлчовчи шишалар (охиргиси кўроқ қўлланилади) киради. Сатҳни сатҳ ўлчовчи



5.1– расм. Технологик аппаратларда кўрсаткич шишаларни ўрнатиш

шишалар ёрдамида ўлчаш туташ идишлар қонунига асосланган.

Сатҳ ўлчагич шишанинг принципал схемасини кўриб чиқамиз (энг кенг тарқалгани сабабли). Схема 5.1 – расмда келтирилган. Кўрсаткич шиша 1 арматура ёрдамида идишнинг пастки ва устки қисмлари билан бирлаштирилади. 1 трубкадаги суюқлик менискининг ҳолатини кузатиб идишдаги суюқлик сатҳининг ҳолати ҳақида фикр юритилади. Резервуардаги ва шиша трубка

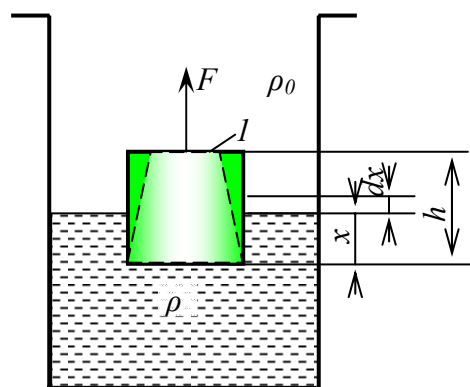
(най) даги суюқлик теятуралари фарқиға боғлиқ бўлган қўшимча хатоликни бартараф этиш учун ўлчашдан аввал сатҳ ўлчагич шишалар ювилади. Бу вазифани вентил 2 бажаради. Механик мустаҳкамлиги паст бўлгани сабабли сатҳ ўлчагич шишаларни узунлиги 0.5 м ортиқ бўлмайди.

Шунинг учун, резервуарларда сатҳни ўлчаш учун улар бир – бирини тўлдириб мақсадида бир нечта сатҳ ўлчагич шишалар ўрнатилади. Сатҳ ўлчагич шишалар 3 МПа босимгача ва 300 °С ҳароратгача қўлланилади. Сатҳни сатҳ ўлчагич шишалар билан ўлчашнинг абсолют хатоси $\pm(1 - 2)$ мм.

Қоида бўйича қаерда инсон кузатиётган қурилмаларда қўлланилади. Яна бир қатор техник чегарашлар бор. Сарфўлчагич шишалар 3Мпа гача ва 300° гача ҳароратларда қўлланилади.

5.3-§. ҚАЛҚОВИЧЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Бу асбоблар билан идишдаги суюқлик сатҳи ўлчанади. Асбобнинг сезгир элементи — қалқович суюқлик сиртида қалқиб туради (5.2-расмда) ва суюқлик сатҳи баланд-лигидаги ўрни унга таъсир қиладиган кучлар мувозанатига боғлиқ



5.2 – расм.
Қалқович
силжиишининг

бўлади. Архимед қонунига мувофиқ, қалқович оғирлиги унинг суюқликка ботган ҳажмидаги суюқлик оғирлигига тенг бўлади. Ундан ташқари, қалқовични ўраб олган суюқлик устидаги муҳит ҳаво бўлмай, зичлиги ρ_0 га тенг бўлган модда бўлса, унда қалқович ҳажмидаги бу модда оғирлиги ҳам қалқовични пастга босади, унинг суюқликка ботишини оширади. Бу икки кучга қарши йўналган, қалқовични юқорига

кўтарадиган куч F ни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0) g \int_0^x S(x) dx \quad (5.1)$$

бу ерда, ρ_0 — суюқлик устидаги муҳит зичлиги; g — оғирлик кучи тезланиши; V — қалқовичнинг ҳажми; ρ — қалқович ботиб турган суюқлик зичлиги; x — қалқович ботган қисмнинг баландлиги; S — қалқовичнинг кўндаланг кесим юзи.

Агар қалқовичнинг кўндаланг кесими S баландлиги h бўйича ўзгармас бўлса,

$$F = S\rho_0 \cdot g + (\rho - \rho_0)g \cdot S \cdot x \quad (5.2)$$

Суюқлик устидаги муҳит газ ёки ҳаво бўлса. $p_0 = 0$, у ҳолда

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x)dx \quad (5.3)$$

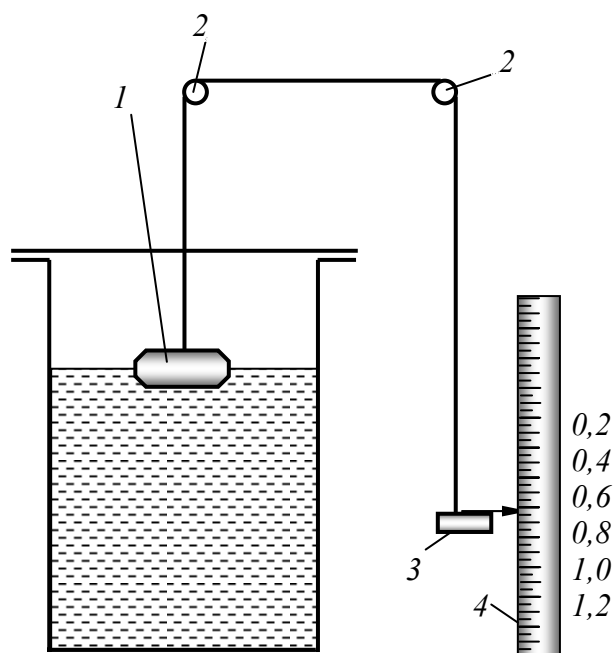
Қалқовичнинг кўндаланг кесими ўзгармас бўлса

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (5.4)$$

Қалқовичли сатҳ ўлчагичларда доимий ва даврий чўкадиган (буйкали) қалқовичлар ишлатилади.

Доимий чўкадиган қалқовични сатҳ ўлчагичларда қалқовични юқорига кўтарадиган мувозанатловчи куч қалқович оғирлигига тенг ва ўзгармас бўлади;

$$F=G=Const \quad (5.5)$$



5.3 – расм. Қалқовичли суюқлик сатҳини ўлчаш схемаси

Бу ерда, н фойдаланиб, қалқовичнинг суюқликка ботган қисмининг баландлигини топиш мумкин

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = Const \quad (5.6)$$

Бу ҳолда кучлар мувозанатини таъминлайдиган қалқович суюқлик сатҳига мувофиқ силжийди. 5.3 – расмда шу принципга асосан ишлайдиган доимий чўкадиган қалқовичли сатҳ ўлчагичнинг оддий схемаси кўрсатилган. Саноатда

қўлланиладиган кўпчилик сатҳ ўлчагичлар шу схема асосида ишлайди. Қалқович 1 роликлар 2 ёрдамида мувозанатловчи юк 3 билан эластик трос (пўлат сим) орқали боғланган. Юк билан бириктирилган стрелка шкала 4 га мувофиқ суюқлик сатҳни кўрсатиб туради.

Қалқовичли сатҳ ўлчагичлар учун, 5.3. расмда троснинг таранглик кучи ва роликлардаги ишқаланишни ҳисобга олган ҳолда, «қалқович-тортувчи (противовес)» тизимнинг мувозанат ҳолати қуйидаги тенглама билан ёзилади:

$$G_T = G_{\Pi} - S h_1 \rho_c g, \quad (5.7)$$

бу ерда, G_T , G_{Π} қалқович оғирлигига қарши оғирлик кучи (противовес) ва оғирлик кучи; S – қалқович юзаси; h_1 – қалқович чуккан баландлиги; ρ_c – суюқлик зичлиги.

Суюқликнинг сатҳининг ошиши қалқовичнинг чуқурлигини ўзгартиради ва унга қўшимча итарувчи куч таъсир этади. Юқорида ёзилганларнинг натижасида тенглик бузилади ва – қалқович оғирлигига қарши юк пастга тушаверади, токи осилга қалқович h_1 баландликга теглашгунча.

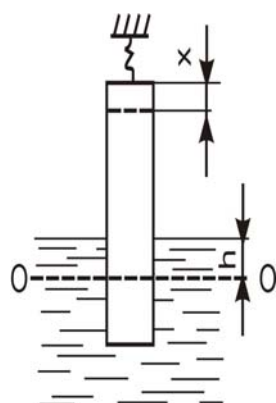
Бу ўлчагичнинг асосий камчилиги — шкаласининг тескарилиги ва трос оғирлигининг ўзгариши ҳисобга олинмаслиги, баланд идишларда ҳисоблаш қийинлиги ва ҳоказо.

Қалқовичли сатҳ ўлчагичларнинг турли модификациялари мавжуд. Улар бир-биридан тузилиши, ўлчаш характери (узлуксиз ёки қайд қилувчи), масофага узатиш тизимини (пневматик, электр ва бошқалар) ишлатиш шартлари ва бошқа хусусиятлари билан фарқ қилади.

Идишдаги суюқлик сатҳини ўзгаришига қараб қалқовичнинг силжишини камайтириш мақсадида чизиқли тавсифга эга бўлган даврий чўкадиган цилиндрик қалқовичдан фойдаланиш мумкин.

Даврий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг ишлаш принципи қалқович (буйка) массасининг суюқликка, чўкиш чуқурлигига қараб ўзгаришига асосланган. Бундай сатҳ ўлчагичларнинг сезгир элементи оғир жисм (масалан, цилиндр), яъни идиш ичида вертикал осилган ва назорат қилинаётган суюқликка қисман ботирилган (5.4-расм) қалқовичдан иборат. Қалқович бикрлиги S бўлган ва қалқовичга маълум куч билан таъсир этадиган эластик илгакка маҳкамланган (5.4 - расмда бундай элемент пружинадир).

Суюқлик сатҳини 00 ҳолатидан h га орттирилса, итарувчи куч ортади. Бу буйкани x ҳолатига кўтаришга олиб келади, бу ерда, унинг кўтарилиши билан



5.4 – расм.
Ўзгарувчан
ботишли
цилиндрик
қалқович
силжишини

чўкиш камаяди, яъни $x < h$. Бу билан куч ўзгаради, шу куч билан илгак буйкага таъсир қилади. Ўзгариш буйканинг чўкиши $h - x$ га ортиши натижасида итариш кучининг ўзгаришига тенг:

$$x \cdot C = (h - x) \rho_c \cdot g \cdot F - (h - x) \rho_g \cdot g \cdot F \quad (5.8)$$

бу ерда, C — илгакнинг бикрлиги; ρ_c , ρ_g — суюқлик ва газнинг зичлиги; F — қалқович кўндаланг кесимининг юзи.

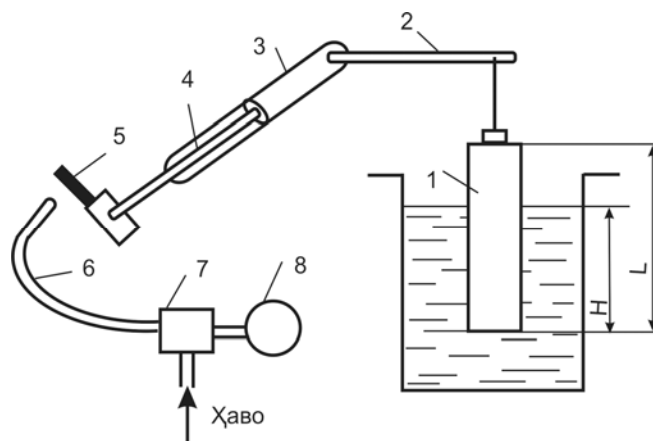
Бундай қалқовичли сатҳ ўлчагич статик тавсифининг ифодасини осонлик билан топиш мумкин:

$$x = \frac{h}{1 + \frac{C}{(\rho_c - \rho_g) \cdot g \cdot F}} \quad (5.9)$$

Шундай қилиб қалқовичли сатҳ ўлчагичнинг статик тавсифи чизиклидир, бу ерда, унинг сезгирлиги F ни орттириш билан ёки илгакнинг бикрлиги C ни камайтириш билан орттирилиши мумкин.

(5.9) ифодадан кўриниб турибдики, конкрет сатҳ ўлчагичдан фойдаланганда қўшимча хатоликлар ушбу C , F , $\rho_c - \rho_g$ катталикларнинг ўзгариши ҳисобига пайдо бўлиши мумкин. Шу катталикларнинг ўзгаришига идишдаги ҳарорат ва босимнинг ўзгариши сабаб бўлади, бу ерда, $\rho_c - \rho_g$ айирманинг ўзгаришидан ҳосил бўладиган хатолик энг катта бўлади

5.5 — расмда даврий чўкадиган қалқовичли сатҳ ўлчагичнинг схемаси кўрсатилган. Бу асбоб кўрсатишларни пневматик усулда масофага узатади. Қалқович 1 торсионли найча 3 учига



5.5 – расм. Даврий чўкадиган қалқовичли ва кўрсатишларни масофага пневматик узатадиган сатҳ ўлчагич схемаси

ўрнатилган ричаг 2 га осилган. Қалқович ўз оғирлиги билан торсионли найча ва унинг ичидаги пўлат стержен 4 ни буради, бурилиш бурчаги сатҳ ўзгарганда қалқовичнинг ўзгарадиган оғирлик кучига мутаносиб. Қалқович шундай оғирликка эгаки, у суюқликка батамом чўкканда, қалқиб чиқмайди. Стержен 4 нинг бўш учида пневмоқурилма 7 нинг заслонкаси (тўсиқ) 5 маҳкамланган. Торсионли найчанинг стержени бурилганда тўсиқ сопло 6 га нисбатан шу бурилиш бурчагига тенг бурчакка силжийди. Пневмоқурилма 7 тўсиқнинг бурчакли силжишини иккиламчи асбоб 8 орқали ўлчанадиган босимнинг мутаносиб ўзгаришига айлантиради. Босим ўлчайдиган асбобнинг шкаласи 8 сатҳ бирлигида даражаланган.

Суюқлик сатҳни масофадан ўлчаш учун куч компенсацияси принципига асосланган, ўзгармас токнинг 0—5 ва 0—20 мА унификацияланган чиқиш сигналига (УБ-Э русумли) ёки 20...100 кПа ҳаво босимига мўлжалланган (УБ-П русумли) қалқовичли сатҳ ўлчагичлари қўлланилади ва қалқовичли сатҳ ўлчагичларининг ўлчов чегараси ушбу қатордан танланади: 0—0,25; 0,4; 0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 ва 20 м. Аниқлик синфи 0,6; 1,0; 1,6 ва 2,5 бўлиши мумкин. Ҳисоб- китоб операциялари учун сатҳ ўлчагичлари асосий хатоликлари $\pm 1,0$ дан 10,0 мм гача бўладиган қилиб тайёрланади.

Агрессив суюқликлар сатҳни ўлчашда қалқович коррозияга бардош материалдан тайёрланади.

Қалқовичли сатҳ ўлчагичлардан катта зичликка эга бўлган (азот, неон ва б.) суюқлаштирилган газ сатҳини ўлчашда ҳам, 32 МПа босимда ва 400°C гача бўлган ҳароратда муҳитни назорат қилишда ҳам фойдаланилади.

Қалқовичли сатҳ ўлчагичлар маълум афзалликларга эга: қурилма содда, ўлчаш чегараси катта, аниқлиги етарлича катта, агрессив муҳитлар сатҳини ўлчаш мумкин, ўлчашнинг ҳарорат чегараси кенг. Уларни қўлланишни чегараловчи камчиликлари: идишда қалқович борлиги, металл кўп кетиши, кинематик қисмлари борлиги сабабли етарли мустаҳкам эмаслиги, идишларда босим остида сатҳни ўлчаш қийинчиликлари.

5.4-§. ГИДРОСТАТИК САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Гидростатик сатҳ ўлчагичлари очик идиш ҳамда босим остидаги идишларда турли суюқликлар (жумладан, агрессив, тез кристалланувчи ва қовушоқ моддалар) сатҳни ўлчашда ишлатилади. Гидростатик сатҳ ўлчагичларда суюқлик сатҳни ўлчаш суюқлик устуни ҳосил қиладиган босимни ўлчаш билан амалга оширилади, яъни

$$P=H \cdot \rho \cdot g \text{ ,} \quad (5.10)$$

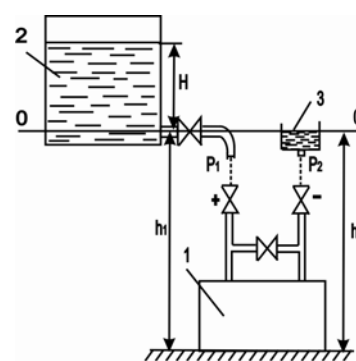
бу ерда P — суюқлик устуни ҳосил қилган босим, Па; H — суюқлик сатҳи; m ; p — суюқлик зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; g — оғирлик кучи тезланиши, $\text{м}/\text{с}^2$.

(5.10) тенглама босимни ўлчаш асосида ишлайдиган сатҳ ўлчагичлари қуриш мумкинлигини кўрсатади.

Суюқликнинг гидростатик босимини дифманометр ёрдамида ўлчайдиган гидростатик сатҳ ўлчагичлар **дифманометрик сатҳ ўлчагичлар** деб аталади.

Суюқликнинг гидростатик босимини ҳаво босимига ўзгартирувчи гидростатик сатҳ ўлчагич **пезометрик сатҳ ўлчагич** деб аталади.

Дифманометр билан очик ва ёпиқ идишлардаги суюқликлар сатҳни, яъни босим остидаги, атмосфера ёки сийракланиш шароитидаги суюқликлар сатҳини ўлчаш мумкин. Бундай асбобларнинг ишлаш принципи икки суюқлик устунининг гидростатик босимлар фарқини ўлчашга, яъни идишдаги суюқлик сатҳига боғлиқ бўлган ўзгарувчан суюқлик устун босимини ва солиштириш ўлчови вазифасини бажарувчи доимий устун бўйича босимлар фарқини ўлчашга асосланган. 5.6-расмда очик идишдаги суюқлик сатҳни дифманометр билан ўлчаш схемаси кўрсатилган. 1 дифманометрнинг иккала импулсли найчаси назорат суюқлик (агар у агрессив бўлмаса) билан тўлдирилади. Дифманометр сезгир элементига таъсир этадиган P_1 ва P_2 босимлар фарқини ўлчайди. Шу босимлар учун (5.10) тенгламага мос равишда қуйидаги ифодаларни ёзиш мумкин:



**5.6 – расм. Очик идишда
суюқлик сатҳини
дифманометр билан
ўлчаш схемаси**

$$P_1 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g;$$

$$P_2 = h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (5.11)$$

Шундай қилиб, дифманометр идиш 2 даги назорат қилинадиган суюқлик сатҳ H орқали ифодаланадиган босимлар фарқини ўлчайди:

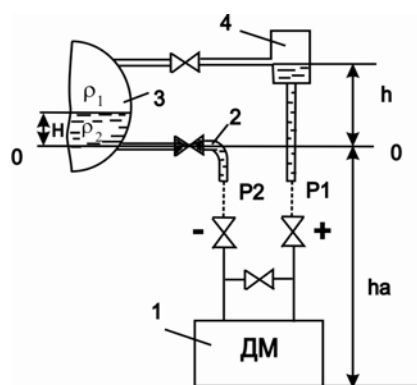
$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (5.12)$$

Агар иккала импульсли найчадаги суюқлик зичлиги ρ_1 ва ρ_2 бир хил бўлса ва $h_1 = h_2$ бўлса, у ҳолда

$$\Delta P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (5.13)$$

бу ерда,

$$\rho = \rho_1 = \rho_2.$$



5.7 – расм. Босим остида (берк идишда) суюқлик сатҳини дифманометр билан ўлчаш схемаси

импульсли найчада («—» белги билан белгиланган) суюқлик сатҳи назорат қилинаётган сатҳ H ўзгариши билан ўзгармаган ҳолдагина ўринли.

Буни таъминлаш учун шу импульсли найчада мувозанатлаштирувчи идиш 3 ўрнатилади. Идиш ва импульсли найча сатҳ ўлчагич шкаласининг бошланғич белгиси деб қабул қилинган 00 сатҳигача суюқлик билан тўлдирилади.

5.7-расмда босим остида (берк идишларда) суюқлик сатҳини дифманометр билан ўлчаш схемаси кўрсатилган. Мувозанатлаштирувчи идиш 4 идишнинг ҳаволи (буғли) бўшлиғи 3 га уланади ва максимал сатҳда ўрнатилади. Импульсли найча 2 идишнинг суюқликли бўшлиғига бевосита уланади. Дифманометр 1 билан ўлчанадиган босимлар фарқи ΔP учун ифода

дифманометрнинг мусбатли P_1 ва манфийли P_2 камераларида ҳосил қилинадиган босимлар орқали осонгина топилиши мумкин:

$$P_1 = (h + h_0) \cdot \rho_1 \cdot g, \quad (5.14)$$

бу ерда, ρ_1 — мувозанатлаштирувчи идиш ва импульсли найча 5 даги суюқлик зичлиги. P_2 босим идишдаги зичлиги ρ_2 бўлган суюқлик устунининг гидростатик босими импульсли найча 2 даги зичлиги ρ_1 бўлган суюқлик устунининг h_0 ва баландлиги h — H ва зичлиги ρ бўлган идишдаги ҳаво (буғ) устунининг гидростатик босимлари йиғиндисидан иборат:

$$P_2 = h_0 \rho_1 \cdot g + H \rho_1 g + (h - H) \rho \cdot g. \quad (5.15)$$

Шундай қилиб, дифманометрга таъсир этадиган босимлар фарқи ΔP қуйидаги ифода билан топилади:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = [h \rho_1 - H \rho_2 - (h - H) \rho] \cdot g = [h(\rho_1 - \rho) - H(\rho_2 - \rho)] \cdot g \quad (5.16)$$

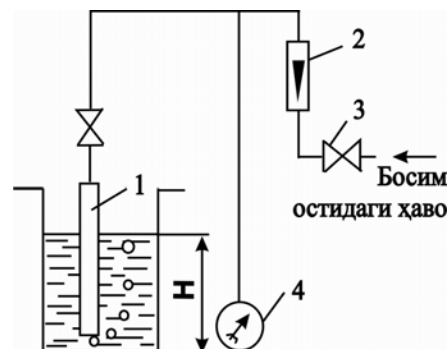
(5.16) ифодадан кўриниб турибдики, сатҳ ўлчагич кўрсатиши h нинг жорий қиймати гагина эмас, суюқлик зичлигига ρ_1 ва буғ зичлиги ρ га ҳам боғлиқ, улар эса ўз навбатида идишдаги муҳитнинг ҳарорати ва босими га боғлиқ. Шунинг учун дифманометр- сатҳ ўлчагичнинг шкаласини ҳисоблаш идишдаги ишчи босими бўйча ҳисобланади. Бу ерда, n ташқари, ўлчаш натижасига импульсли найчадаги-суюқлик зичлиги ρ_1 нинг ўзгариши таъсир этади, чунки бу ерда, баландлиги h бўлган устуннинг ва импульсли найча 5 нинг гидростатик босими ўзгарди, шу билан бир вақтда P_1 босим ўзгармас бўлиб қолиши лозим. Бу атроф муҳит ҳарорати ёки идишдаги муҳит ҳарорати ўзгарганда содир бўлади.

Сатҳни дифманометрлар билан ўлчаш усули қатор афзалликларга эга: сатҳ ўлчагичлар мустаҳкам, монтаж қилиш оддий ва ишончли ишлайди. Аммо уларда битта жиддий камчилик бор: дифманометрларнинг сезгир элементи назорат қилинувчи муҳитга бевосита тегиб туради. Агрессив муҳитларнинг сатҳни ўлчашда бу ё дифманометрлар учун махсус материалдан фойдаланишни тақозо қилади ёки дифманометрга актив муҳит кириб қолишдан, масалан, импульс найчаларига ажратиш қурилмаларини улаш, импульсли найчаларни тоза

сув билан ювиш ва ҳоказодан сақлайдиган дифманометрларни улаш схемаларини қўлланишни тақозо қилади.

Бу камчиликдан гидростатик сатҳ ўлчагичлардан бир тури — пезометрик сатҳ ўлчагичлар мустаснодир.

Пезометрик сатҳ ўлчагичнинг принципиал схемаси 5.8-расмда келтирилган. Бу асбоблар зичлиги ўзгармас суюқлик устунининг босимини ўлчашга мўлжалланган. Суюқлик устунининг босими унинг баландлигига мутаносиб равишда ўзгаради. Пезометрик сатҳ ўлчагичлар турли хил:



5.8 – расм. Пъезометрик сатҳ ўлчагичнинг принципиал схемаси

агрессив, агрессив бўлмаган ва қовушқоқлиги катта бўлган суюқликларни очик ёки берк идишлардаги суюқликлар сатҳини ўлчашда қўлланилади. Суюқлик солинган идишга пезометрик найча 1 туширилади ва унинг устки томони манометр 4 билан параллел қилиб ҳаво ёки инерт гази манбаига уланади. Унда ҳавонинг сарфи дроссел 3 билан чекланиб, ротаметр 2 ёрдамида назорат қилиб турилади.

Идишдаги суюқлик сатҳининг берилган H баландлигида пезометрик найчадан суюқлик орқали чиқадиган ҳаво пуфакчаларининг ҳар секундда биттадан чиқиши таъминланган бўлиши керак.

Суюқлик сатҳи ортса, найчадаги босим ортади, ундан чиқадиган пуфакчалар сони камаяди, суюқлик сатҳи камайса, найчадан чиқадиган пуфакчалар сони ортади. Босимнинг бундай ўзгаришини манометр 4 ўлчайди, манометр шкаласи суюқлик сатҳига мувофиқ даражаланган бўлади.

Суюқлик сатҳ тизимда барқарорланган босим бўйича топилади:

$$P - P_x = H \cdot \rho \cdot g, \quad (5.17)$$

бу ерда, H

$$H = \frac{P - P_x}{\rho \cdot g},$$

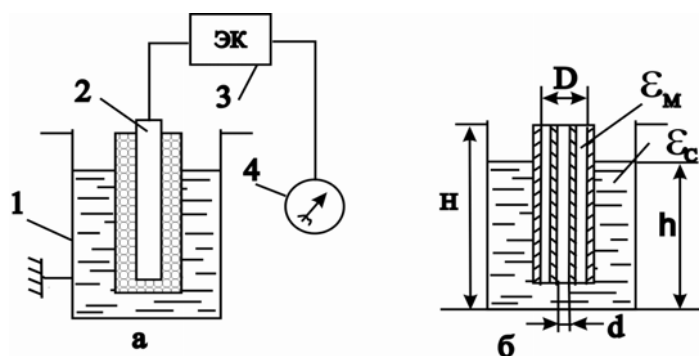
бу ерда, P_x — идишда суюқликлар устидаги босим, P — P_x босим манометр 4 билан топилади.

Суюқлик сатҳни ўлчашда маълум шароитларда статик электр токи пайдо бўлиши мумкин. Шунинг учун тез алангаланувчи ва портлаш хавфи бор суюқликларни назорат қилишда инерт газ сифатида карбонат ангидрид, азот, тутунли газлар ёки махсус пезометрик сатҳ ўлчагичлар ишлатилади.

Шу турдаги сатҳ ўлчагичлар ер ости идишларида, ёнилғи балласт ва бошқа цистерналарда, агрессив суюқликлар ва қатор бошқа ҳолларда сатҳни ўлчаш учун кенг қўлланилади. Бундай асбоблар суюқликнинг доимий зичлигида $\pm 1,5\%$ аниқлик билан ўлчайди.

5.5-§. ЭЛЕКТР САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Электр сатҳ ўлчагичларда суюқлик сатҳнинг ҳолати бирор электр сигналига ўзгартирилади. Электр сатҳ ўлчагичлар орасида энг кўп тарқалгани сиғимли ва актив қаршилиқларнинг ўзгаришига мувофиқ ўлчашга асосланган асбоблардир.



5.9 – расм. Сиғимли сатҳ ўлчагичнинг схемаси

Суюқлик сатҳининг ўзгариши билан боғлиқ равишда электродлар орасидаги электр сиғим ўзгаришига асосланган асбоб **сиғимли сатҳ ўлчагич** деб аталади. Бунда, суюқликнинг диэлектрик хусусиятлари назорат қилинади. Суюқлик сатҳини сиғимли сатҳ ўлчагич ёрдамида ўлчашнинг принципиал схемаси 5.9-расмда кўрсатилган. Бу ўлчагич цилиндрик конденсатор ва ўлчов асбобидан иборат. Сатҳ ўлчаниши керак бўлган суюқлик қуйилган идишга изоляцион материал билан қоплаган электрод 2 туширилади. Электрод идиш деворлари билан биргаликда цилиндрик конденсаторни ҳосил қилади, унинг сиғими суюқлик сатҳи ўзгариши билан ўзгаради. Сиғимнинг катталиги

электрон кучайтиргич 3 орқали кучайтирилиб, сигнализатор ёки ўлчов асбоби 4 га узатилади.

Сигимли сатҳ баландлик ўлчагичларни цилиндрик ва пластинкали турда, шунингдек, каттиқ стержен кўринишида чиқарилади.

Ўзгарткичнинг сигими икки қисм сигими — суюқликка ботирилган ϵ_c диэлектрик ўтказувчанликли ва муҳитда жойлашган ϵ_M (хаво учун $\epsilon_M = 1$) диэлектрик ўтказувчанликли қисмлар сигимлари йиғиндисига тенг.

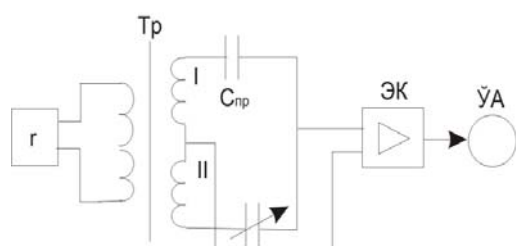
Цилиндрик ўзгарткичнинг сигими (5.9- расм, б) қуйидагича ифодаланади:

$$C = C_h + C_{H-h} = 0.24 \frac{\epsilon_c \cdot h}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} + 0.24 \frac{\epsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} = 0.24 \cdot \frac{\epsilon_c \cdot h + \epsilon_M \cdot (H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)}, \quad (5,18)$$

бу ерда, h — сатҳнинг ўлчанаётган баландлиги, см; H — идиш баландлиги, см; D ва d — ўзгарткич найчаларининг ташиқи ва ички диаметрлари, см; C — цилиндрик ўзгарткичнинг сигими, пФ.

Агрессив, лекин электр токини ўтказмайдиган суюқликлар сатҳини ўлчашда ўзгарткич қопламалари кимёвий турғун қотишмалардан тайёрланади ёки ҳар бир қоплама коррозияга қарши модда (винипласт ёки фторопласт) билан қопланади. Бу қопламаларнинг диэлектрик хусусиятлари ҳисоблашларда эътиборга олинади. Электр ўтказадиган суюқликлар сатҳини ўлчашда ҳам қопламалар изоляцион модда билан қопланади.

Электр сигими, одатда, резонанс ва кўприк схемалари ёрдамида ўлчанади. Резонанс усулида ўлчанаётган сигим индуктивлик контурига параллел уланади ва резонанс контурини ҳосил қилади. Резонанс контури ўзгарткичнинг маълум бошланғич сигимдаги таъминловчи частота резонансига ростланади. Ўзгарткичнинг сигими назорат қилинаётган муҳит керакли сатҳга эришган ёки эришмаганлигини кўрсатади. Бу сигим ўзгариши натижасида унинг частотаси ўзгаради ва резонанс бузилади. Бу усул кўпчилик сигимли сатҳ сигнализаторларида ишлатилади.



Кўприк усулида назорат қилинаётган сигим кўприкнинг бир елкасига уланади. Сатҳ ўзгариши билан сигим ўзгаради ва кўприкда

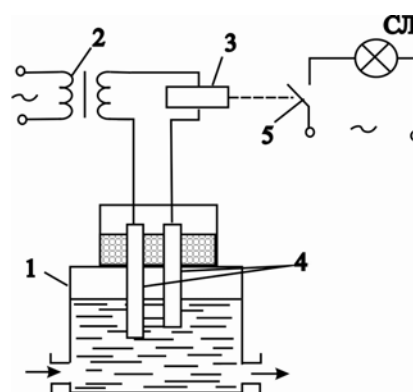
нумовозанат ҳолат вужудга келади. Нумовозанатлик сигнали кучайтиргич орқали сатҳ бирлигида даражаланган кўрсатувчи электр асбобига узатилади.

Кўприкли схемалар энг содда ҳисобланади. Сатҳни оелчаш электрон индикатор ЭИУ (5.10-расм) схемаси бунга мисол бўла оладн. Кўприк Тр трансформаторнинг иккита иккиламчи чулғами I ва II ўзгарткични сиғими $C_{пр}$ ва қўшимча конденсатор C дан иборат. Кўприк суюқликнинг нол сатҳида мувозанатлашган, бу ерда, кучайтиргичнинг кириши ва чиқишида сигнал нолга тенг. Сатҳ ортиши билан $C_{пр}$ сиғими ортади, кўприк нумовозанатлиги ортади ва кучайтиргич киришидаги кучланиш ортиб боради. Бу сигнал кучайтиргич ЭК билан кучайтирилади, унификацияланган сигналга ўзгартирилади ва иккиламчи асбоб ЎА билан ўлчанади, ЭИУ сатҳ ўлчагичларининг ўлчаш чегаралари ўзгарткич турига боғлиқ ва 1 дан 20 м гача ўзгариши мумкин: йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегараси 1 дан 2,5% гача бўлиши мумкин.

Сиғимли сатҳ ўлчагичлар арзонлиги, у билан ишлашнинг соддалиги, идишда бирламчи ўзгарткични ўрнатиш қулайлиги, ҳаракатланувчи элементларининг йўқлиги, ҳароратларнинг (криогенлигидан $+200^{\circ}\text{C}$ гача) ва босимларнинг (6 МПа гача) етарли кенг оралиғида фойдаланиш мумкинлиги сабабли кенг тарқалган. Уларнинг камчиликларига қовушоқ (1 Пас дан ортиқ динамик қовушоқликкача), парда ҳосил қилувчи, кристалланувчи ва чўкма ҳосил қилувчи суюқликларнинг сатҳни ўлчашга ярамаслигини, шунингдек, суюқликнинг электр хоссаларининг ўзгаришига ва бирламчи ўзгарткични ўлчов асбоби билан улайдиган кабел сиғими ўзгаришига ғоят сезгирлигини киритиш мумкин.

Электр ўтказувчанликка (актив қаршилигининг ўзгаришига) асосланган сатҳ ўлчагичлар электр ўтказувчан суюқликлар сатҳни назорат қилиш, сигнализация ва ростлаш учун хизмат қилади.

Солиштирма қаршилиги $R_c < 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ва диэлектрик оетказувчанлиги $\epsilon_c > 7$ бўлган суюқликлар электр ўтказувчи суюқлик дейилади.



5.11 – расм. Сатҳ
сигнализаторининг
схемаси

5.11-расмда сатҳ сигнализаторининг схемаси кўрсатилган. Сигнализаторнинг ишлаш принципи электродлар 4 суюқлик орқали уланиши билан реле чулғами 3 дан ток ўтиши ва унинг контакти 5 уланиши билан сигнал лампаси СЛ ёниб, ёруғлик сигнали беришига асосланади. Электродлар 4 таъминловчи трансформатор 2 нинг иккиламчи чулғамига электромагнит реле чулғами 3 орқали уланган. Суюқлик сатҳи электродларгача кўтарилиб, уларни уласа, суюқликларнинг ўтказувчанлиги туфайли сигнал лампаси СЛ ёнади, аксинча, суюқлик сатҳи пастга тушиб электродларни узса, сигнал лампаси ўчади.

Сигнализатор занжиридаги кучланиш ўзгармас токда 24В, ўзгарувчан токда эса 36 В бўлади. Бундай сигнализаторларни қовушок, кристалланувчи, қаттиқ чўкмалар ҳосил қилувчи ва электродларга ёпишиб қолувчи муҳитларда ишлатиб бўлмайди.

Юқоридаги сатҳ ўлчагичлардан ташқари яна индуктивли сатҳ ўлчаш асбоблари мавжуд. **Индуктив сатҳ ўлчагичларнинг** ишлаш принципи битта ғалтак индуктивлиги ёки икки ғалтакнинг ўз индукцияси уларнинг электр ўтказувчи суюқликка ботирилган чуқурлигига боғлиқлигига асосланган.

Иккала ғалтак индуктивлиги L_1 ва L_2 ўзгартирилганда уларнинг ўз индуктивлиги тенгламага мос равишда ўзгаради,

$$M = K\sqrt{L_1 * L_2} \quad (5.19)$$

бу ерда, K — тарқатиш оқими билан аниқланадиган алоқа коэффициентини.

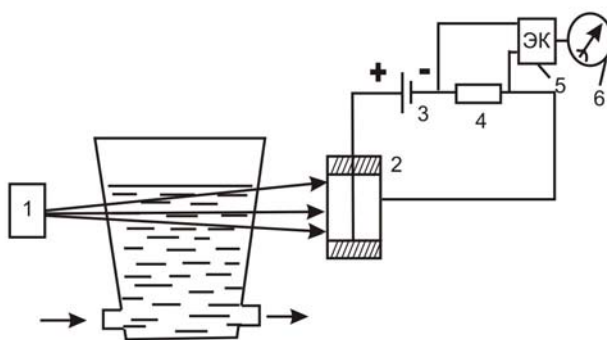
Бундай сатҳ ўлчагичлар ядровий энергетика қурилмаларида суюқ металл тарзидаги иссиқ элтувчилар сатҳини ўлчашда энг кўп тарқалган.

«Квант» туридаги дискрет индуктив сатҳ ўлчагичлар чиқариляпти. Улар ҳарорати 680°C гача бўлган суюқлантирилган металл сатҳини ўлчашга мўлжалланган.

5.6-§. РАДИОИЗОТОПЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Радиоизотопли сатҳ ўлчагичларининг ишлаш принципи ютиш қобилияти турлича бўлган икки муҳитдан ўтаётган нурларнинг қайд қилиниши ва

мухитларнинг чегараси ўзгариши билан нурланиш ўзгаришига асосланган. Барча радиоизотопли сатҳ ўлчагичларнинг асосий қисмлари нурланиш манбаи ва нурларни қабул қилувчилардан иборат. Нурланиш манбаи сифатида ўзидан j нурлар чиқарадиган Co^{60} , Cs^{137} , Se^{75} ва бошқа моддалар ишлатилади. Қабул қилувчи сифатида Гейгер-Мюллер ҳисоблагичи, сцинтиляцион ҳисоблагичлар ёки яримўтказгичли детекторлар ишлатилади. Детектор чиқишида пайдо бўлган импульслар электрон кучайтиргич орқали кучайтирилади ва сатҳ ўзгаришига мувофиқ электр сигналга айланади.



5.12 – расм. Радиоизотопли сатҳ ўлчагичнинг принципиал схемаси.

j -нурланиш жадаллигини камайтириш қатлам қалинлигига қараб, қуйидаги экспоненциал муносабат билан ифодаланади:

$$I_x = I_0 \exp(-\mu x), \quad (5.20)$$

бу ерда, I_0 — j - нурланишининг бошлангич жадаллиги; μ — модданинг табиати ва унинг қатлами қалинлиги x га боғлиқ бўлган j -нурланишининг кучсизланиш коэффиценти.

Радиоизотопли сатҳ ўлчагичнинг принципиал схемаси 5.12-расмда кўрсатилган. У радиоактив нурланиш манбаи 1, ионловчи нурланишни қабул қиладиган ҳисоблагич 2, электр токи манбаи 3, қаршилик 4, электрон кучайтиргич 5 ва ўлчаш асбоби 6 дан иборат. Ҳисоблагич металлдан ясалган цилиндр бўлиб, ичи инерт газ билан тўлдирилган. Цилиндр марказида ундан изолятор билан ажратилган металл сим ўрнатилган. Цилиндр девори электр манбаининг манфий кутбига, металл сим эса мусбат кутбига уланган. Цилиндр инерт газ билан тўлдирилган бўлгани учун ҳисоблагич занжирида ток бўлмайди. Ҳисоблагичга радиоактив нур таъсир этиб, ундаги инерт газ

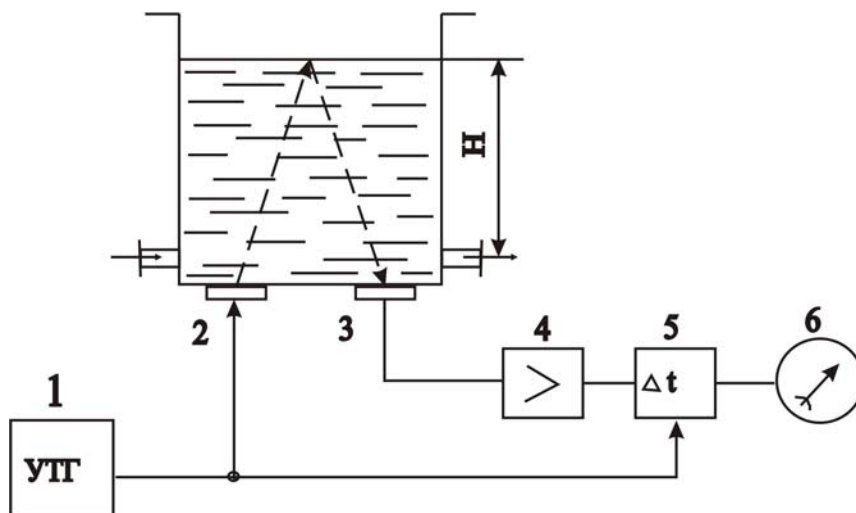
ионланиши бошлангандагина ҳисоблагич 2 ва қаршилиқ 4 занжирида ток ҳосил бўлади. Бу ток миқдори инерт газнинг ионланиш даражасига боғлиқ бўлади. Газнинг ионланиши эса радиоактив нурланиш манбаи билан ҳисоблагич орасига ўрнатилган идиш ичидаги суюқликнинг ёки сочилувчи модданинг баландлигига боғлиқ равишда ўзгаради. Идишдаги суюқлик баландлиги нур йўлини тўла беркитса, резистордан ўтадиган ток нолга якин бўлади, нур йўли очилиши билан, яъни суюқлик баландлиги пасайиши билан резистор занжирида ток орта бошлайди. Идиш ичидаги суюқлик баландлиги ана шу резистордаги кучланиш U миқдори билан ўлчанади. Бунинг учун резистордаги кучланиш миқдори олдин электрон кучайтиргич 5 ёрдамида кучайтирилади, сўнгра эса ўлчов асбоби 6 га узатилади.

Радиоизотопли сатҳ ўлчагичлар бошқа асбобларга нисбатан универсалдир. Бу асбоблар сатҳ ўлчашни назорат қилишни дискрет ва узлуксиз равишда амалга оширади; улар очик ва берк идишлардаги суюқ ҳамда сочилувчан моддалар сатҳини ўлчаш учун ишлатилиши мумкин, ўлчанаётган муҳит билан асбоб орасида ҳеч қандай механик боғланиш бўлмагани сабабли агрессив суюқ ва сочилувчи моддаларнинг баландлигини ўлчаш мумкин. Асбоблар кўрсатишининг аниқлиги ва стабиллиги муҳит ҳолатининг (ҳарорат, намлик, электр ўтказувчанлик, зичлик ва бошқа физик хоссаларнинг) ўзгаришига боғлиқ эмас. Барча радиоизотопли асбобларнинг умумий камчилиги радиоактив нурларнинг тирик организмга зарарли таъсиридир. Асбобларнинг хатоси $\pm 0,5—1\%$ дан ошмайди. Булар асосан бошқа турдаги асбобларни ишлатиш мумкин бўлмаган ҳоллардагина қўлланилади.

5.7-§. УЛТРАТОВУШЛИ ВА РАДИОТЎЛҚИНЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Ҳозирги пайтда саноатда ултратовушли сатҳ ўлчагичлари кенг тарқалмоқда. Бу асбоблар бошқа асбобларга нисбатан контактсизлик, юқори аниқлик, кичик инерционлик, катта чегарада ва агрессив суюқликларда ишлатилиши каби бир қатор муҳим афзалликларга эга. Аммо ўлчаш

схемаларининг мураккаблиги, шунингдек, етарли даражада ишончли бўлмагани сабабли, бу асбоблар бошқа қурилмалардан фойдаланиш мумкин бўлмагандагина ишлатилади.



5.13 – расм. Ультратовушли сатҳ ўлчагичнинг схемаси.

Ультратовушли сатҳ ўлчагичларининг ишлаш принципи суюқлик, газ (ҳаво) чегарасидан товуш тўлқинларининг қайтиш принципига асосланган. Ультратовуш импульсининг ҳаво ва ўлчанаётган муҳит (суюқлик) чегараси сиртидан қайтиш катталиклари акустик қаршилиқнинг кескин фарқи натижасида содир бўлади. 5.13-расмда ультратовушли сатҳ бадандлиги ўлчагичнинг структура схемаси кўрсатилган.

Импульс ультратовушли тебраниешлар генератори 1 дан нурлатгич 2 орқали сатҳи ўлчанаётган сифимга узатилади. ультратовуш тўлқинлар ўлчанаётган муҳитда тарқалади ва суюқлик-ҳаво чегарасидан қайтади. Қайтган тўлқинлар муҳитдан тескари йўналишда ўтади, нурлатгич 2 га ўхшаш ультратовуш тебраниешлар қабул қилгичи 3 га келади, у ердан ультратовушли импульс кучайтиргич 4, вақт оралиғини ҳисоблайдиган қурилма 5 ва ўлчаш асбоби (потенциометр) 6 га келади.

Суюқлик сатҳи ўлчаш импульсининг юборилиши ва қайтиши орасидаги τ вақт бўйича аниқланади, яъни

$$\tau = \frac{2H}{C}, \quad (5.21)$$

бу ерда, H — суюқлик сатҳи; C — суюқликда ултратовушнинг тарқалиш тезлиги.

Вақт ўлчагичда олинadиган аксланган (қайтган) сигналнинг кечикиш вақтига мутаносиб бўлган ўзгармас кучланиш шкаласи сатҳ бирликларида даражаланган потенциометрга берилади. Нурлатгич сифатида барий титанат, пезокварц, магнитострикцион элементлар ишлатилади. Кўпинча ултратовушли тебранишларни юборадиган ва қабул қиладиган асбоб сифатида бир қурилмадан фойдаланилади. Бу қурилма ўлчаш жараёнининг бошида нурлатгич вазифасини бажариб, импульс юборилганидан сўнг қабул қилгич сифатида ишлайди.

Ултратовушли сатҳ ўлчагичлар 45 мм дан бир неча ўн метргача ўлчаш диапазониغا эга. Улчанаётган муҳит ҳарорати —50°C дан +200°C гача етиши мумкин. Йўл қўйиладиган асосий хатолик ±2,5%.

Радиотўлқинли сатҳ ўлчагичлар

Суюқ металл сатҳни ўлчашда истиқболли усул — радиотўлқинли усулдир. Электромагнит тўлқинлари тебраниш параметрларининг суюқлик сатҳига боғлиқлигига асосланган сатҳ ўлчагичлар радиотўлқинли сатҳ ўлчагичлар деб аталади.

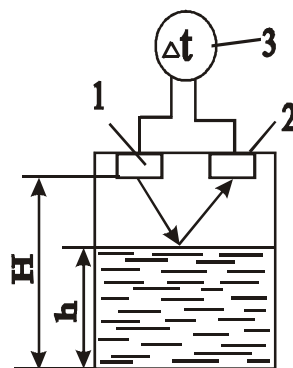
Радиотўлқинли усулларга радиолокацион, радиоинтерференцион, эндовибраторли ва резонансли усуллар киради.

Радиотўлқинли сатҳ ўлчагичларнинг ишлаши электромагнит тўлқинларнинг электр ва магнит хоссалари билан фарқ қиладиган муҳитларнинг чегарасидан қайтиши ҳодисасига асосланган.

Электромагнит тўлқинларининг тарқалиш тезлиги v муҳитда унинг диэлектрик ϵ ва магнит ўтказувчанлиги μ қийматлари билан топилади:

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (5.22)$$

бу ерда, C — вакуумда ёруғлик тезлиги.



5.14 – расм.

Радиолокацион сатҳ ўлчагичи схемаси

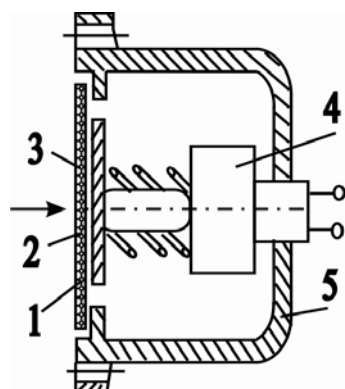
Сатҳ ўлчагич схемаси (5.14-расм) нур тарқатгич 1, электромагнит энергияси қабул қилгичи 2 ва вақт оралиғини ўлчаш қурилмаси 3 дан иборат. Сатҳ h қиймати нур тарқатгич сигнални жўнатиш пайти билан қайтган сигнал қабул қилгич 2 га келган пайт орасидаги вақтни аниқлаш ёрдамида топилади. Шу катталиклар ушбу муносабат билан боғланган.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}{C}. \quad (5.23)$$

Одатда, локация газ муҳити орқали суюқлик устида олиб борилади (агар суюқлик электр ўтказмайдиган бўлса, локация принцип жиҳатидан суюқлик орқали ҳам амалга оширилиши мумкин). Локациянинг газ (хаво) орқали олиб борилиши маъқулроқ, чунки нур тарқатгичлар суюқлик таъсирига берилмайди, бу ерда, н ташқари, газларнинг магнит ва диэлектрик ўтказувчанлиги катта эмас ва амалда газнинг параметрлари ўзгаришига ва хоссаларига боғлиқ эмас. Бу сатҳ ўлчагич кўрсатишларининг амалда суюқлик хоссаларига боғлиқ эмаслигини кўрсатади. Бундай сатҳ ўлчагичларнинг камчилиги кичик вақт оралиғини аниқ ўлчаш қийинлигидир, улар нурланиш доирасида турган бошқа предметларга ғоят сезгир. Суюқ металлларнинг сатҳ ўлчагичлари 200 мм гача ўлчаш диапазониغا эга, ўлчашнинг асосий хатолиги $\pm 2\%$.

5.8-§. СОЧИЛУВЧАН МОДДАЛАР САТҲИНИ ЎЛЧАШ

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда турли шаклдаги ва



5.14 – расм.
Мембранали сатҳ
сигнализаторининг
схемаси

ҳажмдаги идишлардаги сочилувчан моддалар сатҳни ўлчаш — суюқ моддалар сатҳни назорат қилишга нисбатан анча мураккаб масаладир. Бу сочилувчан моддаларнинг идишларни тўлдиришда ва бўшатишда горизонтал сиртга эга бўлмай, балки сочилувчан модданинг заррачалари орасидаги ишқаланиш ва маълум бир илашиш натижасида қияликлар ҳосил қилиши билан боғлиқ. Сочилувчан муҳитларнинг идиш тубига ва деворларига босими сатҳнинг баландлигига мутаносиб эмас, чунки сочилувчан материалларга

Паскал қонуни таъсир этмайди. Кўпчилик сочилувчан материаллар (айниқса цемент, қум, селитра, шакар, ун, туз ва шуларга ўхшаш) сақлашда сочилувчанлигини йўқотади, яъни ёпишувчанлик хоссасига эга бўлади. Булардан ташқари, улар идишларнинг сиртига ва сатҳ ўзгарткичлари сезгир элементларига ёпишиши мумкин, бу эса ёпишқоқлик билан бирга материалнинг қия ва баъзи ҳолларда вертикал текисликларда осилиб туришига олиб келади. Баъзи сочилувчан моддаларнинг (буғдой, туз ва бошқалар) абразивлиги бункерларда ўрнатиладиган сатҳ датчикларини тез ишдан чиқаради, уюмли моддалар эса уларни механик шикастлантириши мумкин.

Бир қатор сочилувчан моддалар (туз, ун, концентрланган озуқалар, олтингугурт ва бошқалар) идишларда мувозанатли, осон алангаланувчан, маълум шароитларда эса портлаш хавфи бўлган чангни ҳосил қилади. Шунинг учун электр сатҳ ўлчагичлар, фақат портлаш хавфи бўлмайдиган ҳолларда қўлланилиши мумкин.

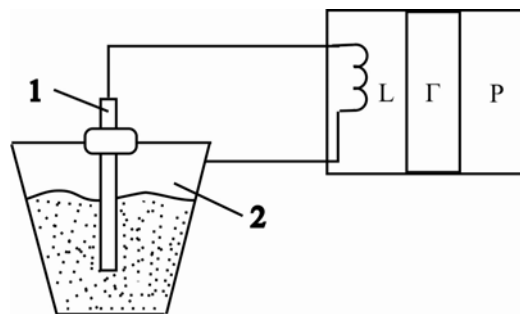
Сочилувчан муҳитларни ўлчаш шароитларининг ва тавсифларининг турличалиги сочилувчан материаллар сатҳини ўлчайдиган асбобларнинг катта номенклатурасини белгилайди: механик, контактли-механик, вазнли, қалқовичли, электрик, радиоизотопли, ултратовушли ва бошқ. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, суюқ муҳитларнинг сатҳни ўлчовчи юқорида қараб чиқилган бир қатор асбоблардан сочилувчан моддаларнинг сатҳини ўлчаш учун фойдаланиш мумкин. Бироқ сочилувчан моддалар сатҳини назорат қилувчи оммавий чиқарилган асбоблар саноатда ТЖАБТ ни жорий қилишда вужудга келадиган барча хилма-хил вазифаларни ҳал қила олмайди.

Мембранали сатҳ ўлчагичлар сочилувчан ёпишмайдиган моддаларнинг чегаравий сатҳларини ўлчаш ва сигнал беришда кенг тарқалган. Бункер деворига маҳкамланадиган сочилувчан модда сатҳини мембранали сигналловчида (5.15 - расм) сочилувчан моддаларнинг босим кучи қаттиқ металл диск 2 ли резиналанган матодан қилинган эгилувчан мембрана 1 га таъсир қилади ва пружина 3 нинг кучини енгиб, уни силжитади. Бу силжиш корпус 5 нинг ичида жойлашган митти алмашлаб улагич 4 нинг электр

контактларининг уланишига олиб келади. Контактлар мембрана устидаги сочилувчан контактли ёки контакtsiz улагичга таъсири принцида ишлайди.

Контактли — механик (маятникли) сатҳ сигнализаторлари идишга тушаётган сочилувчан моддаларнинг таъсири остида сезгир элементнинг (шарнирли ёки эгилувчан осма кўринишда ишланган пластина ёки қалқович) ва унинг контактли ёки контакtsiz улагичга таъсири принципи бўйича ишлайди.

Вазнли сатҳ ўлчагичлари сочилувчан моддаларнинг бункерга солиниши ва ундан тўкилиши бир меъёрга бажариладиган ҳолларда ишлатилади. Ўзгарткич сифатида турли вазнли қурилмалар қўлланилади. Вазнли сатҳ ўлчагичларда ўзгарткич сифатида мессдозалар ишлатилиши мумкин.



5.16 – расм. Сифимли сатҳ сигнализаторининг схемаси

Бу ерда, бункер таянчига кўрсатиладиган босим ўлчанади. Бу ҳолда босим бункерни модда билан тўлдириш функциясидан иборат. Бир хиллаштирилган чиқиш сигналли босимни (ёки кучни) ўлчашнинг замонавий воситаларидан фойдаланиш бундай идишлардаги сатҳни назорат қилишга ва ростлаб боришга имкон беради. Ҳозирги пайтда датчик сифатида номинал юкланиш 10 дан 10000 кГк гача бўлган кучни ўлчовчи тензорезисторли датчиклардан фойдаланилади.

Ўлчашнинг барча электрик усуллари ичида сифимли усул кўпроқ қўлланилади.

Турли хил сифимли сатҳ сигнализаторлари саноатда бункерларни, идишларни ва бошқа технологик қурилмаларнинг тўлишини сигналлаш учун кенг қўлланилади.

Идишлардаги сочилувчан моддаларнинг юқори ва қуйи сатҳларини назорат қилиш учун битта (БКС-2.1) ёки иккита (БКС-2.2) сатҳ датчиклари билан бир комплектдаги БХС-2 блоки асосида қурилган сатҳ сигнализаторлари (реле) ўзини оқлади. Назорат блоклари учкундан хавфсиз қилиб ҳам чиқарилади (БКС-24 туридаги).

Сатҳ сигнализаторлари сифатида улчашнинг резонанс схемали (кўприкли эмас) сиғимли сигнализаторларидан фойдаланиш мумкин, масалан, ЭСУ-1, ЭСУ-2 ва бошқа турларидан.

Бундай қурилмаларда электрод 1 ва бункер девори 2 (5.16-расм) дан тузилган сиғимли ўзгарткич индуктивлик ғалтаги L билан бирга тебраниш контурини ташкил этади. Унинг резонанс частотаси ўзгарткич сиғими билан, яъни сатҳнинг қиймати билан аниқланади. Контурнинг резонанс частотаси билан генератор Γ нинг кучланиш частотаси (сатҳнинг чегаравий қийматига мос келган) устма-уст тушса, P реле синализация схемасини улайди.

Акустик сатҳ сигнализаторлари заррачалар ўлчами 2 дан 200 мм гача бўлган сочилувчан ва бўлакли моддаларнинг сатҳини контактсиз автоматик сигнализациялаш учун қўлланилади. ЭХО туридаги сигнализатор акустик ўзгарткичдан, узатувчи ўзгарткичдан ва релели чиқишдан иборат. Сигнализация оралиғига боғлиқ ҳолда турли хил акустик ўзгарткичлар қўлланилади. Сатҳдан қайтган импульслар генератордан келаётган импульслардан вақт оралиғининг фарқи билан белгиланади. Кейин мослашиш схемасидан чиқиш сигнали чиқиш қурилмасига келади, у ерда реле қурилмасини ишга тушурувчи ўзгармас токнинг чиқиш кучланиши шаклланади.

Сатҳ ўлчашнинг бир қатор услуб ва воситалари (радиоизотопли, резонансли, кондуктометрик ва бошқ.) мавжуд бўлиб, улар қурилмаси мураккаб бўлганидан ёки ўлчанаётган муҳитнинг тавсифига кўп жиҳатдан боғлиқлигидан, ёки озиқ-овқат маҳсулотларига таъсир кўрсатиш мумкин бўлганидан саноатда амалда деярли қўлланилмайди, шунга қарамай улар юқори метрологик хоссаларга эга.

5-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Моддалар сатҳини ўлчаш
2. Қалқовичли сатҳ ўлчагичлари
3. Гидростатик сатҳ ўлчагичлари
4. Электр сатҳ ўлчагичлари

5. Ультратовушли сатҳ ўлчагичлари

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Моддаларни сатҳини ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
2. Қалқовичли сатҳ ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Гидростатик сатҳ ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Электр сатҳ баландлиги ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
5. Ультратовушли сатҳ ўлчагичлари қандай саноат тармоқларида ишлатилади?
6. Сочилувчан моддалар сатҳини қандай ўлчаш мумкин?

VI боб. МОДДАЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ВА ФИЗИК

ХОССАЛАРИНИ

НАЗОРАТ ҚИЛИШ

6.1- §. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Технологик жараёнларни ҳарорат, босим, сарф ва сатҳ каби параметрларга кўра бошқариш, кўпинча, талаб этилган сифатдаги маҳсулотлар олишга кафолат бера олмайди. Кўпгина ҳолларда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг таркиби ва физик хоссаларини автоматик тарзда назорат қилиш зарурати туғилади. Технологик жараёнлар давомида қайта ишланаётган моддаларнинг таркиби ва уларнинг физик хоссалари ўзгаради, бу параметрларни назорат қилиш технологик жараёнларнинг бориши тўғрисида бевосита фикр юритишга имкон беради, чунки улар ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини ифодалайди, шунинг учун моддаларнинг таркибини ва физик хоссаларини назорат қилиш асосий масалалардан биридир. Шу муносабат билан кейинги йилларда аналитик асбобсозликнинг жадал ривожланиши содир бўлмоқда.

Моддаларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссалари ҳақидаги ўлчов ахборотини олиш учун ўлчаш воситаларини **анализаторлар** деб аташ қабул

қилинган. Автоматик анализаторлар таҳлил қилинаётган муҳитнинг таркибини эмас, балки аниқ физик параметрни ўлчайди, унинг ўзгариши бу муҳитда аниқланаётган компонентнинг миқдорий-сифатий ўзгаришларини ифодалайди.

Турли хил белгилар бўйича аналитик ўлчаш воситаларини таснифлаш анча қийин. Ўлчаш воситалари таҳлил услуги, таҳлил қилинаётган муҳитнинг хоссалари, компонентлар сони, ижро этилиши, чиқиш сигнали, ахборотни бериш услуги ва ҳоказолар бўйича таснифланиши мумкин.

Газларни автоматик таҳлил қилиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: намунани олдиндан ўзгартирмасдан — термокондуктометрик, термомагнит, абсорбицион оптик (инфракизил ва ултрабинафша нур ютиладиган), пневматик усуллар: намуна олдиндан ўзгартириладиган — электр-кимёвий (кондуктометрик, кулонометрик, поляграфик, потенциометрик) термокимёвий, фотокалориметрик, аланга-ионлашув, аэрозол-ионлашув, хроматографик, массаспектрометрик усуллар.

Суюқ муҳитларнинг таркибини ва физик хоссаларини автоматик назорат қилишда саноатда синов моддасини дастлабки ўзгартиришсиз таҳлил қилиш услуги кенг тарқалди: кондуктометрик, потенциометрик, полярографик, диэлкометрик, оптик (рефрактометрик, поляризацияон, турбодиметрик, нефелометрик), тўйинган буғ босимлари бўйича, радиоизотопли, механик (зичлик), кинематик (қовушоқлик) ва бошқалар, ҳамда синов моддасини дастлабки ўзгартириш билан — титрометрик.

Намлик миқдорини ўлчаш воситалари алоҳида гуруҳга ажратилади.

6.2-§. ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Газ анализаторлари текширилаётган газ аралашмасидаги компонент ёки компонентлар йиғиндиси концентрацияси ҳақида маълумот берадиган қурилмалардир. Газ анализаторлари саноатнинг барча соҳаларида ва илмий-тадқиқот ишларида кенг ишлатилади. Кейинги йилларда атроф-муҳитни муҳофаза қилишга катта эътибор берилаётганлиги муносабати билан саноат корхоналари чиқиндилари таркибидаги зарари қўшилмалар миқдорини, ишлаб

чиқариш хоналари ва атмосферадаги зарарли қўшилмалар миқдорини назорат қилишга мўлжалланган газ анализаторлари ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кескин кенгайди. Аҳоли яшайдиган ҳудудлар ҳавосининг сифатини назорат қилиш учун ҳавони ифлослантирадиган ис газы, азот қўшоксид, чанг ва бошқа шу каби моддалар концентрацияси ўлчанади.

Саноатда ишлатиладиган автоматик газ анализаторларининг кўпчилиги газ аралашмаларидаги битта компонентнинг концентрациясини ўлчаш учун мўлжалланган. Бу ҳолда газларнинг аралашмалари бинар деб қаралиб, ундаги аниқланадиган компонент ўлчанаётган аралашманинг физик-кимёвий хоссаларига таъсир қилади, қолган компонентлар эса, уларнинг таркиби ва концентрациясидан қатъи назар, уларнинг хоссаларига таъсир қилмайди ва аралашманинг иккинчи компоненти ҳисобланади. Кўп компонентли газ аралашмаларининг ташкил этувчиларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган газ анализаторлари ҳам мавжуд.

Газ анализаторлари ишлаш принципи (таҳлил қилиш усули), таҳлил қилинаётган муҳитнинг хоссалари, аниқланаётган компонентлар сони, ишланиш тури, чиқиш сигналининг унификациялаш усули ва ўлчаш натижаларини бериш усули каби белгиларига кўра таснифланиши мумкин.

Энг оддий ҳолда намунани ўзгартирмасдан таҳлил қилиш мумкин, бу ерда, таҳлил қилинаётган аралашма таркиби тўғрисида ўлчанаётган параметрга қараб бевосита хулоса чиқарилади. Таҳлил қилишда намунани ўзгартириш аналитик ўлчаш танланувчанлигини ошириш имконини беради. Намунани ўзгартириш учун физик усуллардан ҳам, кимёвий усуллардан ҳам фойдаланиш мумкин. Агар намунага таъсир қилиш унинг физик хоссаларини тубдан ўзгартириб юборса, бундай ўзгартириш **физик ўзгартириш** деб аталади. Агар намунага таъсир қилиш унинг таркибининг тубдан ўзгаришига олиб келса, у **кимёвий ўзгартириш** деб аталади.

Газ анализаторлари ҳажмига нисбатан %, г/м³, мг/л ларда даражаланади. Биринчи бирлик анча қулайдир, чунки газ аралашмалари компонентларининг фоиз ҳисобидаги миқдори ҳарорат ва босим ўзгарганида доимийлигича қолади.

Газ анализаторлари таркибига датчик ва чиқиш сигналларини ўлчагичдан ташқари, асбобнинг нормал ишлашини таъминловчи бир қанча қурилмалар ҳам киради. Асосий, ёрдамчи қурилмалар газ аралашмаси намунасини танловчи, тозаловчи, узатувчи ва таҳлилга тайёрловчи қурилмалардир.

Газ анализаторларининг мавжуд таснифи аралашманинг аниқланадиган компонентларининг концентрациясини ўлчашга асос қилиб олинган физик-кимвий хоссаларга асосланади.

Қуйида саноатда кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

Термокондуктометрик газ анализаторлари

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ишлаш принципи газ аралашмаси иссиқлик ўтказиш қобилиятининг текшириладиган компонент концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Агар бинар аралашмадаги компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳар хил бўлса, бу усулни қўллаш қулай. Кўп компонентли газ аралашмасини таҳлил қилишда юқоридаги усулни қўллаш мумкин, лекин аниқланмайдиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги бир-биридан унча фарқ қилмай, аниқланаётган компонентнинг иссиқлик ўтказувчанлиги улардан анча фарқ қилиши керак.

Кўпчилик газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n, \quad (6.1)$$

бу ерда $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — иссиқлик ўтказувчанлиги тегишлича $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ бўлган компонентлар миқдори (бу ерда, $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = 100\%$ бўлиши шарт).

Аниқланмайдиган компонентларнинг йиғинди концентрацияси C_B (6.1) га кўра мос келадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ_B бўлган аралашманинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B, \quad (6.2)$$

бу ерда C_A — иссиқлик ўтказувчанлиги λ_A бўлган аниқланадиган компонент миқдори.

$C_B + C_A = 1$ бўлганлиги учун аниқланадиган компонент концентрацияси C_A нинг аралашманинг ўлчанадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ га боғлиқлиги, аниқланмайдиган ва аниқланадиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанликлари маълум бўлганида, қуйдаги кўринишда бўлади:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) \cdot (\lambda_A - \lambda_B). \quad (6.3)$$

Газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўлчаш учун таҳлил қилинаётган аралашма билан тўлдирилган камерага жойлаштирилган қиздириладиган ўтказгичдан фойдаланилади. Агар ўтказгичдан камера деворларига фақат иссиқлик ўтказувчанлик туфайлигина иссиқлик берилса, қуйдаги ифода тўғри бўлади:

$$Q = 2\pi \cdot l \cdot \lambda (t_n - t_c) / \ln(D/d), \quad (6.4)$$

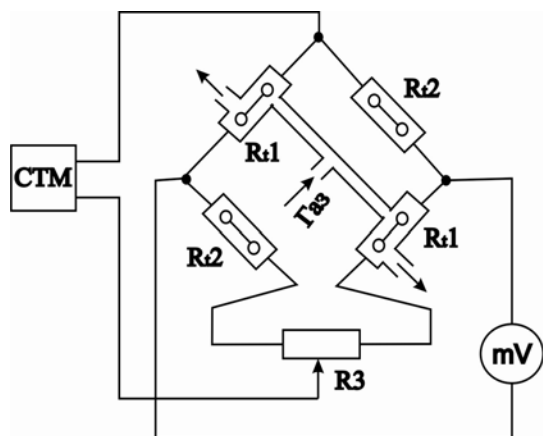
бу ерда Q — ўтказгич 1 секундда берадиган иссиқлик миқдори; l, d — ўтказгичнинг узунлиги ва диаметри; D — камера диаметри, λ — газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги; t_n, t_c — ўтказгич ва камера деворларининг ҳарорати.

Ўтказгич берадиган иссиқлик Q ва камера деворларининг атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ бўлган ҳарорати t_c ўзгармас бўлганида газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги ўтказгичнинг ҳароратини, бинобарин, унинг ўтказувчанлигини бир хил қийматда аниқлайди. Ўтказгич сифатида электр қаршилигининг ҳарорат коэффиценти юқори ва кимёвий жиҳатдан чидамли металл симдан фойдаланилади; платина кўпроқ, волфрам, никел, тантал камроқ ишлатилади.

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ўлчаш элементлари ўзи қизийдиган қаршилик термометри режимида ишлайдиган, платина тола жойлашган камера шаклидаги ўзгарткичдан иборат. Газ аралашмаси таркибининг ўзгариши унинг иссиқлик ўтказиш қобилятини ўзгартиради, натижада қизиган тола ва газ аралашмаси ўртасида ўзаро иссиқлик алмашувининг жадаллиги ҳам ўзгаради. Толанинг электр қаршилиги текшириладиган компонент концентрациясини билдиради.

Бу турдаги саноат газ анализаторларида ўлчашнинг дифференциал усули қўлланилади, бу ерда, текшириладиган ва намуна газ аралашмаларининг

иссиқлик ўтказувчанлиги ишловчи ва солиштирма камералар ёрдамида солиштирилади. Ишловчи камера оқиб ўтадиган қилиб ишланади, солиштирма камера эса таркибига концентрацияси ўлчашнинг пастки, ўрта ва юқориги чегарасига мос келадиган ўлчанаётган компонент кирган газ аралашмаси билан тўлдирилади.



6.1 – расм.
Термокондуктометрик газ

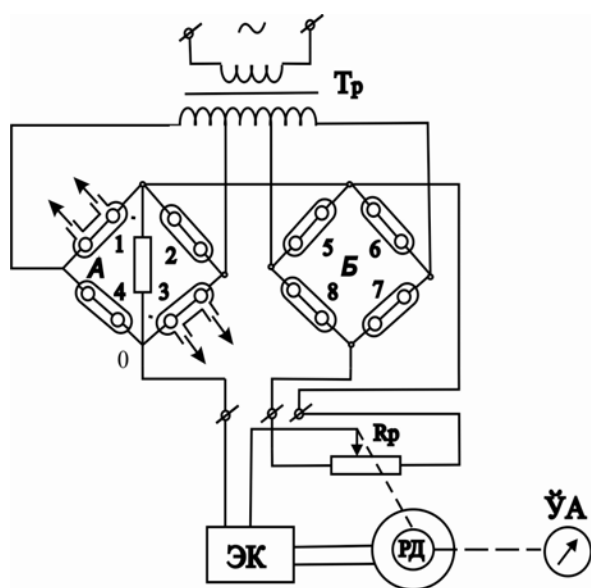
Ўлчаш схемалари бевосита ҳисоблаш ёки автоматик мувозанатлаш принципига кўра қурилади. 6.1-расмда кўрсатилган термокондуктометрик газ анализатори концентрацияни мувозанатлашган кўприк ёрдамида ўлчайди. Доимий сарфга эга бўлган текшириляётган газ аралашмаси R_t 1 ишловчи камераларга келади. Кўприкнинг қолган елкасига эталон аралашмали R_t 2 ёрдамчи камералар

уланган. Сезгир элементнинг толалари кўприк схемасининг таъминлаш токи (СТМ — стабиллашган таъминловчи манба) ҳисобига қизийди. Кўприк схемаси R_3 реостат орқали созланади. Бу турдаги саноат газ анализаторининг ўлчаш асбоблари стандарт автоматик компенсатор асосида бажарилади. Термокондуктометрик газ анализаторларида хато, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

- а) атроф-муҳит ҳароратининг ўзгариши, бу ерда, ўлчаш камераларининг деворларидаги ҳарорат ўзгаради;
- б) ўлчаш кўприги таъминловчи манба кучланишининг ўзгариши;
- в) газ аралашмасининг камералар (ячейкалар) орасида ўтиш тезлигининг ўзгариши;

г) иккиламчи текширилмаётган компонентларнинг (хусусан, сув буғлари) мавжудлиги.

Ўлчаш блокини термостатлаш ва стабиллашган таъминлаш манбаларидан фойдаланиш зарурати асбобни мураккаблаштиради ва қимматлаштиради. Ҳаводаги ёки газ аралашмаларидаги (водороддан ташқари таркибида CO , CO_2 , CH_4 , N_2 ва O_2 бўлган) водород миқдорини, шунингдек, кўп компонентли аралашмаларда CO_2 миқдорини аниқлаш учун ТП туридаги термокондуктометрик газ анализаторларидан фойдаланилади (6.2- расм).



6.2 – расм. ТП туридаги автоматик газ таҳсилаторининг схемаси.

Схема мувозанатлашмаган иккита А ва Б кўприклардан иборат бўлиб, улар ўзгарувчан ток манбаидан трансформатор орқали таъминланади. Кўприкларнинг елкалари платина симлардан тайёрланган ва шиша баллончаларга жойлаштирилган. Ўлчаш кўпригининг иккита иш елкаси 1 ва 3 нинг атрофидан таҳлил қилинаётган газ ўтиб туради. Қолган иккита елкаси 2 ва 4 газ муҳиtida туради, бу газнинг

таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади. Таққослаш кўприги Б нинг иккита елкаси 6 ва 8 газ муҳиtida туради, унинг таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади, елкалар 5 ва 7 эса таркиби шкала охирига мос келадиган газ муҳиtida туради.

Таққослаш кўприги Б нинг диагоналига реохорд R_p уланган, унинг сурмаси ва А кўприкнинг учи электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига уланган. Реверсив двигател РД реохорднинг сурмасини ва асбобнинг кўрсаткич стрелкасини а ва в кўприк учларидаги шкалада то кучланиш сурманинг реохорддан оладиган кучланиш билан мувозанатлашмаганига қадар суради. Газ анализаторининг кўрсатиши таъминлаш манбаи кучланишининг ўзгаришига ва атроф-муҳит ҳароратининг ўзгаришига боғлиқ эмас.

ТП туридаги газ анализаторлари бир нечта русумларда чиқарилади: ТП 1120—бинар ва кўп компонентли газ аралашмаларида водород миқдорини аниқлаш учун; ТП 7102—ҳаводаги гелий миқдорини аниқлаш учун; ТП 4102—ҳаводаги азот ва гелий миқдорини аниқлаш учун. Таҳлил қилинаётган газ тури ва ўлчаш чегараларига кўра асосий хатолик $\pm 2,5$; $\pm 4,0$; $\pm 10\%$ бўлади. Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи $12\text{см}^3/\text{с}$, босим 70—130 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 3 дан 110 с гача. Чиқиш сигналлари 0—5 мА; 0—100 мВ; 0—10В.

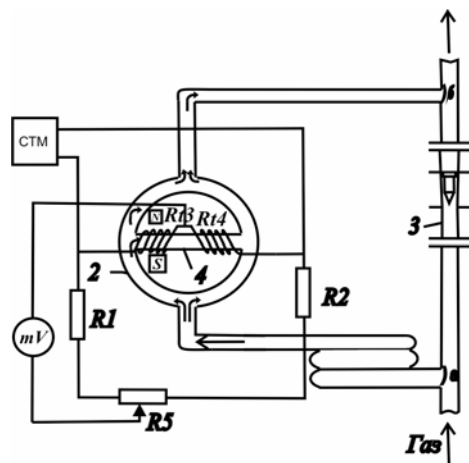
Термомагнит газ анализатор

Газлар орасида кислород алоҳида парамагнетизм хусусиятига эга. Кислород магнит майдонга бошқа газларга нисбатан кўпроқ тортилади. Унинг бу хоссаси мураккаб газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини ўлчашга имкон беради

Барча (кислородни таҳлил қиладиган) магнитли газ анализаторлари термомагнит ва магнитомеханик асбобларга бўлинади.

Кислороднинг ҳарорати ўзгарганда унинг магнит хоссаларининг ўзгариш самарасига асосланган **термомагнит** усули кенг тарқалган. Бу усул термомагнит конвекция ҳодисасига асосланган. Агар ток билан қиздирилган ўтказгич бир жинсли бўлмаган магнит майдонга ўрнатилса, газ аралашмасининг хоссаси камаяди, шу сабабли ўтказгич атрофида магнит майдоннинг кучли ерларидан кучсиз ерларига томон аралашманинг ҳаракати бошланади. Ҳароратнинг кўтарилиши сабабли газнинг магнит хоссаси камаяди, натижада газ аралашмасининг ички оқими вужудга келади. Бу оқимда қизиган газ аралашмаси термомагнит конвекция ҳодисаси сабабли узлуксиз сиқиб чиқарилади. 6.3-расмда термомагнит газ анализаторининг принципал схемаси келтирилган.

Текширилаяётган газ аралашмасининг ҳарорати иссиқлик алмаштиргич 1 ёрдамида



турғунлашади. Аралашма сарфининг доимийлиги ўлчаш ўзгарткичи 2 ни ротаметр 3 орқали шунтлаш йўли билан таъминланади. Шу сабабли тизим киришидаги газ сарфининг тебранишлари ўзгарткичдан ўтиш тезлигига таъсир қилмайди, чунки а ва б нуқталар орасидаги босимлар фарқи доимий бўлиб қолади. Ўзгарткичнинг газли бўшлиғи кўндаланг каналли халқа камера 4 шаклида диамагнит материалдан ишланади. Каналнинг кириш қисми доимий магнит майдон орасига жойлашади, унинг ичида эса Rt 3, Rt 4 икки секцияли платина чулғамлар ўрнатилади, бу чулғамларнинг қаршилиги номувозанат кўприкнинг икки елкасини ҳосил қилади. Агар бошланғич аралашмада кислород бўлмаса, кўндаланг каналда ҳаракат бўлмайди. Аралашмада кислород бўлса, унинг молекулалари магнит майдонига йўналиб, каналга тортилади. Rt чулғамлар ўлчаш схемаси манбаининг токи таъсирида 100...200°C гача қиздирилгани сабабли канал 4 га келган кислород ҳам қизий бошлайди. Ҳарорат кўтарилиши билан магнитнинг кислородга таъсири камаяди, шунинг учун газнинг янги қисми магнит майдон ҳудудига тортилиб, қизиган кислородни халқа камерага итаради.

Газнинг ҳосил бўлган конвекцион оқими иссиқликни асосан чулғамдан олади, шунинг учун секциялар ҳарорати ҳар хил бўлиб қолади.

Rt 3 ва Rt 4 қаршиликларнинг текширилаётган газ концентрациясига мутаносиб ўзгариши натижасида, кўприкнинг ўлчаш диагоналида нобаланслик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал шкаласи кислороднинг фоиз миқдорида даражаланган автоматик потенциометр орқали ўлчанади. Ўлчаш кўприги стабиллашган таъминлаш манбаидан (СТМ) таъминланади. Қаршилиқ R5 кўприк манбаининг ток кучини ўрнатиш учун хизмат қилади; R1 ва R2 доимий манганин қаршиликлар.

Ўлчашнинг термомагнит усулида хатолар, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

а) атроф-муҳит ҳароратининг ўзгариши натижасида газ аралашмасининг магнитланиши ўзгаради;

б) сезгир элемент иссиқлигининг ўзгариши (ўлчаш кўприги манбаи кучланишининг ўзгариши);

в) текширилаётган газ аралашмаси ёки атмосфера босимининг ўзгариши;

г) магнитларнинг эскириши натижасида магнит майдони кучланишининг ўзгариши.

Сезгирликни ошириш ва хатоликларни камайтириш учун sanoatда фойдаланиладиган газ анализаторларида ўлчаш ва таққослаш кўприкларининг тегишли елкаларига уланган иккита ҳалқали компенсацион ўлчаш схемалари қўлланилади.

Таҳлил қилинаётган газ ҳарорати ва босимининг ўзгариши, шунингдек, ўлчаш схемасини таъминловчи кучланишнинг ўзгариши ҳар қайси кўприкнинг ўлчаш диагоналларидаги кучланишига бир хилда таъсир этади, шунинг учун газ анализаторининг кўрсатишларига бу ўзгаришлар таъсир қилмайди.

Тутун газларидаги кислород миқдорини узлуксиз аниқлаш учун МН 5106-1 туридаги термомагнит газ анализатори ишлатилади, унинг ўлчаш чегаралари бир нечта бўлиб, улардан энг максимали 0—10%. Юқориғи ўлчаш чегарасининг асосий хатолиги $\pm 2\%$. МН 5130-1 русумли газ анализатори икки ёки уч компонентли газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини узлуксиз ўлчаш ва стандарт электр сигналлари бериш учун мўлжалланган. Сигнал бериш қурилмаси билан жиҳозланган. Ўлчаш натижаларини кўрсатиш ва ёзиш учун газ анализатори билан биргаликда иккиламчи ўзиёзар асбобдан фойдаланилади. Кислородни ўлчаш чегаралари 0—0,5 дан 80—100% гача. Асосий хатолик ± 2 дан 10% гача (ўлчаш чегараларига қараб). Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи $12 \text{ см}^3/\text{с}$, босими 90—105 кПа. Ўлчаш вақти 120 с. Чиқиш сигналлари 0-5 мА, 0—100 мВ.

Абсорбцион-оптик газ анализаторлари

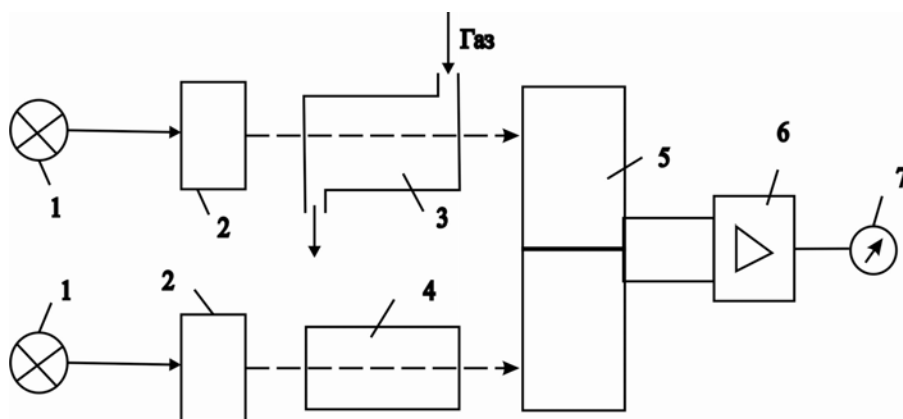
Оптик газ анализаторларида оптик зичлик, синдириш коэффициентлари ва бошқа оптик хоссаларнинг текширилаётган компонент концентрациясига боғлиқлигидан фойдаланилади. Электромагнит нурланиш жадаллигининг

пасайиши ёки нурланиш оқимининг текширилаётган газ спекторининг инфрақизил, ултрабинафша ёки кўринадиган қисмларидаги ютилишини ўлчашга асосланган абсорбцион-оптик усул кўпроқ тарқалган.

Водород, аммиак, метан каби газлар инфрақизил нурларни, хлор, озон, симоб буғлари эса ултрабинафша нурларни ютади. Шунинг учун таҳлил қилинаётган компонент турига қараб бундай газ анализаторларида инфрақизил ёки ултрабинафша нурланишдан фойдаланилади.

Спектрнинг инфрақизил соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида нурлаткичлар сифатида 700—800°С гача қиздирилган сим спиралларидан фойдаланилади. Спектрнинг ултрабинафша соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида эса газ рязряд лампаси нурланиш манбаи бўлиб хизмат қилади.

Оптик-абсорбцион газ анализаторларининг кўпи дифференциал схема бўйича қурилган (6.4-расм). Манба 1 дан олинадиган нурланиш оқими йўлида ёруғлик филтрлари 2 орасидан текширилаётган газ аралашмаси ўтадиган ишловчи камера 3 ва аниқланаётган компонент қўшилмаган газ аралашмаси билан тўлдирилган таққослаш камераси 4 ўрнатилади. Қабул қилгич 5 иш ва таққослаш камераларидаги нурланиш жадаллиги фарқини қабул қилади, аниқланаётган компонент миқдорига мутаносиб бўлган нобаланслик сигнали эса кучайтиргич 6 да кучайиб, ўлчаш асбоби 7 да қайд қилинади.



6.4 – расм. Оптик – абсорбцион газ анализаторининг блок –

Одатда оптик газ анализаторлари компенсацион схема бўйича ишланиб, ўлчаш схемаси оптик, газ ёки электр усуллар ёрдамида мувозанатланади. Оптик

компенсация усулида тескари алоқа сигнали тўсиқ ёки оптик пона силжишига айлантрилади. Бу эса таққослаш каналида нурланиш жадаллигини тегишлича ўзгартиради. Иккинчи ҳолда, таққослаш каналида нурланиш оқими йўлида компенсацияловчи аралашма қатламининг қалинлиги ўзгаради. Ва, ниҳоят, электр компенсациялаш усулида занжирда электр билан таъминлаш кучланиши ўзгартирилади.

Инфрақизил нурланишли газ анализаторларида қолдиқ энергия текширилаётган компонент билан тўлдирилган нур қабул қилгичларида ютилади. Узлукли нурланишдан фойдаланилганда нур қабул қилгичда энергиянинг ютилиши сабабли ҳароратнинг ўзгариши, шу билан бирга босимнинг ўзгариши вужудга келади. Бу тебранишларни тегишли ўлчаш асбоби билан олинган нур каби қабул қилгич микрофонининг мембранаси қабул қилади.

Бундай нур қабул қилгичда газ босимининг пулсланиши акустик самара номини олган. Бундай газ анализаторлари эса оптик-акустик асбоблар дейилади. Бу асбобларнинг афзаллиги уларнинг универсаллигидадир, чунки кўпчилик моддаларнинг инфрақизил ютилиш спектри бир-биридан фарқ қилади.

Оптик-акустик газ анализаторлари газ ва буғларнинг маълум тўлқин узунлиқдаги инфрақизил нурларни (0,76 дан 750 мкм гача) танлаб ютишига асосланган. Бу газ анализаторларида, одатда, фақат тўлқин узунлиги 2,5—25 мкм бўлган нурлардангина фойдаланилади. Агар газ қатлами орқали инфрақизил нурлар ўтказилса, улардан фақат тебраниш частотаси газ молекулаларининг хусусий тебраниш частоталарига тенг бўлган нурларгина ютилади. Бу ерда, ютилган нурларнинг энергияси молекулаларнинг кинетик энергиясини кўпайтиришга сарфланади ва иссиқлик тарзида тарқалади. Молекулаларнинг тебраниш частотасидан фарқ қилинадиган частотадаги нурлар эса газдан ўзгармасдан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос спектрлар соҳасидаги маълум хоссали радиацияни ютади, масалан, углерод оксиди 4,7 мкм қийматдаги, углерод кўшоксидада —2,7 ва 4,3 мкм қийматлардаги,

метан—3,3 ва 7,65 мкм қийматдаги радиацияларни ютади. Бу эса оптик-акустик усуллар билан газларни таҳлил қилишни танлаб ўтказишга имкон беради.

Танлаб ютиш ҳодисаси Ламберт — Бер қонуни билан ифодаланади, у тўлқин узунлиги λ бўлган монохроматик нурланиш учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$C=(I/K_{\lambda} \cdot l) \cdot \lg(j_0/j) , \quad (6.5)$$

бу ерда C — текширилаётган газ намунасида ютадиган модданинг концентрацияси; K - тўлқин узунлиги λ бўлганда модданинг ютиш коэффициентини; l — намуна қатламининг қалинлиги (кюветнинг узунлиги); j_0, j —намуна олингунча ва намуна олингандан кейинги нурланиш жадаллиги.

Саноатда фойдаланиладиган инфрақизил ютилишли оптик - акустик газ анализаторларида вақти-вақти билан инфрақизил нурлар ўтказиб туриладиган кювет бўйича йўналтириб туриладиган мураккаб газ аралашмаси текширилаётган газ намунаси бўлиб хизмат қилади. Бу ерда, нурларнинг бир қисми ютилади, бир қисми эса иккинчи асбоб билан боғланган сезгир элементга тушади.

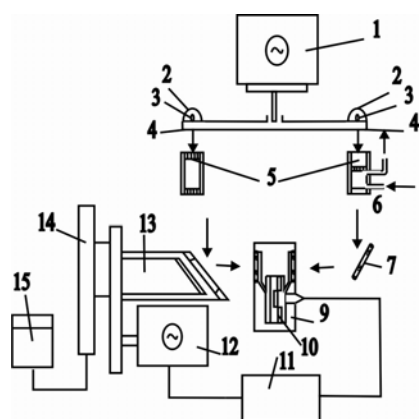
Нурлар намунадан ўтганидан кейин интеграл нурланишлар фарқини ўлчайдиган сезгир элемент сифатида танловчи нур қабул қилгичдан фойдаланилади. Бу қабул қилгич таҳлил қилинадиган компонент билан тўлдирилган камерада иборат бўлиб, инфрақизил нурлар ўтиши учун туйнук билан жиҳозланган. Агар нур 1 қабул қилгичига вақти-вақти билан инфрақизил нурлар тушиб турса, у ҳолда камерада турган газ вақти-вақти билан исиб совиб туради.

Ўзгармас ҳажмли камерада турган газ ҳароратининг ўзгариши натижасида унинг босими ҳам ўзгаради, босимнинг бу ўзгаришини нур қабул қилгич ичида турган мембрана қабул қилади. Нур қабул қилгич битта газ билан тўлдирилгани учун нур энергиясини ютиш жараёни танловчи бўлади ва у билан боғлиқ бўлган ҳарорат ҳамда босим ўзгаришлари нур қабул қилгични тўлдириб турган газнинг ютиш спектрига мос келувчи маълум тўлқин узунлигидагина содир бўлади. Газ аралашмаси ўтказиладиган кюветда, аниқланаётган компонентнинг концентрациясига қараб, нур энергияси оқими сусаяди, шунинг

учун нур қабул қилгич камерасида ҳарорат ва босимнинг ўзгариш амплитудаси бу компонентнинг газ аралашмасидаги миқдориға тескари мутаносиб равишда ўзгаради.

Ўлчаш схемаларига кўра оптик-акустик газ анализаторлари икки гуруҳга: компенсацион ва бевосита ўлчаш анализаторларига бўлиниши мумкин.

6.5- расмда оптик-акустик газ анализатори ОА-2209 нинг принципиал схемаси кўрсатилган, у газ аралашмаларида углерод қўшоксидини аниқлаш учун мўлжалланган. Газ анализатори узлуксиз ишлайдиган автоматик асбоб бўлиб, қабул қилгич блоки ва иккиламчи асбоб КСУ2 дан иборат.



6.5- расм. **Оптик – акустик компенсацион газ анализаторининг схемаси.**

Газ аралашмасидаги таҳлил қилинаётган компонентнинг миқдори компенсацион усул билан ўлчанади. Электр токи қиздирадиган иккита нихром спирал 3 инфрақизил нурланиш манбаи бўлиб хизмат қилади.

Нурларнинг йўналган оқимини ҳосил қилиш учун ҳар қайси спирал қайтаргич 2 нинг фокусига жойлаштирилган. Инфрақизил нурлар оқими қизиган спираллардан айнаи бир вақтда обтюратор 4 ёрдамида 5 Гц частота билан узилади ва икки оптик каналга йўналтирилади, обтюраторни синхрон двигател 1 айлантиради.

Ўнг каналда инфрақизил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва иш миқдори компенсацион усул камераси 6 дан кетма-кет ўтиб, қайтарувчи пластина 7 нинг ортига тушади ва ундан нур қабул қилгич 9 нинг ўнг цилиндри 8 га йўналади. Чап каналда инфрақизил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва компенсацияловчи камера 13 дан ўтиб, нур қабул қилгич 9 нинг чап цилиндрига тушади. Фақат ўлчанмайдиган компонент билан тўлдирилган филтрлаш камералари 5 газ анализаторларнинг хатолигини қўшимча равишда камайтиришга имкон беради, бу хатоликларга газ аралашмасида ўлчанмайдиган компонентлар миқдорининг ўзгариши сабаб бўлади. Компенсацияловчи камера 13 чап каналдаги инфрақизил нурлар

оқимининг йўлида газ аралашмаси қатламининг қалинлигини ўзгартириш, шунингдек, бу оқимнинг йўналишини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Текширилаётган газ аралашмаси иш камераси 6 орқали узлуксиз ўтиб туради. Агар аралашмада таҳлил қилинаётган компонент бўлмаса, у ҳолда нур қабул қилгичнинг камерасига инфрақизил нурларнинг бир хил оқимлари келади, мембрана тебранмайди ва нур қабул қилгичдан сигнал чиқмайди. Агар газ аралашмасида изланилаётган компонент бўлса, у ҳолда иш камераси 6 да инфрақизил нурларнинг қисман ютилиши натижасида нур қабул қилгичнинг ўнг цилиндрига уларнинг заифлашган оқими, чап цилиндрига эса заифлашмаган оқими киради. Бу эса цилиндрлардаги газ ҳарорати ва босимининг фарқлари ҳосил бўлишига олиб келади.

Обтюратор узлуксиз нур чиқариб турганида нур қабул қилгич цилиндрларидаги газ совийди ва босим камаяди, натижада цилиндрларда босимнинг вақти-вақти билан пулсацияланиши юз беради. Газ анализаторнинг кўрсатишлари аниқлигини ошириш учун цилиндрларига инерт газлари қўшилган таҳлил қилинаётган газ тўлдирилади. Нур қабул қилгичнинг цилиндрлари фақат таҳлил қилинаётган компонент ва инфрақизил нурларга инерт бўлган азот билан тўлдирилгани учун босимнинг пулсацияланиши фақат таҳлил қилинаётган газ ютадиган нурланиш спектри ҳисобигагина вужудга келади. Шундай қилиб, асбобда танлаб ютишга ва таҳлил қилишга эришилади.

Нур қабул қилгич 9 да босимнинг ўзгариши конденсаторли микрофон 10 да ўзгарувчан токка айланади. Бу ток кучайтиргичида кучайтирилиб, реверсив двигател 12 га берилади ва унинг ротори айлана бошлайди. Бу ерда, компенсацияловчи камера 13 нинг қайтарувчи поршени бирор томонга сурилиб, ютувчи қатламнинг қалинлигини оширади ёки камайтиради. Нур қабул қилгич цилиндрларига тушаётган нур оқимлари бир-бирига тенг бўлиб қолган пайтда нур қабул қилгичдан чиқаётган электр сигнали йўқолади ва двигател тўхтайдди. Шундай қилиб, камера 13 поршенининг вазияти доимо таҳлил қилинаётган компонент концентрациясига мос келади. Поршеннинг бу вазияти ўз навбатида реохорд 14 орқали иккиламчи асбоб 15 билан қайд

этилади. Углерод қўшоксидини ўлчаш чегаралари 0—1 дан О—100% гача. Асосий хатолик $\pm 2,5\%$. Газ аралашмаси сарфи $8,3 \text{ см}^3/\text{с}$, босим 0,3 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 30 с. Чиқиш сигнали 0—5 мА.

Баён қилинган ОА-2209 туридаги газ анализатори дифференциал (икки нурли, икки каналли) компенсацияловчи асбобдир. Унинг асосий камчилиги нурлаткичларнинг эскириши, иш кюветларининг ифлосланиши, шишалар шаффофлигининг ўзгариши ва шу кабилар туфайли шкала ноли вазиятининг ўзгариб туришидир.

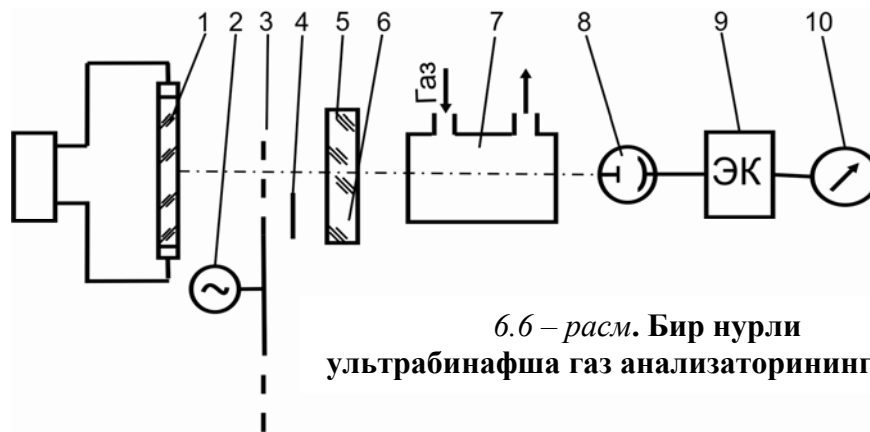
Бевосита ўлчайдиган бир нурли газ анализаторида нолнинг турғунлиги анча юқори бўлади. Бу асбоб дифференциал асбобга қараганда танловчанлиги юқорилиги билан фарқ қилади. Масалан, метанни таҳлил қилишда CO_2 , CO ва намнинг таъсири бир нурли асбоб учун икки нурли асбобга қараганда 3—5 марта кам бўлади.

Ультрабинафша нурлари ютиладиган газ анализаторларида ҳаводаги симоб буғлари концентрациясини, хлор, водород сульфид, азот қўшоксиди ва бошқа моддаларнинг концентрациясини ўлчашда қўлланилади.

Ультрабинафша нурларнинг манбаи симобли лампалар бўлиб, улар чиқарган нурларнинг кўп қисми ультрабинафша нурлар бўлади. Нурланишни қўшимча монохроматлаш учун шиша светофорлардан фойдаланилади, улар таҳлил қилинаётган модда ютилишининг максимуми вазиятига қараб танланади.

Ультрабинафша нурланишни электр сигналига айлантириш учун фотоэлементлар ва фоторезисторлардан фойдаланилади.

Амалда ультрабинафша нурларни ютадиган электр компенсацияли икки нурли газ анализаторлари, оптик компенсацияли газ анализаторлари, шунингдек, бевосита ўлчайдиган, ультрабинафша нурларни ютадиган бир нурли газ анализаторлари ҳам ишлатилади.



6.6-расмда бир нурли ультрабинафша нурларни ютадиган газ анализаторнинг блок-схемаси кўрсатилган. Асбобда битта манба 1 ва битта фото қабул қилгич 8 бор. Манбанинг нурланишини электр двигател 2 айлантирадиган обтюратор 3 узади ва у қарама-қарши фазаларда ўзгарадиган иккита бир хил оқимга бўлинади. Бу оқимларнинг ҳар қайсиси тегишли оптик ёруғлик филтри — иш филтри 5 ва таққослаш филтри 6 дан ўтади.

Филтрларнинг шаффофлик полосалари беркитилмайди ва f_1 , f_2 частоталар чегарасида тўпланган. Нурларнинг филтрланган оқимлари иш кювети 7 дан ўтади, бу кювет орқали нурланишни f_1 частотада ютадиган таҳлил қилинаётган газ кювет 7 га ҳайдалади, сўнгра оқим умумий нур қабул қилгичга келади. Кювет 7 да таҳлил қилинаётган, компонент бўлмаганида иш ва таққослаш оқимларининг жадаллиги нолни ростлаш заслонкаси 4 ни суриш йўли билан бараварлаштирилади.

Бу ҳолда тизим мувозанатлашади ва фото қабул қилгичдан олинадиган фарқ сигнали нолга тенг бўлади. Таҳлил қилинаётган газ кюветга кирганида f_1 частотадаги нурланиш оқимининг жадаллиги камаяди, f_2 частотасидагиники эса ўзгаришсиз қолади.

Фото қабул қилгич чиқишида фарқ сигнали ҳосил бўлади ва у кучайтиргич 9 да кучайтирилади. Фарқ сигналининг амплитудаси таҳлил қилинаётган компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб хизмат қилади. Концентрация иккиламчи асбоб 10 билан ўлчанади.

Ҳарорат туфайли юзага келадиган хатони йўқотиш учун асбоб термостатланади. Ўлчаш чегаралари 0—30 мг/л; масса бўйича 0—3%; асосий хатолик шкала диапазони $\pm 4\%$ и атрофида.

Электр-кимёвий газ анализаторлари

Электр-кимёвий усуллардан газларни ва бўғларни узлуксиз тарзда автоматик таҳлил қилишда фойдаланилади. Айниқса бу усуллар ҳаводаги мавжуд заҳарли газларнинг микроконцентрациясини, тоза газлар ишлаб чиқаришда ифлослантирувчи газлар концентрациясини, шунингдек, суюқликларда эриган газлар концентрациясини аниқлаш учун кенг қўлланилади.

Электр-кимёвий газ анализаторларида бирор компонентнинг концентрацияси аниқланаётган компонент билан реакцияга киришган газ аралашмасининг электр-кимёвий хоссаларининг ўзаришига қараб аниқланади. Қуйида энг кўп тарқалган асбоблар кўриб чиқилади.

Кондуктометрик газ анализаторлари газ аралашмасининг ўлчанадиган компонентини абсорбцияловчи ютувчи эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган.

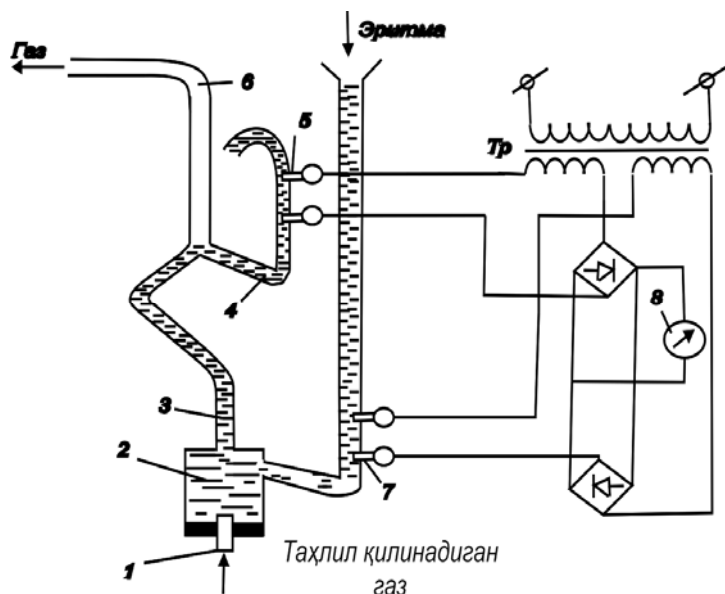
Контактли кондуктометрик усуллар шу билан характерланадики, ютувчи эритма ўлчаш ячейкасининг электродлари билан бевосита контактлашади. Бу асбоблар мураккаб қурилмалар бўлишни талаб қилмайди, кўрсатишларни бевосита ҳисоблаб боришга имкон беради, тайёрланиши ва ишлатилиши содда.

Ютувчи эритма сифатида, одатда, шундай эритма танланадики, у таҳлил қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга киришади.

Диссоциацияланган молекулалар сони камайиши натижасида эритманинг электр ўтказувчанлиги ютилган компонент миқдорига мутаносиб равишда камаяди. Ютувчи эритмалар таҳлил қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга кириши натижасида асбоб каналчаларининг деворларида ҳамда ўлчаш электродларида чўкмалар ҳосил бўлади, бу эса ўлчаш натижаларини хато кўрсатади ва компонентларнинг микроконцентрацияларини аниқлашда газ анализаторларидан фойдаланишни чеклаб қўяди.

Кондуктометрик ўлчашлар учун ўлчанаётган компонент абсорбциясининг қайтар реакцияларидан ҳам фойдаланиш мумкин; уларнинг афзалликлари: реакцияларда чўкмалар абсорбцияланмайди ва ютувчи эритмаларнинг регенерацияланиш имкони бор. Бироқ, кўпгина ҳолларда бундай ютувчи эритмаларнинг танлаш даражаси кам бўлади.

6.7- расмда кондуктометрия принципида ишлайдиган газ анализаторнинг схемаси келтирилган. Таҳлил қилинадиган газ капилляр найча 1 орқали ўтади ва реакция борадиган идиш 2 ҳамда чулғамли найча 3 га берилади, у ерда аниқланадиган компонент ўзгармас тезликда бериб туриладиган электролит эритмаси билан абсорбцияланади. Шундан кейин электролит эритмаси бир жуфт электродлари 5 турган ўлчаш ячейкасидан ўтади, газ фазаси эса газ анализаторидан найча 6 орқали чиқарилади. Такқослаш электродлари 7 найчада туради, бу найча орқали электролитнинг янги эритмаси берилади.



6.7 – расм. Кондуктометрик газ анализаторининг схемаси

Шундай қилиб, газ анализаторларида электролит эритмасининг электр ўтказувчанлиги ўлчанаётган компонент абсорбциялангунча ва абсорбциялангандан кейин ўлчанади. Ўтказувчанлик қийматларидаги фарқлар аниқланадиган компонентнинг иккиламчи асбоб 8 ёрдамида ўлчанадиган концентрациясига муносиб бўлади. Электролиз вақтида чўкмалар ҳосил

бўлишининг олдини олиш учун ячейка электродларига ўзгарувчан кучланиш берилади, кейин бу кучланиш тўғриланади.

Электр ўтказувчанликни ўлчашга асосланган газ анализаторидан O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , сув буғи ва бошқа компонентларни таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин.

Кулонометрик газ анализаторлари электролиз вақтида сарфланган электр миқдорини ўлчашга асосланган. Фарадей қонунига кўра, электролизда G миқдордаги модда ажралиб чиқиши учун эритма орқали t вақт мобайнида I токни ўтказиш зарур:

$$G = M \cdot \tau (96492 \cdot n), \quad (6.6)$$

бу ерда M — оксидланган ёки тикланган (қайтарилган) модданинг молекуляр массаси;
 n — электролиз жараёнида қатнашувчи электронлар сони.

Электролиз вақтида ажралиб чиққан модда газ аралашмасининг таҳлил қилинаётган компоненти билан батамом боғланади, шу туфайли компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб ўтаётган ток I хизмат қилади. Ток эритманинг нейтралланиши таъминладиган қилиб танланади.

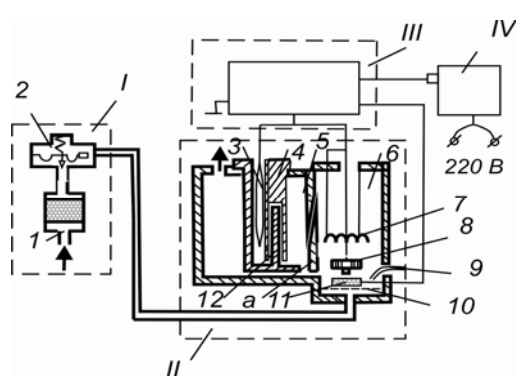
Кулонометрик газ анализаторлари ўлчашнинг компенсацион усули қўлланилганлиги туфайли ўлчаш натижаларининг юқори аниқлигини таъминлайди, уларнинг кўрсатиши газнинг намлигига, босимига, ҳароратига, атроф-муҳитнинг параметрларига боғлиқ бўлмайди.

Хаводаги SO_2 , H_2S , Cl_2 , O_3 ларнинг микроконцентрациясини ўлчашга мўлжалланган «Атмосфера 1» ва «Атмосфера 2» газ анализаторлар мавжуд.

Полярографик газ анализаторлари индикаторли, таққословчи ва ёрдамчи электродлари бор уч электродли электролитик ячейка занжирида диффузион токнинг чегаравий кучини ўлчашга асосланган. Ўлчашда индикатор электрод билан таққослаш электроди ўртасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинади, таққослаш электродининг потенциали ўзгармас бўлади. Потенциаллар фарқи таъминлаш блокидан олинadиган таянч кучланиш билан таққосланади. Потенциаллар фарқи таянч кучланишдан узилганида электродларга бериладиган кучланиш ўзгаради, бунинг натижасида потенциаллар фарқи

билан таянч кучланишнинг тенглиги тикланганига қадар ёрдамчи ва индикаторли электродлар потенциаллар фарқи ўзгаради. Агар электродда электр-кимёвий жиҳатдан актив моддалар бўлмаса, индикаторли электрод қутбланади ва ўлчаш занжирида ток кучи нолга тенг бўлади.

Ячейкага электр-кимёвий жиҳатдан актив модда киритилса, ўлчаш занжирида ток пайдо бўлиб, унинг кучи моддалар концентрациясига мутаносиб бўлади.



6.8 – расм.

Полярографик газ

Кислородни таҳлил қиладиган полярографик газ анализаторининг газлардан тозалангандаги схемаси 6.8- расмда кўрсатилган.

Газ анализатори намуна тайёрлаш блоки I, ячейка II, таъминлаш блоки III, потенциометр IV дан иборат. Индикаторли электрод 8 ва ёрдамчи электрод 7 индикатор

камераси 6 да жойлаштирилган стерженга ўрнатилган. Таққослаш электроди 3 камера 5 га захира электролит билан бирга жойлашган алоҳида корпус 4 да жойлашган ва иш электролити билан ош тузидан тайёрланган кўприк 12 ёрдамида бирлашган. Индикатор камерасида электролитнинг талаб этилган сатҳини сақлаб туриш учун а ва б каналлар хизмат қиладди. Индикатор камерасига камеранинг иш ҳажмини термостатлаш учун қиздириш элементи II ва ҳарорат индикатори 9 ўрнатилган.

Индикаторли ва ёрдамчи электродлар олтиндан тайёрланган, таққослаш электроди сифатида эса тўйинтирилган каломел ёки кумуш югуртирилган хлор электродлардан фойдаланилади. Ячейкада электролит ёрдамида кислородни аниқлашда NaOH нинг 0.1 и эритмаси ёки NHCO_3 нинг 0,1 и эритмаси ишлатилиши мумкин.

Газ анализаторига бериладиган газ намунани механик қўшилмалардан тозалайдиган филтр 1 орқали юборилади. Намунани бериш тезлиги сарф ростлагичи ёрдамида ростланади. Шундан кейин газ ячейкага келади,

электролитда ўз босимига мутаносиб равишда эрийди. Таҳлил қилинаётган газ электролит устида йиғилиб, электролитни индикаторли камерада сиқиб чиқаради, канал а нинг пастки кесиги сатҳига қадар, сўнгга захира электролит билан камера орқали барботирланиб, атмосферага чиқариб ташланади.

Газ анализатори кислороднинг бешта ўлчаш диапазониغا эга: 0—0,1; 0—0,2; 0—0,5; 0—1; 0—2. Асосий хатолик ўлчаш диапазонининг $\pm 5\%$ ига тенг.

Термохимёвий газ анализаторлари

Бу газ анализаторларининг ишлаши кислороднинг бошқа газлар билан катализаторлар иштирокида ўтадиган реакциясининг иссиқлик самарасини ўлчашга асосланган. Мазкур асбобларнинг икки гуруҳи кенг тарқалган.

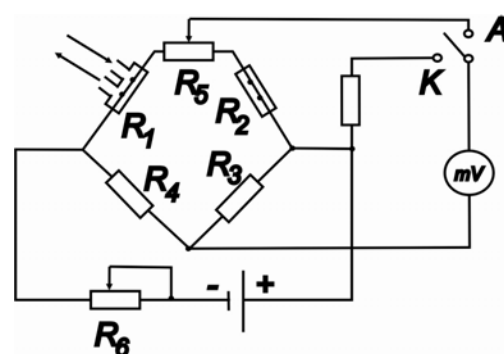
Асбобларнинг биринчи гуруҳида ёниш каталитик актив бўлган платина толада содир бўлади, бу тола айна бир вақтда сезгир элемент — ўлчаш кўпригининг елкаси ҳисобланади. Бу гуруҳдаги асбобларда таҳлил қилиш аниқланадиган компонент ёнганида ҳароратнинг ортишини ўлчашга асосланган.

Иккинчи гуруҳ асбобларда оксидланиш реакцияси катализатор қатламида содир бўлади, реакциянинг иссиқлик самараси эса қаршилик термометри ёки шу катализаторда жойлаштирилган термобатарея билан ўлчанади.

Биринчи гуруҳ термохимёвий газ анализаторларининг принципиал схемаси 6.9-расмда келтирилган. Газ

анализаторининг ўлчаш схемаси ўзгармас ёки ўзгарувчан токда ишлайдиган мувозанатлашмаган кўприкдан иборат. Иш ячейкаси деб юритиладиган оқим ўлчаш ячейкаси кўприкнинг битта елкаси R_1 ни ҳосил қилади. Кўприкнинг R_2 елкасини ҳосил қиладиган таққослаш ячейкаси ўз параметрлари

ва тузилиши жиҳатидан иш ячейкасига эквивалент бўлиб, ҳаво тўлдирилган бўлади. Кўприкнинг R_3 , R_4 елкалари ўзгармас қаршиликлар бўлиб, улар манганиндан тайёрланган. Кўприкли схеманинг ноли реостат R_5 билан



6.9 – расм. Термохимёвий газ анализаторининг схемаси

ўрнатилади. Таҳлил қилинаётган компонентнинг ёнишида ҳароратнинг ортиши билан платина толаси электр қаршилигининг ўзгариши ўлчаш кўприги мувозанатининг бузилишига олиб келади. Мувозанат бузилгандаги ток кучи газ аралашмасидаги компонент миқдорига мутаносиб бўлади. Ўлчаш асбоби таҳлил — назорат қайта улагичи ёрдамида схемага киритилган махсус ўзгармас резисторга уланади асбобнинг стрелкаси R_5 реостат стрелкаси билан талаб этилган репер (таянч) нуктага қўйилади. Милливольтметрнинг шкаласида платина толасини қиздирадиган, турли компонентларни таҳлил қилиш учун зарур бўлган ток кучини қўядиган учта таянч нукта бор.

Бу турдаги асбоблар асосан ҳаводаги ёнувчи (метан, бензин буғлари ва ҳ.) газларнинг портлаш хавфини юзага келтирадиган концентрациясининг индикаторлари ва анализаторлари сифатида ишлатилади. Улар кўпинча кўчма (кўтариб юрадиган) турда чиқарилади. Ўлчаш хатолиги тахминан $\pm 10\%$.

Саноат бинолари хоналари ҳавосининг ёнувчи газлар билан ифлосланишини автоматик назорат қилиш учун ёнувчи газларга мўлжалланган СГС туридаги, метанга мўлжалланган СМС туридаги, бензинга мўлжалланган ГПБ туридаги ва бошқа сигнализаторлар чиқарилади.

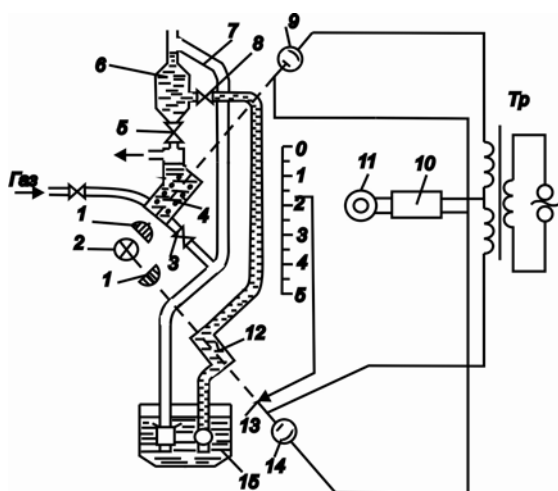
Фотокалориметрик газ анализаторлари

Бу газ анализаторларида эриган модданинг концентрацияси эритма ёки лентанинг жадал бўйлишига қараб аниқланади. Суюқликли ва лентали фотокалориметрик газ анализаторлари газларнинг микроконцентрациясини аниқлаш учун ишлатилади. Бу газлар (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) махсус танланган реактивлар билан рангли реакцияга киришади. Бу асбобларнинг физикавий асоси Бугер — Ламберт — Бер қонунидир. Бўйланган компонентлар (ёки реакцияга кирган газ массаси) нинг концентрацияси қуйидаги ифода буйича аниқланади:

$$C = D_\lambda / (\epsilon_\lambda \cdot l_\lambda) \quad , \quad (6.7)$$

бу ерда D_λ — оптик зичлик; ϵ_λ — ютилиш коэффиценти; l_λ — кюветнинг узунлиги.

Фотокалориметрик таҳлил қилиш усули юқори сезгирликка ва танловчанликка эга. Бу усул сезгирлигининг юқорилиги таҳлил қилинадиган компонентни эритмада ёки индикатор лентасида йиғиш имконияти борлиги билан белгиланади. Усулнинг танловчанлиги юқорилигига таҳлил қилинаётган компонент билан реактив-индикатор ўртасидаги реакция сабаб бўлади.



6.10 – расм.
Фотокалориметрик газ

6.10-расмда эритма ёки газ даврий равишда узатиладиган ФКГ туридаги фотокалориметрик газ анализаторининг схемаси кўрсатилган. Асбобда икки оптик канал: иш ва таққослаш каналлари бўлиб, уларнинг ичида иш кювети 4 ва таққослаш кювети 12 жойлаштирилган.

Абсорбцияловчи эритма бак 15 дан насос ёрдамида таққослаш кювети орқали дозатор 6 га ҳайдалади.

Дозаторда тўкиш найчаси 7 бор бўлиб, у орқали оптикча эритма бакка қайтиб қўйилади. Буйруқ берувчи реле белгилайдиган тенг вақт ораликларида электромагнит клапан 3 ишга тушади, у кювет 4 даги ишлаб бўлган эритмани бакка чиқариб юборади, бу ерда эритма регенерацияланади. Кюветлар бўшатиладиганидан кейин клапанлар 5 ва 8 ишга тушиб, дозатор улар ёрдамида эритма берувчи кувурчадан узилади ва айнаи бир вақтда кювет 4 билан бирлашиб, унга эритманинг ўлчанган ҳажмини қуяди. Клапанлар 5 ва 8 дозаторни янги эритма билан тўлдириш учун дастлабки вазиятларига қайтади. Кювет 4 да эритманинг янги берилган порцияси орқали текшириладиган газ чиқиб кетганидан кейин рангли реакция содир бўлади. Маълум вақт тутиб туриладиганидан кейин буйруқ релеси клапан 3 ни очади ва навбатдаги цикл бошланади. Ҳар иккала кювет орқали ёритиш лампаси 2 дан линза 1 орқали ёруғлик оқими ўтади. Кюветларнинг орқасида фотоэлементлар 9 ва 14 жойлашган бўлиб, улар кюветлардаги эритмалардан ўтган ёруғлик оқимларини

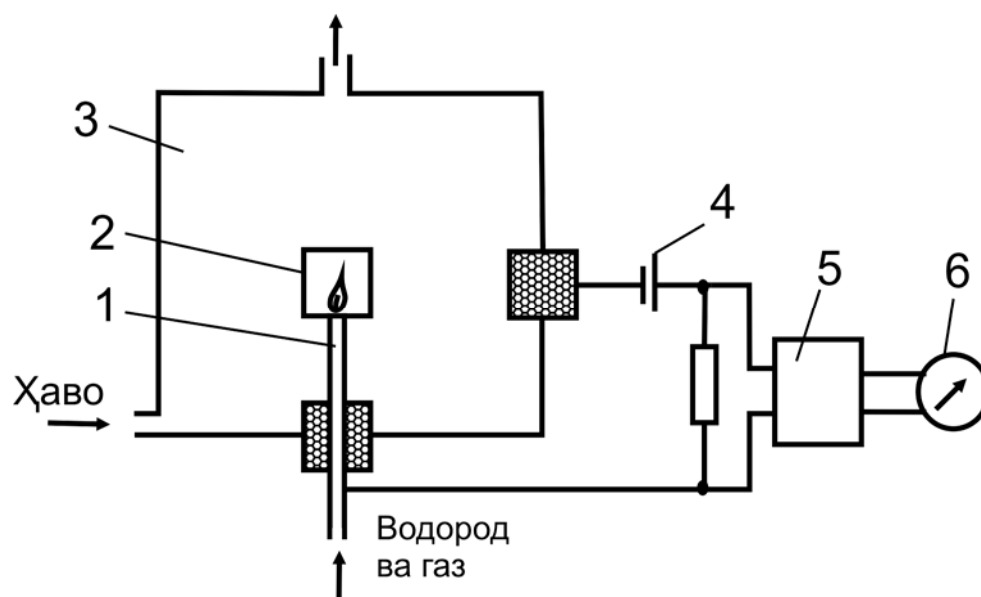
қабул қилади. Фотоэлементлар электрон кучайтиргич 10 нинг чиқишига дифференциал тарзда уланган бўлиб, у икки фотоэлементнинг сигналлари фарқини кучайтиради. Кучайтирилган сигнал реверсив двигател 11 нинг бошқарувчи чулғамига келади, двигател компенсацияловчи оптик пона 13 ни кювет 12 нинг оптик каналида ҳар икки фотоэлемент бир хилдиги ёритилганликка эга бўлганига қадар керакли йўналишда силжитади. Оптик понанинг сурилиш катталиги ва у билан боғлиқ бўлган асбоб кўрсаткичининг сурилиш катталиги текшириляётган газдаги аниқланадиган компонент концентрациясининг ўлчови бўлади.

Ишлаб чиқариш хоналари ҳавосидаги хлор қолдиқларини ўлчаш диапазонидан $\pm 20\%$ хатолик билан аниқлашга имкон берадиган газ анализаторларидан саноат ФКГ-3М туридаги фотокалориметрик анализаторларни чиқаради.

Асбобсозлик саноати ФСЛ туридаги фотокалориметрик газ анализаторларини чиқаради. Унинг ишлаши кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган лентадаги доғдан қайтган ёруғлик оқимини эталон ёруғлик оқими билан таққослашга асосланган.

ФСЛ туридаги лентали газ анализаторларининг бошқа русумлари ишлаб чиқариш хоналари ва технологик линия ҳавосидаги фосген, водород сульфид, цианид кислотани аниқлаш учун чиқарилади. Ишлаб чиқариш хоналарининг ҳавосидаги аммиак миқдорини $0—3 \cdot 10^{-3}$ ва $0—3 \cdot 10^{-2}\%$ чегарасида аниқлаш учун ФСЛ1, 107 туридаги фотокалориметрик газ анализаторлари чиқарилади.

Лентали фотокалориметрик газ анализаторлари учун иш эритмаси сарфининг жуда камлиги ва у билан боғлиқ бўлган юқори сезгирликка эришиш осонлиги характерлидир, чунки газларнинг реакцияга кирувчи миқдори билан эриган миқдорининг нисбати жуда катта бўлиши мумкин. Бироқ лентанинг сирти бир жинсли бўлмаганлиги ва бошқа бир қанча омиллар таъсири туфайли лентали фотокалориметрик газ анализаторларининг хатолиги суяқликли фотокалориметрик газ анализаторининг хатолигидан юқоридир.



6.11 – расм. Аланга-ионли газ

Ионли газ анализаторлари

Ионли газ анализаторларидан ҳаводаги зарарли моддаларни аниқлашда, шунингдек, портлаш хавфи бор газ аралашмаларини назорат қилишда фойдаланилади. Улар ишлаш принципи бўйича икки гуруҳ: алангали-ионли ва аэрозолли-ионли газ анализаторларига бўлинади.

Алангали-ионли газ анализаторлари органик моддаларнинг водород алангасида ионлашувига асосланган. Алангали-ионли ўзгарткич электр майдонга жойлаштирилган водород горелкасидан иборат. Соф водород ёнганида ионлар деярли ҳосил бўлмайди, шунинг учун соф водороднинг электр ўтказувчанлиги жуда ҳам паст бўлади. Органик моддаларнинг алангаси пайдо

бўлганида уларнинг ионлашуви содир бўлади ва аланганинг электр ўтказувчанлиги кескин ортади.

Бу газ анализаторининг принципиал схемаси 6.11-расмда келтирилган. Ўлчаш электродларидан бири горелка 1 бўлиб, унга манба 4 дан 60—300 В ли ўзгармас кучланиш берилади, горелка коррозиябардош пўлат ёки титандан тайёрланади. Иккинчи (коллекторли деб юритиладиган) электрод ўрнида юпқа деворчали цилиндр хизмат қилади, у горелка 1 билан ўқдош бўлиб, нодир металллар (платина, олтин, титан)дан тайёрланади. Ўзгарткичнинг ионизация камерасига ёнишни сақлаб туриш ва водороднинг ёниш маҳсулоти бўлган сувнинг конденсацияланишининг олдини олиш учун ҳаво киритиб турилади.

Ўзгарткич занжирида ионизация токининг пайдо бўлишига реакция давомида электродларда мусбат ва манфий заряд элтувчиларнинг ҳосил бўлиши сабаб бўлади. Ионизация токининг кучи 10^{-7} — 10^{-8} А дан ошмайди. Шу муносабат билан ўзгарткичнинг ток сигнали ўзгармас ток кучайтиргичи 5 га берилади. Кучайтирилган сигнал иккиламчи асбоб 6 га (масалан, автоматик потенциометрга ёки сигнализация қурилмасига) келади, бу қурилма концентрация берилган қийматидан ортиб кетганида сигнал чиқаради.

Аэрозолли-ионли газ анализаторлари газни таҳлил қиладиган радиоизотопли асбобларга тааллуқли бўлиб, уларда газ муҳитининг физик параметри — газларнинг электр ўтказувчанлиги, ионизацияловчи нурланиш таъсирида бўлган газларнинг электр ўтказувчанлиги ўлчанади. Бу асбобларда газнинг α ёки β актив изотоп кўринишидаги ички ионизация манбаига эга бўлган ионизацион ток камераси сезгир элемент бўлиб хизмат қилади. Муҳитнинг назорат қилинаётган компоненти концентрациясининг ўлчови бўлиб камеранинг электродлари орасида уларга кучланиш берилганда, ҳосил бўладиган ионизация токи хизмат қилади.

Бу газ анализаторларининг хусусияти шундан иборатки, уларда назорат қилинаётган компонент олдин аэрозол ҳолатига келтирилади. Бу ерда, ҳосил бўладиган аэрозол зарралари сони назорат қилинаётган компонент

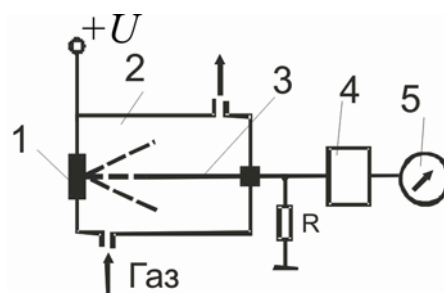
концентрациясига мутаносиб бўлиб, ионизация токининг ўлчанаётган кучининг ўзгаришини аниқлайди.

Аэрозол зарралари таъсирида камера ионизация токи I нинг ўзгариши қуйидаги муносабат билан ифодаланади:

$$I = I_0 \cdot e^{-CN\tau}, \quad (6.8)$$

бу ерда I_0 — камерада аэрозол зарралари бўлмагандаги бошланғич ток кучи; N — Брикард доимийси бўлиб, уни газ ионларининг аэрозол зарраларга ўтириши эҳтимоли борлиги нуқтаи назаридан аниқланади; C — газдаги аэрозол зарраларининг концентрацияси; τ — газ ионларининг камера ичида «яшаши» вақти бўлиб, уни ионизация камерасининг тузилиши ва электр майдоннинг кучайишига қараб аниқланади; r — аэрозол зарраларининг ўртача радиуси.

6.12-расмда аэрозолли — ионли газ анализаторининг принципал схемаси кўрсатилган. Нурланиш манбаи 1 ва ионлар коллектори 3 жойлаштирилган ионизацион оқим камераси 2 га газ сарфи уйғотгичи билан таҳлил қилинаётган ҳаво сўриб олинади. Айни бир вақтда камерага тегишли кимёвий реагентнинг буғлари киритилади. Камера ичида кимёвий реакция содир бўлиб, бунинг натижасида аниқланаётган компонент аэрозолга айланади. Ионизация токи қаршилиги катта нагрузка резистори R да кучланиш тушувини вужудга келтиради, бу кучланиш ўзгармас ток кучайтиргичи 4 да кучайтирилади. Аэрозол зарраларининг концентрациясига кўра ўзгарадиган ионизацион токнинг кучи аниқланаётган компонент концентрациясининг ўлчови ҳисобланади. Иккиламчи асбоб 5 аниқланаётган компонентнинг концентрациясини кўрсатади.



6.12 – расм. Аэрозоль – ионли газ анализаторининг схемаси.

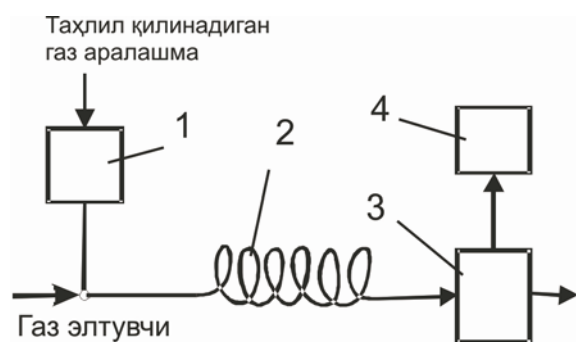
Асбобдан ҳаводаги зарарли моддаларни, шу жумладан азот оксидлари, водород хлорид, аммиак, аминлар ва бошқаларни назорат қилишда фойдаланиш мумкин. Вазифасига қараб газ анализаторлари шкаласининг юқори чегараси

аниқланаётган компонентнинг $0,5$ дан 50 мг/м^3 миқдорида ўрнатилади. Асосий хатолик шкала чегарасининг $10\text{—}15\%$ и атрофида.

Хроматографик газ анализаторлари

Газ анализаторларининг кўриб ўтилган ҳамма турлари газ аралашмасидаги фақат битта компонентнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради. Хроматографик газ анализаторлари (хроматографлар) улардан фарқли равишда газ аралашмасини тўла таҳлил қилишга, яъни бу аралашмани ташкил этувчи ҳамма газларнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради.

Хроматографик ажратиш йўли билан кўп компонентли газ аралашмаларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган асбоблар *хроматографлар* деб аталади. Уларнинг принципиал схемаси 6.13-расмда келтирилган. Ўлчаш



6.13 – расм. Хроматографик газ анализаторининг схемаси

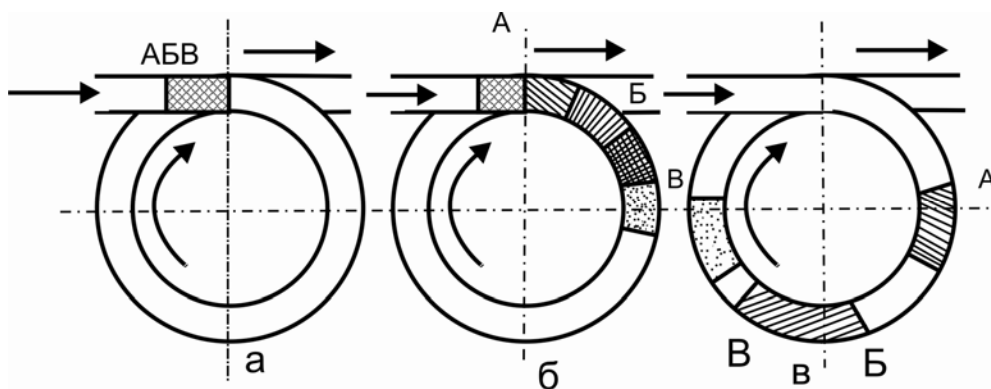
жараёни хроматографда икки босқичда ўтади: олдин аралашма алоҳида компонентларга ажратилади, сўнгра аралашмадаги ҳар қайси компонентнинг миқдори ўлчанади. Газ аралашмасини ажратиш колонкаси 2 да содир булади.

Бу колонка юпқа найчадан иборат бўлиб, ўз сиртидаги газларни ушлаб олиш ва тутиб туриш хусусиятига эга бўлган

модда — сорбент билан тўлдирилган бўлади. Таҳлил қилинаётган газнинг дозатор 1 да ўлчаб олинган порцияси даврий равишда элтувчи газ деб аталадиган ёрдамчи газнинг узлуксиз оқимиغا бериб турилади. Колонка орқали аралашма порцияси ҳайдалганида тегишли компонентларга ажрайди. Ажралиш газларнинг турлича абсорбцияланиши туфайли юз беради. Абсорбцияланиш қанча юқори бўлса, элтувчи газ молекулаларини сорбент сиртидан шунча қийинлик билан ажратиш олади. Шунинг учун элтувчи газ колонкага тўхтовсиз кириб туриб, ундан компонентларни навбати билан сиқиб чиқаради: олдин аралашманинг кучсиз абсорбцияланадиган компоненти, сўнгра қолганларини. Шундай қилиб, колонкадан ҳақиқатан олганда бинар аралашма чиқади, унинг

компонентлардан бири элтувчи бўлиб, бошқаси таҳлил қилинаётган аралашма бўлади. Бинар аралашмалар детектор 3 ёрдамида таҳлил қилинади. Детекторларнинг энг кўп тарқалган турларидан бири термокондуктометрик газ анализаторларидир. Детекторнинг чиқиш сигнали қайд этувчи асбоб 4 га берилади.

Газларни таҳлил қилиш учун газ абсорбцион ва газ тақсимлаш хроматография усуллари энг кўп тарқалган. Буларнинг биринчисида ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — майдаланган қаттиқ модда бўлади. Иккинчи хил асбобларда ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — ғовак асосга суркалган суюқлик бўлади. Газ-абсорбцион хроматографларда компонентларнинг ажралишига уларнинг қўзғалмас қаттиқ фаза сиртига турлича абсорбцияланиши, газ тақсимлаш хроматографларда эса қўзғалмас суюқ фазада турлича эриши сабаб бўлади.



6.14 – расм. Газ аралашмасини компонентларга хроматографик тарзда ажратишнинг абсорбцион схемаси

6.14-расмда газлар аралашмасининг компонентларга газ абсорбцион усулда хроматографик ажралишининг принципиал схемаси кўрсатилган. Газ аралашмасининг учта А, Б, ва В элтувчи газ ёрдамида узун юпка найча — ажратиш колонкаси компонентларидан таркиб топган намунаси (6.14-расм, а) орқали сиқиб чиқарилади, найча спирал тарзида букилган ва абсорбент билан тўлдирилган бўлади.

Аралашма компонентлари турлича абсорбциялангани сабабли уларнинг колонкада ҳаракатланиши турлича секинлашади. Айни компонент молекулалари қанча кўп адсорбцияланса, уларнинг кечикиши шунча катта бўлади, ва аксинча. Унинг учун аралашманинг айрим компонентлари колонкада турлича тезликда ҳаракатланади. Маълум вақтдан кейин (6.14-расм, б) биринчи бўлиб кам абсорбцияланган В компонент, ундан кейин компонент Б ва ниҳоят, энг кўп абсорбцияланган ва шу сабабли бошқаларига қараганда секинроқ ҳаракатланадиган А компонент кетади.

Кейинги вақт оралиқларида компонентларнинг ҳаракатланиш тезлиги турлича бўлганлиги туфайли компонентлар тўла ажрайди (6.14-расм, в) ва хроматографик колонкадан кетма-кет ё элтувчи газ ёки элтувчи газ — компонентдан иборат бинар аралашма чиқади.

Кўп компонентли газни таҳлил қилишда компонентлар колонкадан уларнинг молекуляр массалари ортиб бориши тартибида чиқади. Компонентлар ажралишининг маълум ўзгармас шароитларида (ҳарорат, элтувчи газ сарфи, абсорбентнинг хоссалари ва ҳ.) ҳар қайси компонентнинг айна хроматографик колонкадан ўтиш вақти, бинобарин, унинг чиқиш вақти ўзгармайди

Шунинг учун ҳар қайси компонентнинг чиқиш вақти хроматографик таҳлилнинг сифат кўрсаткичи ҳисобланади.



6.15 – расм. Газ аралаш
масининг
хроматограммаси

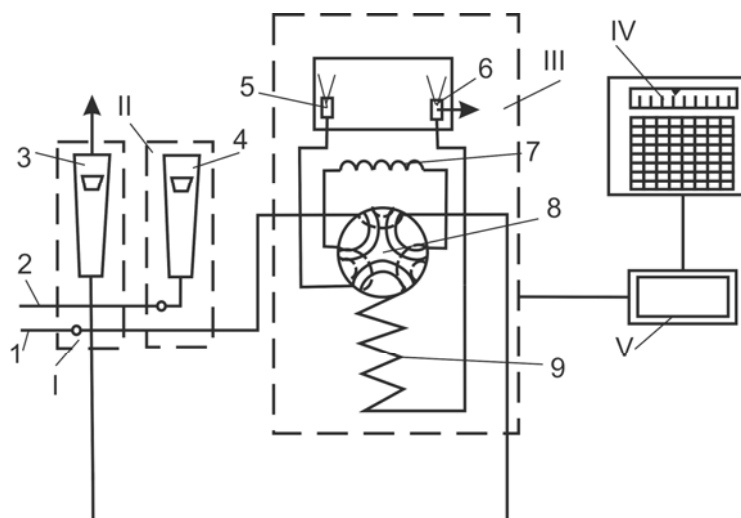
Газ-абсорбцион хроматографияда элтувчи газ сифатида азот, гелий, ҳаво ва бошқа газлардан фойдаланилади: абсорбент сифатида эса актив кўмир, силикагел, алюмогел, магний оксид ва бошқалардан фойдаланилади.

Таҳлил натижаларини иккиламчи асбоб қайд этади. 6.15- расмда уч компонентли аралашмани таҳлил қилиш натижаларининг лентали диаграммага ёзилиши кўрсатилган. Таҳлил қилинаётган аралашманинг хроматограммаси бир нечта чўққи нуқталари бўлган эгри чизикдан иборат. Цикл бошлангандан кейин

чўққиларнинг пайдо бўлиш вақти аралашма компонентининг турини, чўққининг барча чўққилар йиғинди юзига келтирилган юзи эса айна компонентнинг концентрациясини белгилайди.

Газ-тақсимлаш хроматографиясида эса кўп компонентли газ аралашмалари худди шу тарзда таҳлил қилинади.

6.16-расмда газ-абсорбцион хроматографнинг схемаси келтирилган. Таҳлил қилинадиган газ намуна олиш линияси 1 бўйича таҳлил қилинадиган газни тайёрлаш панели I га келтирилади, датчик III га тушади, кран-қайта улагичдан ўтади дозаловчи спирал 7 дан ва яна кран-алмашлаб улагич 8дан ўтади ва ротаметр 3 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Элтувчи газ баллондан линия 2 бўйича тайёрловчи панели II нинг ротаметри 4 орқали берилади, асбоб датчиги детекторининг таққослаш камераси 5, алмашлаб улагич 8, ажратиш колонкаси 9, детекторнинг ўлчаш камераси 6 дан ўтади ва ташқарига чиқиб кетади.



6.16 – расм. Газ – абсорбцион

Алмашлаб улагич 8 бир-бирига ишқаб мосланган иккита пластинадан тайёрланган бўлиб, улардан бирига канал қилинган ва электр двигател билан айлантрилади, шунинг учун у ҳар 60°дан кейин икки вазиятни эгаллаши мумкин. 6.16-расмда шундай вазият кўрсатилганки, бу ерда, элтувчи газ алмашлаб улагичга келиб, унинг канали бўйлаб ажратиш колонкасига йўналади, таҳлил қилинадиган газ аралашмаси эса намуна оладиган

алмаштириладиган спирал 7 дан ўтади, у найча кўринишида ишланган бўлиб, ҳажми 2, 3, 5 ва 10 мл ни ташкил этиши мумкин.

Алмашлаб улагичнинг пластинаси 60°га бурилганида унинг каналлари расмда штрих чизик билан кўрсатилган вазиятни олади. Бу ерда, элтувчи газ таҳлил қилинаётган белгиланган ҳажмдаги газ намунасини дозалаш спирали 7 дан ажратиш колонкасига сиқиб чиқаради, газ аралашмасининг асосий оқими эса бу вақтда алмашиб, улагичнинг бошқа канали бўйича атмосферага ҳайдалади. Алмашлаб улагичнинг қўзғалувчан пластинаси ўзгармас вақт оралиқларида (3 дан 5 мин гача) таймер билан автоматик тарзда бурилади, бу вақт таҳлил қилинаётган газ аралашмасининг таркиби ва унинг ажралишига қўйиладиган талабга қараб ўрнатилади.

Ажратиш колонкаси 9 зангламайдиган пўлатдан ёки мисдан ички диаметрини 6 мм ва узунлигини 2—10 м қилиб (таҳлил қилиш шароитларига қараб) тайёрланган ҳамда ичига сорбент тўлдирилган спирал найчадан иборатдир. Таҳлил қилинаётган аралашманинг намунаси колонка 9 га тушиб, уни ташкил этувчи компонентларга ажратади ва детекторларга юборилади.

Датчик детектори таҳлил қилинаётган газ аралашмаси компонентларининг ажралишини аниқлаш учун хизмат қилади. Унинг ишлаши элтувчи газ ва таҳлил қилинаётган компонент бинар аралашмаси иссиқлик ўтказувчанликларининг айирмасидан фойдаланишга асосланган. Детектор зангламайдиган пўлатдан тайёрланган массив блокдан иборат бўлиб, унинг иккита камералари 5 ва 6 бўлади, ҳажми тахминан 0,2 см³ келадиган бу камераларда эса қаршилиқ термометрлари (термисторлар) бўлиб, улар ўлчаш кўпригининг елкасини ташкил қилади. Датчик камерасини термостатлашга ҳарорат ростлагичи ёрдамида эришилади.

Элтувчи газ детекторнинг камералари 5 ва 6 дан ўтганида ҳар икки камерада иссиқлик бериш шароити бир хил бўлади. Ўлчаш схемаси мувозанатда бўлади ва иккиламчи асбобнинг диаграммасида нол чизик ёзилади. Алмашлаб улагичнинг қўзғалувчан пластинаси 60° га бурилганида элтувчи газ дозалаш камерасида ажратиб қолинган намунани сиқиб чиқаради ва уни ажратиш

колонкасига юборади, у ердан детекторнинг ўлчаш камерасига гоҳ элтувчи газ, гоҳ тегишли бинар аралашма берилади. Ўлчаш камерасига иссиқлик ўтказувчанлиги соф газ элтувчининг иссиқлик ўтказувчанлигидан бошқача бўлган бинар аралашманинг кириши натижасида қаршилиқ термометрининг ҳарорати ва қаршилиги, бинобарин кўприкнинг мувозанати ўзгаради. Мувозанатнинг бундай ўзгаришини қайд этувчи асбоб IV чўққи кўринишида қайд этади.

Хроматографнинг бошқариш блоки V га асбобнинг ўлчаш схемаси электрон ҳарорат ростлагичи, вақт белгиловчи — таймер, нолни автоматик қўйиш қурилмаси, алмашлаб уловчи қурилма 8 ни бошқариш қурилмаси ва реле киради.

Саноатда ишлатиладиган ХП—499 хроматографи газсимон маҳсулотлар-ноуглеводородли газлар ва уларнинг изомерларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Хроматограф технологик оқимлардан олинган газларни таҳлил қилишга имкон беради, таҳлил натижаларини узлуксиз қайд этишни таъминлайди, шунингдек, стандарт электр ва пневматик чиқиш сигналлари олишни таъминлайди ва бошқариш тизимида фойдаланиши мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0,05—100%, асосий хатолиги $\pm 1\%$. Хроматограф портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Саноатда ишлатиладиган «Нефтехим—СКЭП» хроматографи кўп компонентли газ аралашмалари, буғлар ва суюқликларнинг таркибини ажратиш колонкаларининг ҳарорати 200⁰С гача бўлган шароитда аниқлашга имкон беради. Узлуксиз режимда ишлайди ва бошқариш тизимларида датчик сифатида фойдаланиш мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0—100%, чиқиш сигналлари 0—5 мА; 0—10 В; 0,02—0,1 мПа. Портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Масса-спектрометрик газ анализаторлари

Масса-спектрометрлар газларни таҳлил қилишда энг такомиллашган асбоблардандир. Улар кимёвий ва физик хоссаларидан қатъий назар, моддаларнинг изотоп ва молекуляр таркибини аниқлашга мўлжалланган.

Масса-спектрометрик усул мураккаб аралашмалардаги кўп-компонентларнинг миқдорини аниқлашга имкон бериб, бу ерда, таҳлилни жуда тез ўтказишни таъминлайди.

Таҳлил қилишда таҳлил қилинаётган модданинг молекулалари қизиган катод эмиттерлайдиган электронлар ёрдамида ионланади, электр линзалар тизими воситасида тор даста тарзида фокусланади, тезлатувчи электроннинг электр майдонида тезлатилади ва электронлар коллекторида тутиб қолинади. Ион дастанинг таркиби таҳлил қилинаётган газ аралашмасининг молекуляр таркибига мос келади. Кўндаланг магнит майдони таъсирида оқим ионлар массасининг уларнинг зарядларига нисбати билан фарқ қиладиган ион нурларига ажралади, булар кейин коллекторга келади. Коллектор занжирида массалари турлича ионлар электр токи ҳосил қилади ва бу тоқлар олдин кучайтирилганидан кейин ўлчанади ва электрон қайд этувчи қурилма ёрдамида ёзиб қўйилади. Магнит майдонининг кучланганлиги аста-секин ўзгартириб борилганида, текширилаётган газнинг молекуляр таркибини характерловчи ион тоқлари спектри ёки масса-спектрлари ёзилади. Миқдорий таҳлил ўтказиш учун масса-спектрометрни текширилаётган моддада бор деб тахмин қилинган ҳар қайси компонент бўйича олдиндан даражаланади.

Масса-спектрометрларнинг тузилиши аналитик ва ўлчаш қисмларидан иборат. Аналитик қисмда ион дасталари массалари бўйича ҳосил қилинади, шакллантирилади ва ажратилади. Ўлчаш қисми ионлар манбаини ва ишга тушириш тизимининг стабиллашган кучланиш билан таъминлаш, ион тоқларини ўлчаш ва қайд этиш, вакуум тизимида босимни ўлчаш, масса сонларини индекслаш ва ҳоказолар учун мўлжалланган.

Масса-спектрометрлар учта турга: кимёвий таркибни таҳлил қилиш учун — МХ; модданинг структураси ва хоссаларини текшириш учун — МС; изотоп таҳлил қилиш учун — МИ турларга бўлинади. МС туридаги масса-спектрометрлар лаборатория шароитларида ўтказиладиган илмий тадқиқотлар учун мўлжалланган.

Асбобсозлик саноати кимёвий таркибини таҳлил қиладиган МХ - 7201, МХ-7304, МХ-1320 ва изотопни таҳлил қиладиган МИ-1201Б масса-спектрометрларини чиқаради.

МХ-7201 масса-спектрометри металлларда ва уларнинг қотишмаларида H_2 , O_2 , N_2 , C_2 газлари ва уларнинг газ ҳосил қилувчи қўшилмалари миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган. Текширилаётган материалдан газ ажралиб чиқиши вакуумда суюқлантириш йули билан ёки графитли тигелда амалга оширилади. Газсимон қўшилмаларнинг таркибини аниқлаш монополяр (бир қутбли) масса-спектрометр ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—60.

Магнитсиз МХ-7304 масса-спектрометри сўриб (тортиб) олиш тизимлари билан таъминланган вакуумли тизимларда қолдиқ газларни сифат жиҳатидан таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—200, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 2,5\%$.

МХ-1320 масса-спектрометри газ аралашмаларини, суюқликларни ва $400^\circ C$ гача ҳароратда газсимон ҳолатга ўтадиган қаттиқ моддаларни миқдор ва сифат жиҳатидан таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегараси 1—4000, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 5 \cdot 10^{-6}\%$.

МИ-1201Б масса-спектрометри газларнинг ва қаттиқ моддаларнинг изотоп таркибини саноат шароитида таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Натижаларини СМ1 базавий ҳисоблаш комплекси ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—720, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 0,15\%$.

6.3-§. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Суюқликлар таркибини таҳлил қилиш дейилганда уларнинг элементар, функционал ёки молекуляр таркибини аниқлаш тушунилади. Таркибни аниқлайдиган асбоблар *анализаторлар* деб аталади. Мухитда фақат битта компонентнинг миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган анализаторларни баъзан *концентраметрлар* деб юритилади. Суюқликлар концентрациясини

ўлчаш учун қуйидаги улчов бирликлари энг кўп тарқалган: мг/см³; г/см³; массаси ёки ҳажми бўйича, %.

Ҳарорат, босим ва шу каби параметрларнинг ўлчаш натижаларига кучли таъсир этиши аналитик ўлчашларнинг ўзига хос хусусиятларидан биридир. Бу параметрлар айниқса ўлчаш аниқлигига таъсир қилади. Шунинг учун автоматик анализаторлар, одатда, намуналар танлаб олиш, уларни таҳлилга тайёрлаш, ўлчаш шароитларини стабиллаш ёки тузатишларни автоматик киритиш ва ҳоказолар учун қўшимча мураккаб жиҳозлар билан таъминланган бўлади.

Таҳлил қилинадиган суюқликларнинг турли-туманлиги ва уларнинг таркиби ҳамда хоссаларининг кенг чегарада бўлиши таҳлил қилиш усуллари турлича бўлган автоматик асбоблар ишлаб чиқаришни тақозо этади. Асбобсозлик саноати хилма-хил суюқликларни таҳлил қилувчи турли автоматик анализаторлар ишлаб чиқаради. Суюқликларни таҳлил қилишнинг саноатда энг кўп тарқалган усулларига кондуктометрик, потенциометрик, оптик, титрометрик ва радиоизотопли усуллар киради. Қуйида саноатда кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

Эритмаларни таҳлил қилишнинг кондуктометрик усули

Электролит эритмаларининг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш (кондуктометрик усул) лаборатория шароитида ҳам, саноат шароитида автоматик назорат қилиш учун ҳам кенг қўлланилади. Кондуктометрик концентратометрларнинг ишлаши эритмалар электр ўтказувчанлигининг улар концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Аррениус назариясига кўра электролитлар сувда эритилганида молекулалар, ионлар диссоциацияланиб, шу ионларнинг эритмада мавжуд бўлиши эритманинг электр ўтказувчанлигига сабабдир. Диссоциацияланиш даражасига кўра кучли ва кучсиз электролитлар бўлади. Кучли электролитлар деярли батамом ионларга диссоциацияланган бўлади, кучсиз

электролитларнинг эритмаларида эса маълум миқдорда диссоциацияланмаган молекулалар ҳам бўлади.

Турли моддалар эритмаларининг электр ўтказувчанлигини баҳолаш учун Колрауш эквивалент электр ўтказувчанлиқ тушунчасини киритди, у 1 см^3 эритмада 1 г-экв модда бўлган эритманинг электр ўтказувчанлиги сифатида аниқланади:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta}, \quad (6.9)$$

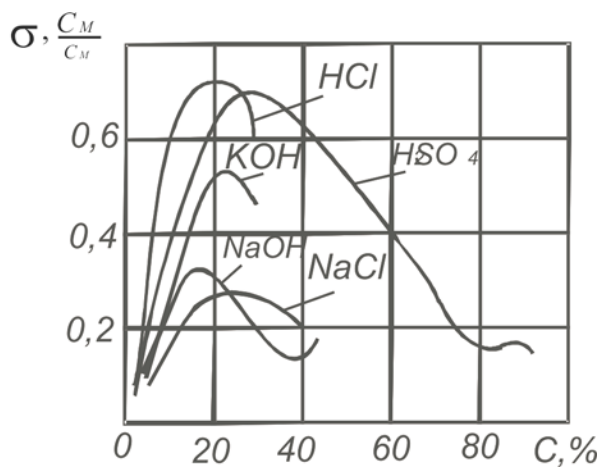
бу ерда λ — эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги; σ — эритманинг солиштирама электр ўтказувчанлиги. См/см; η — эритма модданинг эквивалент концентрацияси, г-экв/см³.

Барча электролитлар учун эквивалент электр ўтказувчанлиқ диссоциацияланиш кучайиши натижасида эритма суюла бориши билан ортади. Эритма тўла диссоциацияланганда (яъни эритма чексиз суюлганда) у энг катта қийматига эришади. Эритманинг солиштирама ўтказувчанлиги билан суюлтирилган электролитнинг табиати ҳамда унинг концентрацияси ўртасидаги боғлиқлик Колрауш қонуни билан аниқланади:

$$\sigma = a \cdot \eta (v_k - v_a), \quad (6.10)$$

бу ерда a — электролитик диссоциацияланиш даражаси; v — ионлар (катионлар v_k ва анионлар v_a) нинг эритма чексиз суюлгандаги қўзғалувчанлиги, яъни уларнинг кучланиш градиенти 1В/см бўлган электр майдонидаги силжиш тезлиги, См/с билан ифодаланади.

6.17-расмда солиштирама электр ўтказувчанлиқнинг концентрацияга боғлиқлиги кўрсатилган. Графикдан кўриниб турибдики, эритманинг концентрацияси ошганда унинг солиштирама электр ўтказувчанлиги аввал тез ортиб, максимал қийматига етади, сўнгра камаёди. Бинобарин, кондуктометриқ таҳлилда концентрация билан электр ўтказувчанлиқ



6.17 – расм. 18⁰С температурада баъзи моддаларнинг сувдаги эритмаларининг солиштирама электр ўтказувчанлигининг улар

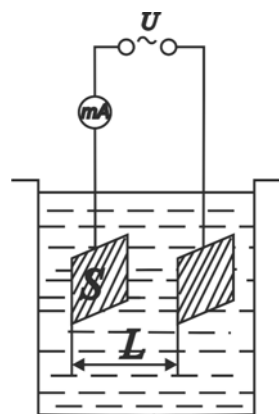
ўртасида бир хил боғлиқликка эга бўлиш учун ўлчашларни максимумдан бир томонда жойлашган концентрациялар чегарасида бажариш зарур. Расмдаги боғлиқликлардан кўриниб турибдики, максимумдан чапдаги эгри чизикларнинг тиклиги катта бўлади. Бинобарин, концентрацияларнинг бу соҳасида кондуктометрик усул энг катта сезгирликка эга бўлади. Электр ўтказувчанликларнинг концентрацияга боғлиқликнинг бир хилмаслик характерини ҳисобга олиб, кондуктометрнинг ишлаш соҳасини олдиндан билиш зарур, бу ерда, ўлчашларнинг экстремум бўлишига йўл қўймаслик керак.

Кўпгина ҳолларда кондуктометрик усулдан бир компонентли эритмаларни назорат қилиш учун фойдаланилади.

Электр ўтказувчанликни ўлчаш учун мўлжалланган асбобларга кондуктометрлар, туз ўлчагичлар, концентратомерлар киради. Бу асбобларнинг биринчиси электр ўтказувчанлик бирликларида даражаланган, иккинчи шартли туз миқдори бирликларида, одатда NaCl нинг миқдорини кўрсатувчи фоизларда даражаланган бўлади. Концентратомерлар таҳлил қилинаётган модданинг фоиз ҳисобидаги миқдорларда даражаланади.

Эритмаларнинг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш учун электродли ва электродсиз усуллар қўлланилади. Электродсиз ўлчаш усулидан асосан кислота, ишқорларнинг концентрациясини ўлчашда фойдаланилади.

Электродли кондуктометрияда икки электроддан иборат ўлчаш ячейкаларидан фойдаланилади, электродлар назорат қилинаётган эритма солинган идишда бир-биридан маълум масофада ўрнатилган бўлади. Ўлчаш ячейкаси (6.18-расм) электр қаршилиги билан характерланади. Бу қаршилиқнинг катталиги қуйидагига тенг (Ом ҳисобида)



$$R = \frac{1}{\sigma} * \frac{L}{S} , \quad (6.11)$$

бу ерда σ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги; См/см; L — электродлар орасидаги масофа, см; S — электродларнинг юзи, см².

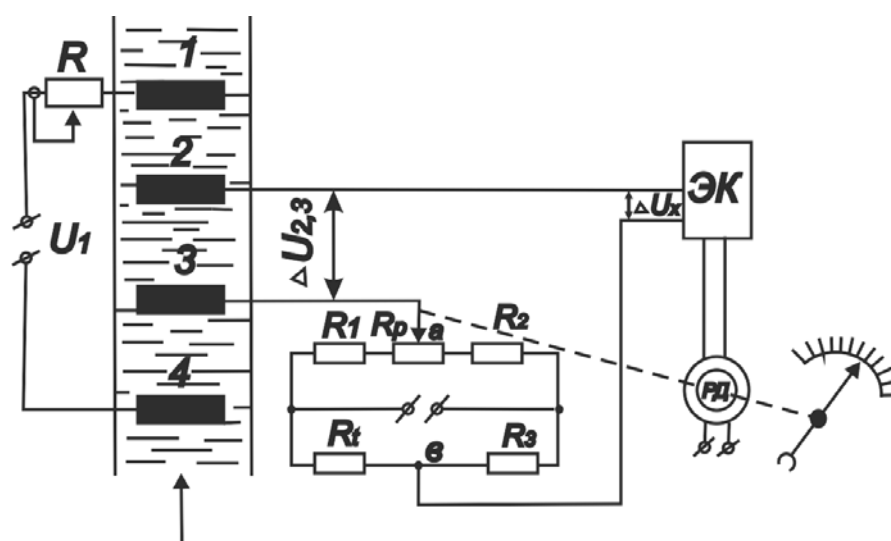
Кондуктометрик ўлчашлар амалиётида L/S нисбат ўлчаш ячейкаларнинг тажрибада аниқланадиган константалари деган ном олди. Бунинг учун ячейка эталон эритма билан тўлдирилади (бу эритма сифатида, одатда, калий хлориднинг эритмасидан фойдаланилади), ячейканинг қаршилиги ўлчанади ва қуйидаги тегламадан K нинг катталиги аниқланади:

$$K = R \cdot \sigma_1, \quad (6.12)$$

бу ерда R — электродлар орасидаги ўлчанган қаршилик, Ом; σ_1 — эталон эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги, См/см.

Электр ўтказувчанликни ўлчашда саноат частотасидаги ёки частотаси оширилган ўзгармас токдан ҳам, ўзгарувчан токдан ҳам фойдаланиш мумкин.

Икки электродли ўлчаш ячейкаси билан бир қаторда тўртта электроди бор ячейкалардан ҳам фойдаланилади (6.19-расм). Ток эритмада икки ташқи электродлар 1 ва 4 орасида ўтади, бу электродлар кучланиш манбаи U_1 га уланган бўлади. Резистор R нинг чекловчи қаршилиги катталиги туфайли ячейка занжиридаги ток кучи I , эритманинг қаршилиги ўзгаришидан қатъий назар, ўзгармасдан қолади.



6.19-расм. Тўрт электродли ўлчаш ячейкаси бўлган кондуктометрнинг схемаси

Икки ички электрод 2 ва 3 потенциометр вазифасини бажаради ва эритмада кучланиш тушувини ўлчаш учун мўлжалланади:

$$\Delta U_{2,3} = I \cdot R_{\text{я}}, \quad (6.13)$$

бу ерда $R_{\text{я}} = K/\sigma$ — электродлар 2 ва 3 орасидаги эритманинг қаршилиги (K — тўрт электродли ўлчаш ячейкасининг константаси, у электродлар 2 ва 3 нинг оралиғига ва улар сиртининг юзига боғлиқдир).

Бинобарин,

$$\Delta U_{2,3} = \frac{K \cdot I}{\sigma} = K' / \sigma, \quad (6.14)$$

бу ерда

$$K = K \cdot I = \text{const.}$$

Шундай қилиб, электродлар 2 ва 3 орасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинаётган эритманинг концентрацияси билан бир қийматда аниқланади. Ўлчанадиган катталиқ $\Delta U_{2,3}$ мувозанатловчи кўприкнинг а ва b учларидаги потенциаллар айирмаси U_{ab} билан таққосланади. Агар $U_{ab} \neq \Delta U_{2,3}$ бўлса, у ҳолда электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига мувозанатнинг бузилиш сигнали $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - \Delta U_{2,3}$ киради. Мувозанат вақтида $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ бўлади, бу ерда, электродлар 2 ва 3 занжирида ток бўлмайди.

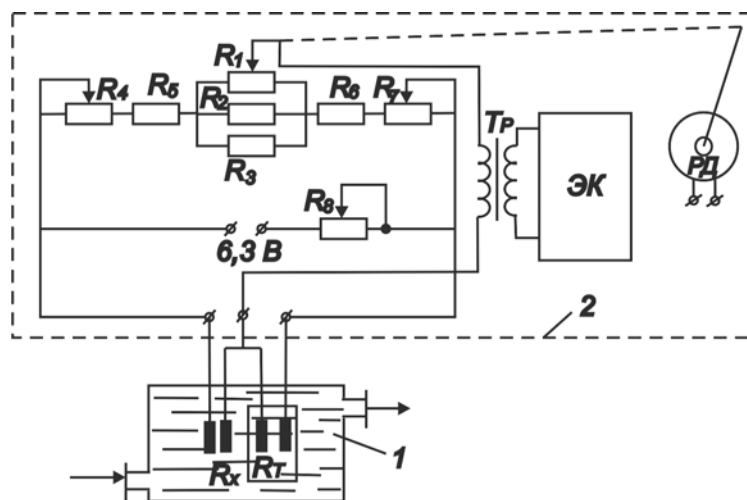
Ўлчашдаги ҳарорат хатоликларини автоматик компенсациялашни мувозанатловчи кўприкнинг елкаларидан бирига уланган металл қаршилиқ термометри R_t бажаради. Назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгарганида, R_t қаршилиқ ҳам ўзгаради, бунинг натижасида потенциаллар айирмаси U_{ab} ҳам ўзгаради. R_t ўзгаргандаги орттирма $\Delta U_{ab}(\Delta t)$ назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгариши Δt туфайли ҳосил бўлган орттирма $\Delta U_{2,3}(\Delta t)$ га катталиги жиҳатидан тенг ва ишораси жиҳатидан қарама-қарши бўлиши керак. Бу тенгликка компенсацияловчи кўприкнинг параметрларини (R_1, R_2, R_3 резисторларнинг қаршилиқларини) ҳамда кучланиш U_2 ни танлаш йўли билан эришилади.

Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги ҳароратга жуда боғлиқ. Эритма ҳарорати 1°C га ортса, унинг солиштирма электр ўтказувчанлиги 1,5—2% га

ошади. Эритмаларнинг ҳарорати амалда жуда кенг чегараларда ўзгаради, шунинг учун кондуктометрик концентратомерлар ҳарорат ўзгаришининг ўлчаш натижаларига таъсир қилишини бартараф қилувчи автоматик компенсаторларга эга бўлиши керак. Саноатда автоматик ҳарорат компенсаторлари энг кўп тарқалган бўлиб, суюқликли компенсаторлар уларнинг турларидан биридир.

Суюқликли компенсатор параметрлари ўлчаш ячейкасининг параметрларига ўхшаш электрод датчикдан иборатдир. Компенсатор электр ўтказувчанлик ҳарорат коэффиценти назорат қилинаётган суюқликнинг ҳарорат коэффиценти тахминан тенг бўлган эталон суюқлик билан тўлдирилади. Компенсатор назорат қилинаётган суюқликка концентратомернинг ўлчаш ячейкаси билан биргаликда киритилади. Компенсатор кўприкли ўлчаш схемасининг елкасига уланади. Эталон ва назорат қилинаётган суюқликнинг ҳароратлари бир хил бўлганлиги ва ҳарорат коэффицентлари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли ҳароратлар ўзгарганида, ўлчаш ячейкаси қаршилигининг ўзгаришини суюқликли компенсаторнинг қаршилигининг ўзгартириш йўли билан тўла компенсациялаш мумкин.

Сульфат кислота концентратомери КСО-у (6.20-расм) эритмадаги сульфат кислота концентрациясини назорат қилиш, қайд этиш ва ростлаш учун мўлжалланган.



6.20-расм. Сульфат кислота концентратомерининг
принципиал схемаси.

Концентратомер электродли датчик 1 ва иккиламчи асбоб 2 КСМЗ дан иборат. Концентратомернинг датчиги идишдан иборат бўлиб, унинг ичига тешиклар билан ёнма-ён қилиб паст томони очик стакан ўрнатилган ҳамда ўлчаш ва таққослаш ячейкалари жойлаштирилган. Ўлчаш ячейкаси иккита ўлчаш электродидан иборат бўлиб, уларнинг ҳар қайсиси электрод кавшарланган очик шиша найчадан иборат. Таққослаш ячейкаси ҳароратни автоматик тарзда компенсациялаш учун мўлжалланган бўлиб, шиша найчага кавшарланган электродлардан иборатдир, найчаларга сульфат кислота тўлдирилган бўлади, унинг концентрацияси эса асбоб шкаласидаги ўрта белгига мос келади.

Электр ўтказувчанлик мувозанатдаги кўприк схемаси бўйича ўлчанади, ўлчайдиган R_x ва таққослайдиган R_t электрод ячейкалари кўприкнинг икки елкаси бўлиб хизмат қилади. Кўприк схемасининг қолган икки елкасини ўзгармас резисторлар R_4 , R_5 , R_6 , R_7 ва шунтловчи резисторлари R_2 ҳамда R_3 ва реохорд R_1 ташкил қилади. Кўприк саноат частотасидаги ўзгарувчан ток билан таъминланади. Ўлчаш схемасидаги ток кучи ўзгарувчан ток манбаига параллел қилиб кўприкнинг таъминлаш диагоналига уланган резистор R_8 ни силжитиш йўли билан ростланади.

Датчик орқали оқиб ўтадиган эритманинг концентрацияси ўзгарганда ўлчаш ячейкасининг қаршилиги ўзгаради, бунинг натижасида ўлчаш кўпригининг мувозанати бузилади. Номувозанат кучланиши КСМЗ кўприкнинг электрон кучайтиргичи ЭК трансформатори T_p нинг бирламчи чулғамига келиб, кучайтирилади ва реверсив двигател РД нинг роторини айлантиради, бу двигател реохорд R_1 нинг сурилгичи ва асбоб стрелкаси билан кинематик боғланган бўлади.

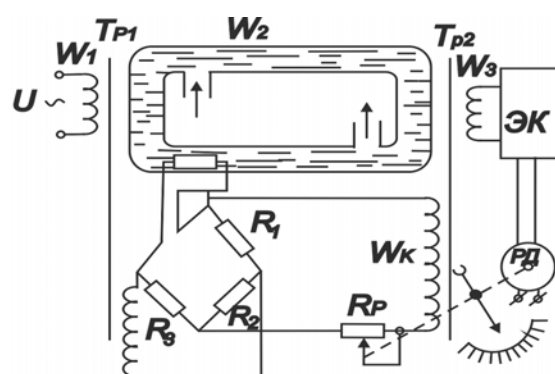
Концентратомернинг ўлчаш чегаралари: 75—79; 93—96 ва 95-99% сульфат кислота. Асосий хатолик $\pm 0,2$ дан $\pm 0,5\%$ гача.

КК русумидаги кондуктометрлар суюқликли анализаторларнинг кенг тарқалган турларига киради, уларда икки ва тўрт электродли ўзгарткичлар ҳам, контактсиз ўзгарткичлар ҳам бўлади. Бу русумдаги асбоблар ёрдамида иш

хароратлари диапазони $25 \pm 15^\circ\text{C}$ ва чегаравий асосий хатолик $\pm 2,5\%$ бўлганида 10^{-6} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш мумкин.

Электродли кондуктометрларнинг энг катта камчилиги электродларнинг қутбланиши ва электродлар сиртида содир бўладиган электркимёвий реакцияларда ҳосил бўладиган моддалар билан ифлосланиши, шунингдек, эритмадаги мавжуд маҳсулотлар билан ифлосланишидир.

Контактсиз кондуктометрларда ўлчанаётган муҳит билан бевосита контактга эга бўлмаган бирламчи ўзгарткичлар бўлади, шу сабабли уларда бундай камчиликлар бўлмайди. Таъминловчи кучланишнинг частотасига қараб контактсиз кондуктометрлар паст частотали (1000 Гц гача бўлган саноат ва товуш частотасидаги) ва юқори частотали (1 кГц дан ортиқ)' турларга бўлинади.



6.21-расм. Контактсиз паст частотали кондуктометрнинг схемаси

Паст частотали контактсиз кондуктометрларда таҳлил қилинаётган эритма берк ҳалқа ҳосил қилувчи найчада оқади. Найча диэлектрик материалдан тайёрланган. Найчага ташқи томондан икки трансформатор уйғотувчи $Tr1$ ва ўлчаш трансформаторлари $Tr2$ нинг (6.21- расм) чулғамлари ўралган бўлади. $Tr1$ трансформаторнинг бирламчи чулғами ўзгарувчан ток манбаига уланади. Электролит эритмаси найчада ҳосил қилган берк суюқлик ўрами трансформатор $Tr1$ нинг иккиламчи чулғами вазифасини бажаради. Суюқлик ўрамидаги электромагнит таъсирлашув натижасида ЭЮК индукцияланади

$$E_p = \frac{w_1}{w_2} \cdot U. \quad (6.15)$$

Бу ерда ω_1 — трансформатор $Tr 1$ нинг бирламчи чулғамларидаги ўрамлар сони; ω_2 -суюқлик ўрамлари сони, одатда ($\omega_2=1$); U —трансформатор $Tr1$ нинг бирламчи чулғамини таъминловчи кучланиш.

ЭЮК таъсирида суюқликдан ўтаётган ток кучи

$$I_p = \frac{E_p}{R_p} = \frac{E_p \cdot x}{K_p} = \frac{w_1 \cdot U}{w_2 K_p} x, \quad (6.16)$$

бу ерда R_p — суюқлик ўрамининг қаршилиги; K_p — паст частотали кондуктометрлик ячейканинг константаси; унинг қиймати суюқлик ўрами узунлигининг ўтказувчи кесими юзи нисбатига тенг бўлиб, одатда K_p нинг катталиги тажриба йўли билан топилади; x — эритманинг электр ўтказувчанлиги.

(6.16) тенгламанинг ўнг қисмидаги x катталиқдан бошқа ҳамма катталиқлар ўзгармасдир. Шунинг учун ток кучи I_p назорат қилинаётган эритманинг концентрациясига тенг бўлади.

Ток кучи I_p иккинчи трансформатор Тр 2 билан ўлчанади, суюқлик ўрами унинг учун бирламчи чулғам бўлиб хизмат қилади. Ўлчаш трансформатори Тр2 нинг иккиламчи чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК $E_{\text{ўлч}}$ нинг катталиги концентрацияга мутаносиб бўлади. Кўпгина ҳолларда уни компенсацион усулда ўлчанади, бунинг учун трансформатор Тр 2 нинг қўшимча чулғами w_k дан фойдаланилади, бу трансформаторнинг ампер-ўрамлари сони эритманинг ампер-ўрамларига кўра ҳисобланади.

Компенсация шарти

$$I_k w_k = I_p w_2. \quad (6.17)$$

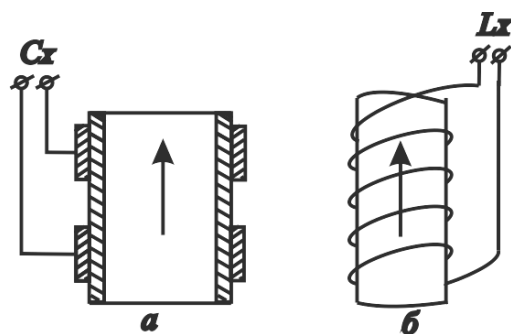
Компенсацияловчи чулғам орқали ўтадиган ток кучини ўлчаш учун реверсив двигател РД дан фойдаланилади, у сурилгич R_p ни силжитади. Реохорд сурилгичининг ва асбобнинг у билан боғланган стрелкасининг вазияти назорат қилинаётган эритма концентрациясига мутаносиб бўлади. Ўлчашдаги ҳарорат хатоликларини компенсациялаш учун қаршилик термометри R_t мўлжалланган, у кўприк схемасига уланган бўлиб, назорат қилинаётган эритма ичида туради.

Контактсиз паст частотали кондуктометрлардан солиштирма электр ўтказувчанлиги $1\text{—}10^{-6}$ См/см чегарасида бўлган электролитларнинг концентрациясини назорат қилишда фойдаланилади.

КК русумидаги кондуктомерларда 10^{-2} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш КК-8 ва КК-9 кондуктометрлари билан бажарилади.

Юқори частотали кондуктометрларда таҳлил қилинаётган эритманинг концентрациясини ўлчаш эритманинг унга боғлиқ бўлган реактив қаршилигини назорат қилиш йўли билан бажарилади.

Юқори частотали контакtsiz кондуктометрларнинг бирламчи ўзгарткичлари ўлчанадиган реактив қаршилиқнинг турига қараб сиғимли ва индуктивли хилларга бўлинади. Ҳар икки турдаги ўзгарткичларнинг схемаси 6.22 – расмда кўрсатилган. Эритманинг концентрацияси билан ўзгарткичларнинг чиқиш параметрлари C_x ва L_x ўртасида мураккаб боғлиқлик мавжуд бўлганлиги сабабли (бу боғлиқликка эритманинг табиатидан ташқари ўзгарткичнинг ўлчамлари ва материали, таъминлаш частотаси ва бошқалар таъсир қилади) уларнинг даражаланиш тавсифлари ҳар қайси конкрет ўзгарткич ва эритма учун тажриба йўли билан аниқланади.



6.22-расм. Контактсиз юқори частотали кондуктометрнинг ўзгарткичлари:

Юқори частотали кондуктометрларнинг ўлчаш ўзгарткичлари сифатида юқори частотали генераторлардан таъминланадиган кўприкли ва резонасли схемалардан фойдаланилади. Резонансли схемаларда резонанс контурининг бирламчи ўзгарткич индуктивли ёки сиғимли қаршилиқларига боғлиқ бўлган хусусий тебранишлари ўлчанади.

Таҳлил қилишнинг потенциометрик усули

Потенциометрик усул муайян индикатор электродлар ҳосил қилган ЭЮК ни ўлчаш йўли билан ионлар концентрациясининг аниқлашга асосланган. Бу ерда, концентрацияни бевосита потенциаллари фарқини ўлчаш билан аниқлаш мумкин.

Технологик жараёнларда эритма концентрацияси, кўпинча, рН нинг қиймати бўйича ўлчанади: агар $pH < 7$ бўлса, кислотали; $pH = 7$ бўлса, нейтрал; $pH > 7$ бўлса, ишқорли эритма бўлади.

Автоматик асбобларда рН ни ўлчаш учун электр усулдан фойдаланилади. У текширилаётган эритмага ботирилган, шишадан тайёрланган ўлчаш электродининг эритма рН қийматига кўра электрод эритма чегарасида потенциаллар фарқини ўзгартиришига асосланган. Бироқ, фақат битта электрод ва эритма ўртасидаги потенциаллар фарқини ўлчаб бўлмайди, чунки ўлчаш асоси уланганида асбобни эритмага улайдиган ўтказгич билан эритма орасида ҳам потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, у ҳам эритмадаги водород ионлари концентрациясига боғлиқ бўлади. Шу сабабли электрод потенциалларини ўлчашда ўлчаш электроди билан бир қаторда ёрдамчи электроддан ҳам фойдаланилади, унинг потенциали ўзгармас бўлиб, эритманинг ҳоссаларига боғлиқ бўлмайди. Ёрдамчи электрод сифатида каломел ёки кумуш хлорид қопланган электродлар ишлатилади.

Ҳар икки электрод галваник элемент ҳосил қилади. Сувли эритмаларга татбиқ этиладиган Нернст тенгламасига кўра бундай галваник элементининг ЭЮК и, агар ёрдамчи электроднинг потенциали нолга тенг бўлса, қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$E = -2,3 (RT/F) \cdot pH, \quad (6.18)$$

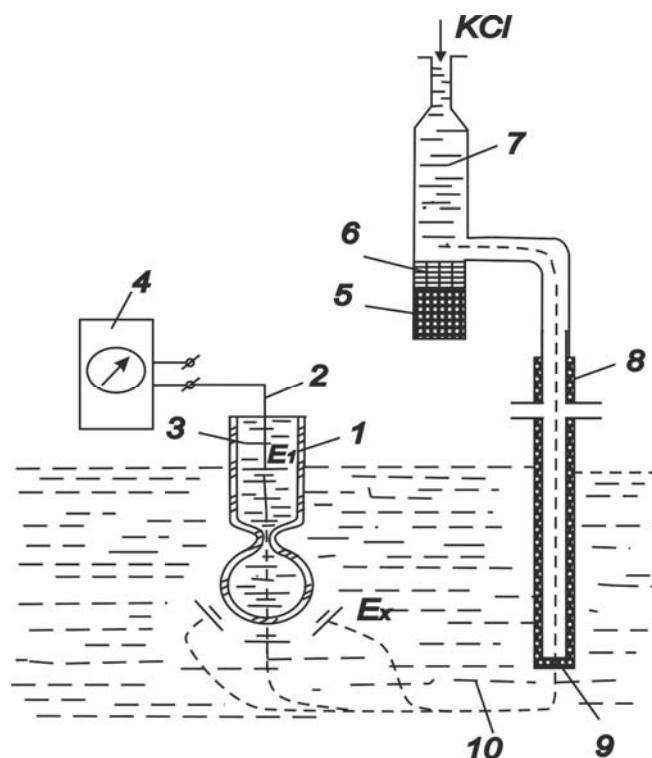
бу ерда R — универсал газ доимийси; T — эритманинг мутлоқ ҳарорати, °K; F - Фарадей сони.

(6.18) тенглама шуни кўрсатадики, шиша электроднинг ЭЮК эритманинг рН миқдорига ва унинг ҳароратига боғлиқ экан. Эритманинг ҳарорати ўзгармас бўлганида, шиша электроднинг ЭЮК фақат эритманинг рН миқдори функциясидан иборат бўлади. Бу тенгламага R, T ва F нинг сон қийматларини қўйиб, 20°C учун шиша электроднинг потенциали қийматини (В ҳисобида) топамиз.

$$E = -0,0581 \cdot pH. \quad (6.19)$$

6.23-расмда текширилаётган эритма 10 га туширилган шиша 1 ва каломел электродлар 7 дан фойдаланилган ҳолда эритманинг рН миқдорини ўлчаш схемаси кўрсатилган. Улардан ҳосил бўлган потенциаллар фарқи эритманинг рН миқдорига мутаносиб бўлиб, потенциометр 4 билан ўлчанади. Шиша

электрод шиша найчадан иборат бўлиб, учи электрод шишасидан ясалган юпқа деворли (0,1—0,2 мм) ичи кавак золдир кавшарлаб қўйилган. Золдирга рН миқдори маълум бўлган эритма 3 тўлдирилган бўлиб, эритмага эса кумуш хлорид қопланган контактли ёрдамчи электрод 2 ботирилган, у золдирнинг ички сиртида потенциаллар фарқини олиш учун хизмат қилади. Шиша электродларнинг хусусияти шундан иборатки, уларнинг ички электр қаршилиги жуда катта бўлиб, 20°С да 100—200 мОм га етади.



6.23-расм. Шиша ва каломел электродлари бўлган рН-метрнинг схемаси.

Каломел электрод 7 диэлектрикдан тайёрланган, ичига кимёвий тоза симоб 5 тўлдирилган бўлади. Унинг устида ёмон эрийдиган каломел пастасининг қатлами 6, тўйинтирилган калий хлорид эритмаси 8 жойлаштирилган. Электр контакт ҳосил қилиш учун кам ўтказадиган тўсиқ 9 ўрнатилган бўлиб, у орқали калий хлорид аста-секин сизиб ўтади ва бу билан текширилаётган эритмадан ёрдамчи электродга чет ионлар ўтиб қолишининг олдини олади. Шундай қилиб, шиша ва каломел электродлардан иборат рН-метрнинг электр занжири кетма-кет уланган элементлар қаторидан ташкил

топган бўлиб, уларнинг потенциали ўлчаш асбоби қайд этадиган йиғинди ЭЮК ни беради:

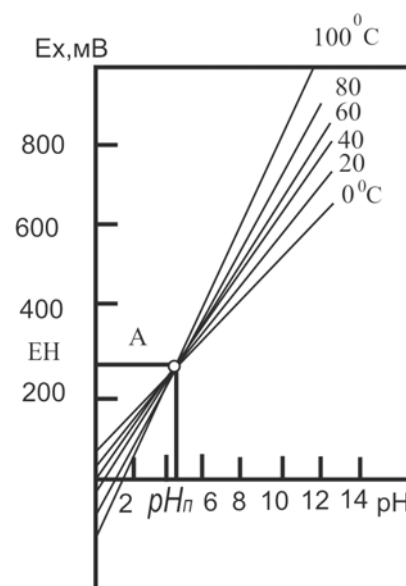
$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x, \quad (6.20)$$

бу ерда E_1 — қумуш хлорид қопланган контактли электрод билан хлорид кислота орасидаги потенциалнинг кескин ўзгариши; E_2 — хлорид кислота эритмаси билан шиша электрод золдирси ички юзаси ўртасидаги потенциалнинг ўзгариши; E_3 — симоб билан каломел ўртасидаги ёрдамчи электроддаги потенциалнинг ўзгариши; E_x — шиша электрод золдирси ташқи сирти билан текшириляётган эритма ўртасидаги потенциалнинг ўзгариши.

E_1 , E_2 ва E_3 катталиклар назорат қилинаётган эритманинг таркибига боғлиқ бўлмайди ва фақат ҳароратга қараб ўзгаради. Шиша электрод золдирсининг ташқи юзасида ҳосил бўладиган электр юритувчи куч E_x эритманинг рН миқдори ва температураси билан аниқланади ҳамда (6.18) тенглама билан ҳисобланиши мумкин. Бинобарин, рН-метр электр занжирининг йиғинди ЭЮК маълум ҳарорат учун текшириляётган эритмадаги водород ионлари активлигининг функциясидан иборатдир. Бу ЭЮК ни ўлчаб текшириляётган эритма учун рН катталикни топиш мумкин.

Назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгарганида шиша электроднинг электрод потенциали ўзгаради. Бунинг натижасида эритманинг турли ҳароратларидаги айнан бир хил катталикдаги рН ларга электрод тизимининг турли қийматлари мос келади.

6.24-расмда электрод тизими ЭЮК нинг назорат қилинаётган эритманинг турли ҳароратларидаги рН ларига боғлиқлик характери кўрсатилган. Эритманинг ҳарорати ортиши билан тизим тавсифининг тиклиги ошади. Изопотенциал нукта деб аталадиган А нуктада тўғри чизиқлар кесишади ва демак, электрод тизимининг ЭЮК эритманинг ҳароратига боғлиқ бўлмайди. Бу нуктада эритма



6.24 – расм. Электрод тизимининг температурга

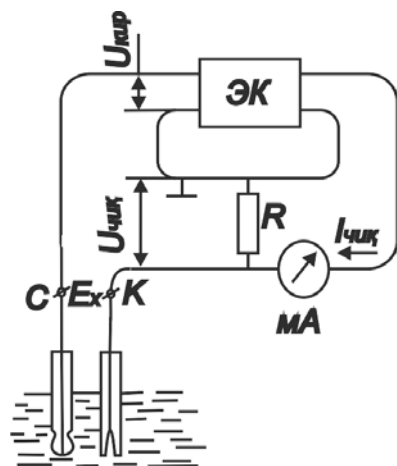
хароратининг шиша электрод ички ва ташқи потенциалларига таъсири ўзаро компенсацияланган. Изопотенциал нуқтанинг $E_{и}$ ва $pH_{п}$ билан белгиланган координаталари электрод тизимининг энг муҳим тавсифлари ҳисобланади, уларга pH - метрнинг ҳарорат компенсацияси схемасини ҳисоблашда амал қилинади.

Саноат pH - метрларида ўлчаш электроди ва ёрдамчи электрод битта корпусда жойлаштирилади ва сиғимларда ўрнатиладиган, ботириб қўйиладиган датчиклар тарзида ёки қувурларда ўрнатиладиган, оқар сувда турадиган датчик тарзида тайёрланади. pH занжирнинг ЭЮКини ўлчашда одатда кириш қаршилиги катта бўлган автоматик потенциометрлардан фойдаланилади, уларнинг шкаласи pH бирликларида даражаланади. Текшириладиган эритмаларнинг ҳарорати кенг чегараларда ўзгариб турганида ўлчаш тизимида эритма ҳароратларининг ўзгариб туришини автоматик компенсацияловчи қурилма бўлиши керак.

Асбобсозлик саноатида ишлаб чиқариладиган pH - метрларнинг энг кўп тарқалган турларига pH -201 ва pH -261 хиллари киради. Уларнинг ўлчаш ўзгарткичлари ўзгармас кучланиш бўйича $0—50$ мВ ва ток бўйича $0—5$ мА чиқиш сигналларига эга бўлади. Бу эса уларнинг автоматик потенциометрлар, назорат қилиш ва ростлаш қурилмалари билан биргаликда ишлашга имкон беради.

pH - метрнинг комплекти pH -201 эритмаларида водород ионлари активлигини ўлчаш, қайд этиш ҳамда ростлаш учун мўлжалланган. pH -метрга оқар сувда турадиган датчик — сезгир элемент ДМ-5М шиша ва кумуш хлорид қопланган электродлар билан, юқори частотали саноат ўзгарткичли П-201 ва ўзиёзар потенциометр КСП-2 киради.

Саноат ўзгарткичи П-201 pH ларни ўлчашда қўлланиладиган электрод тизимларининг сезгир



элементлари ЭЮК ни унификацияланган ўхшаш электр сигналларига ўзгартириш учун мўлжалланган. Ўзгарткич кўрсатувчи асбоб M1730 A (ёки M325) билан жиҳозланган. Ўзгарткич чиқиш токи бўйича манфий тескари алоқа билан қамраб олинган ўзгармас ток кучайтиргичидан иборат, бу эса катта чиқиш қаршиликлари олишга имкон беради. П-201 ўзгарткичи билан электрод тизимининг ЭЮК ини ўлчаш схемаси 6.25-расмда кўрсатилган. Электрод тизимининг ўлчанадиган ЭЮК E_x тескари ишорали $U_{чик}$ кучланиш билан таққосланадн. Бу кучланиш резистор R дан кучайтиргичнинг чиқиш токи $I_{чик}$ ўтаётганида кучланиш тушуви натижасида ҳосил бўлади. Бинобарин, электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига $U_{кир} = E_x - U_{чик}$ кучланишлар айирмаси берилади; бу ерда,н

$$E_{\Sigma} = U_{чик} + U_{кир}.$$

Электрон кучайтиргичнинг кучайтириш коэффиценти (у кучайтиргич чиқиш кучланишининг кириш кучланиши нисбатига тенг) қиймати анча катта бўлганида $U_{чик} \gg U_{кир}$ бўлади, шунинг учун $U_{кир}$ нинг қийматини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. У ҳолда

$$E_{\Sigma} = U_{чик} = I_{чик} \cdot R.$$

Шундай қилиб, резистор орқали ўтаётган ток кучи амалда электрод тизимида ҳосил бўладиган ЭЮК га мутаносиб бўлади. Унинг катталигини ўлчаб, E_x нинг ва бинобарин, эритма рН миқдорини аниқлаш мумкин.

Ўзгарткичда ўлчаш чегаралари 10 дан 100 мВ гача бўлган ўзиёзар потенциометрларни улаш учун кучланиш ва ток бўйича чиқишлари бор. Ҳарорат компенсацияси 0 дан 100°C гача. Сезгир элементдан ўзгарткичгача йўл қўйиладиган энг катта масофа 150 м. Чиқиш сигналлари ўзгармас ток бўйича 0—5 мА; ўзгармас ток кучланиши бўйича 0 дан (10—100) мВ гача. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 10 с. рН-201 асбобида рН сонларини ўлчашнинг беш чегараси бор: 1; 2,5; 5; 10; 15. Электр чиқиш сигналлари бўйича асосий хатолик $\pm 1\%$. кўрсатувчи асбоб бўйича $\pm 2\%$.

Суюқлик таркибини таҳлил қилишнинг оптик усули

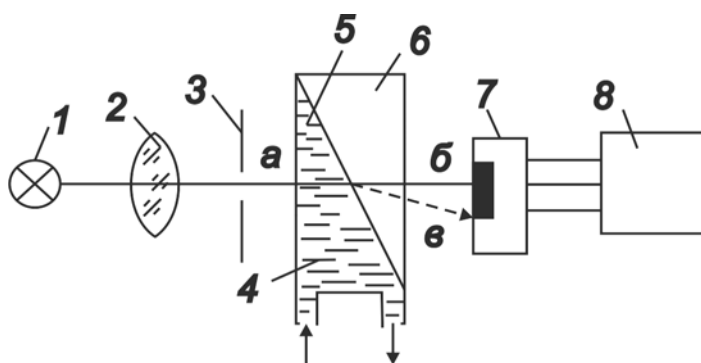
Оптик анализаторларда таҳлил қилинаётган суюқлик таркиби билан шу суюқлик орқали ёруғликнинг тарқалиш қонунлари ўртасидаги боғланишдан фойдаланилади. Эритмаларни таҳлил қилишнинг оптик усуллари суюқликлар оптик хоссаларининг синдириш ва қайтариш коэффиценти, оптик зичлиги, қутбланиш бурчаги ва бошқа кўрсаткичларнинг текширилаётган модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Энг кўп тарқалган оптик анализаторларга фотоэлектрик рефрактометрлар, фотоэлектрик калориметрлар, фотоэлектрик нефелометрлар ва фотоэлектрик поляриметрлар киради.

Рефрактометрларда таҳлил ёруғликнинг бир муҳитдан иккинчи бир муҳитга ўтишида (бу муҳитларнинг оптик хоссалари турлича бўлганлиги сабабли) ўз йўналишини ўзгартириш хусусиятларидан фойдаланилади. Агар муҳитлардан бирининг оптик хоссаси ўзгармасдан қолса (эталон муҳит), иккинчисининг хоссаси эса суюқликдаги компонентларнинг ўзгариши бўйича бу компонентнинг концентрациясини ўлчаш мумкин.

Ёруғлик нурунинг четга чиқишини (синиш кўрсаткичини) аниқлашнинг бир нечта усули мавжуд бўлиб, улардан асосийлари спектрометрик ва тўла ички қайтариш усулларидир.

Спектрометрик усул ёруғлик оқимининг назорат қилинаётган шиша призмаларда энг кам четга чиқиш бурчаги бўйича ёруғликнинг синиш кўрсаткичини аниқлашга асосланган.

6.26- расмда автоматик рефрактометрнинг принципиал схемаси кўрсатилган бўлиб, унда таҳлил қилинаётган эритма икки кювет 4 ва 6 дан иборат дифференциал кювет орқали ўтказилади. Ҳар икки кювет умумий деворча 5 га эга призмадан иборат. Кювет 4 орқали таҳлил қилинаётган эритма ўтказилади, кювет 6 да эса эталон суюқлик туради.



Ёруғлик манба 1 дан линза 2 ва диафрагма 3 ёрдамида ёруғлик полосаси а га ўзгаради, у иккала кюветдан ўтиб, қўшалок

фоторезистор 7 га тушади. Агар 4 ва 6 кюветлардаги суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлса, чиқаётган ёруғлик оқим б нинг йўналиши ёруғлик оқими а нинг йўналиши билан бир хил бўлади. Бу ҳолда ҳар икки фоторезистор бир хилда ёритилган ва уларнинг қаршиликлари тенг бўлади.

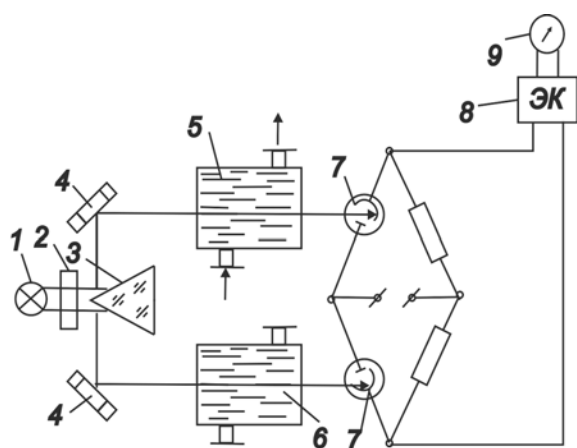
Таҳлил қилинаётган суюқликнинг оптик хоссалари ўзгарганида ёруғлик оқими ўз йўналишини икки марта ўзгартиради: эталон кювет 6 га киришда ва ундан чиқишда. Нурнинг в йўналишда силжиши натижасида пастки резисторнинг ёритилганлиги ошади, юқориги фоторезисторники эса камаёди. Фоторезисторлар қаршилигининг ўзгариши кўприк схема ёрдамида ўлчанади.

Яна бир кенг тарқалган турларидан бири атоматик рефрактометрлар бўлиб, уларнинг ишлаши тўла ички қайтариш ҳодисасига асосланган.

Рефрактометрлар бензин, керосин, хлорид ва нитрат кислоталари, спиртлар ва бошқа суюқликларни таҳлил қилишда қўлланилади. Баъзи рефрактометрлар кюветининг тузилиши улардан агрессив, захарли, полимерланадиган ва юқори ҳароратли муҳитларни таҳлил қилишда фойдаланишга имкон беради. Микдор жиҳатдан таҳлил қилишнинг калориметрик усули ранг қўшилган эритмаларнинг улардан ўтадиган ёруғлик оқимини бир хилда ютмаслигига асосланган. Микдорий нисбатлар Ламберт-Бер қонунига мувофиқ аниқланади.

Фотоэлектрик калориметрлар спектрнинг кўринадиган қисмида ишлаш учун мўлжалланган. Концентрацияни ўлчаш таҳлил қилинаётган модданинг бўйлиш жадаллиги бўйича бажарилади, асбобнинг номи ҳам шундан олинган («колор» — ранг дегани). Одатда фотокалориметрлар спектрнинг кенг соҳасида ишлайди, шунинг учун уларда нурланиш манбалари сифатида чўғланиш лампаларидан фойдаланилади. Ўлчаш сезгирлиги ва танланишини ошириш учун фотокалориметрларда ёруғлик филтрларидан кенг фойдаланилади. Ёруғлик оқимларининг жадаллигини қайд этиш учун қабул қилгичлар сифатида турли фотоэлементлар, фотоқаршиликлар ва фотоқўпайтиргичлардан фойдаланилади.

Автоматик фотокалориметрларда одатда икки каналли (дифференциал) схемалар қўлланилади. Бу схемалар ёруғлик манбаидаги ўзгаришларга сезгир эмас, чунки уларда ўлчаш ишлари таққослаш усулида бажарилади. Икки каналли калориметрларда (6.27- расм) икки фотоэлементнинг фототоклари таққосланади; фототоклардан бирининг катталиги назорат қилинаётган эритма орқали ўтаётган ёруғлик оқимиға, иккинчи фототокнинг катталиги эса эталон эритмадан ўтган ёруғлик оқимиға мутоносиб бўлади.



6.27 – расм. Икки каналли фотокалориметрнинг схемаси:

- 1 – ёруғлик манбаи; 2 – ёруғлик фильтри;
- 3 – призма; 4 – кўзгу; 5 – ўлчаш

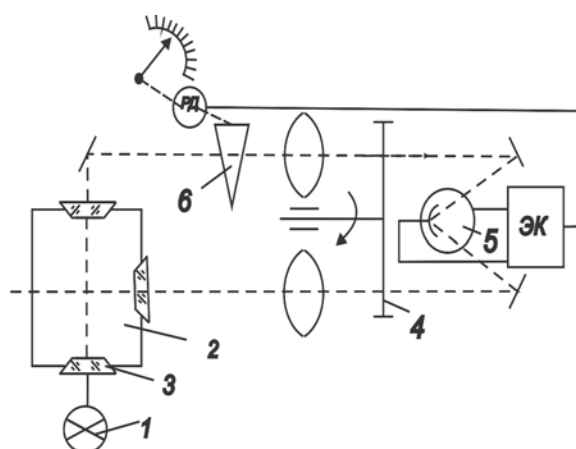
Эталон ва текширилаётган суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлган ҳолларда ҳар икки фотоэлементнинг ёритилганлиги бир хил бўлади ва кўприк диагоналида ток бўлмайди. Агар текширилаётган суюқлик эталон суюқликниқидан фарқ қиладиган концентрацияға эға бўлса (кучли ёки кучсиз бўялган бўлса), у ҳолда кўприкнинг диагоналида ток пайдо бўлиб, унинг катталиги концентрацияға функционал боғлиқ бўлади.

Оптик қисмининг нисбатан мураккаблиги ва схема элементлари спектрал тавсифларининг ўлчаш натижаларига таъсир қилиши бу асбобларнинг камчилиги ҳисобланади. Бундай асбобларнинг хатолиги кювет дарчаларининг ва нурлар йўлидаги бошқа элементларнинг бир хилда ифлосланмаслиги туфайли катта бўлади.

Суюқликда эрима қолган муаллақ зарралар концентрациясини назорат қилиш учун лойқа муҳитларда ёруғликнинг сочилишиға асосланган усуллар қўлланилади. Агар лойқа муҳит орқали ёруғлик оқими ўтказилса, у ҳолда унинг бир қисми суюқликдаги зарралар орқали сочилади. Назорат қилинаётган суюқликда муаллақ зарралар концентрацияси қанча юқори бўлса, ёруғлик оқимининг шунча катта қисми сочилади. Бу ерда, назорат қилинаётган суюқлик

орқали ўтаётган ёруғлик оқими жадаллигининг кучсизланиши ҳам (турбидиметрик ўлчаш), ёруғлик оқимининг сочилиш жадаллиги ҳам (нефелометрик ўлчаш) концентрация ўлчови бўлиши мумкин.

Икки оптик канали бор нефелометрнинг принципаал схемаси 6.28- расмда кўрсатилган. Ёруғлик оқими манба 1 дан чиқиб, шиша дарчалар 3 билан жиҳозланган ўлчаш камераси 2 орқали ўтади. Камера 2 орқали ўтган ёруғлик оқими такқослаш каналига йўналади, сочилган ёруғлик оқими эса ўлчаш каналига йўналади.



6.28 – расм. Нефелометрнинг принципаал схемаси.

Ҳар икки оқим обтюратор 4 ёрдамида навбатма - навбат фотоэлемент 5 га тушади. Сочилган ёруғлик оқими билан такқослаш оқими ўртасидаги фарқ (айирма) муаллақ зарралар концентрациясига боғлиқ бўлади. Нефелометрларда ёруғлик оқимларининг компенсацияланиш принциpidан фойдаланилади, бунинг учун уларнинг нотенглиги мавжуд бўлганида электрон кучайтиргич чиқишига уланган реверсив двигател РД асбоб стрелкасини оптик пона 6 сари силжитиб, ёруғлик оқимларини тенглаштиради.

Нефелометрлар асосан эмулсияларни таҳлил қилишда ва қисман оқова сувлардаги нефт маҳсулотлари миқдорини таҳлил қилишда ишлатилади.

Турбидиметрик анализаторлар ичимлик ва оқова сувларнинг лойқалигини, тиндиргичлар ва технологик ускуналардаги шлам сатҳини, суспензиялардаги зарралар концентрациясини ўлчашда қўлланилади. Турбидиметрик анализаторлар сув лойқалигини ўлчайдиган О—3 дан 0—500 мГ/л гача ўлчаш чегарасига эга, ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$ дан ошмайди.

Концентрацияни аниқлашнинг поляриметрик усули баъзи оптик жиҳатдан актив моддаларнинг улардан ўтаётган қутбланган ёруғликнинг қутблантириш текислигини айлантириш хоссасидан фойдаланишга асосланган.

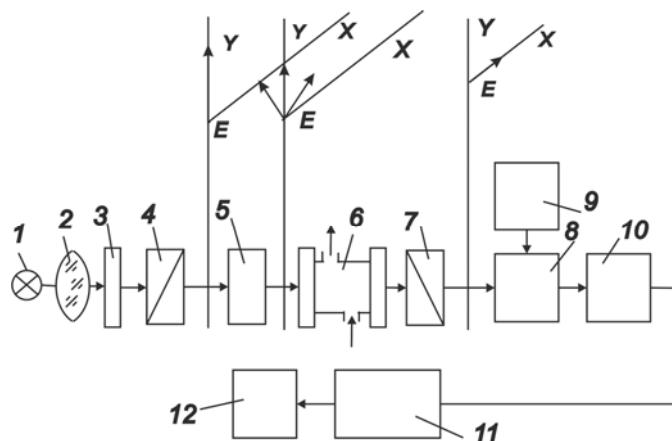
Оптик жихатдан актив моддалари бор эритмалар кутбланиш учун кутбланиш текислигини айлантириш бурчаги α эритма қалинлиги бир хил турганида шу эритма қатламига мутаносиб бўлади:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot l \cdot c, \quad (6.21)$$

бу ерда α_0 —кутбланиш текислигининг кутбланган ёруғлик ҳароратиға, унинг тўлқин узунлигиға боғлиқ бўлган солиштирма айланиши; l — қатлам қалинлиги; c — эритманинг концентрацияси.

Шундай қилиб, α_0 нинг қийматини билган ҳолда, l ни ўлчанган қиймати бўйича концентрация c ни аниқлаш мумкин.

6.29- расмда автоматик поляриметрнинг принципиал схемаси келтирилган. Ёруғлик нурлари манба 1 дан чиқиб линза 2 ёрдамида параллел тутамга яқинроқ ёруғлик тутамиға айлантирилгач, интерференцион филтр 3 дан ўтиб, монохроматик бўлиб қолади. Поляризатор 4 бу нурланишни азимути маълум кутбланган чизиқли нурланишға айлантиради. Модулятор 5 (масалан Фарадей ячейкаси) кутбланиш азимутини f частота билан ўрта вазиятдан бир хилдаги катталиқка ўзгартиради. Анализатор 7 кутбланиш азимутининг ўртача вазиятиға нисбатан 90° бурчак ҳосил қилиб ўрнатилган (айқаш вазият) бўлиб, фото қабул қилгич 8 га кутбланиш азимути ўзгаришининг кўшалок частотаси ($2f$) га тенг модуляцияли амплитуда билан киради. Фото қабул қилгич таъминлаш блоки 9 дан ишлайди ва нурланишни электр сигналиға ўзгартиради.



6.29 – расм. Автоматик поляриметрнинг схемаси.

Агар модулятор билан анализатор ўртасига оптик жихатдан актив объект 6 жойлаштирилса, у ҳолда кутбланиш азимути ўртача вазиятдан маълум бурчак α га ўзгаради ва фото қабул қилгичға f частотали нурланиш киради. f частотали электр сигнал электрон кучайтиргич 10 да номувофиқлик сигнаlinesи ҳосил

қилади, бу сигнал анализатор билан бикр алоқага эга бўлган ижро механизми 11 га келади. Номувофиклик сигналининг фазасига қараб, ижро механизм анализаторнинг тизимини оптик ўқи атрофида у ёки бу томонга буради. Бу ҳол то айқаш вазият яна қарор топганига қадар давом этади ва анализатордан кейин нурланиш частотаси $2f$ га тенг бўлмай қолади.

Анализаторнинг бурилиш бурчаги қутбланиш азимутининг оптик жиҳатдан актив объект билан бирга айланиш бурчагига тенг бўлади. Ўлчаш натижалари анализатор билан ижро механизми оркали боғланган санок қурилмаси 12 да қайд этилади.

Қутбланиш-оптик усуллар амалда инерциясиз бўлиб, юқори аниқликка эгадир.

Автоматик титрлаш

Титрлаш — эритмаларни миқдорий таҳлил қилишнинг кенг тарқалган универсал усулларида бўлиб, завод лабораторияларида бажарилган таҳлилларнинг асосий қисми шу усулга тўғри келади. Автоматик титрлаш учун асбоблар (автоматик титрометрлар)нинг қўлланилиши таҳлиллар ўтказиш тезлигини кескин оширади, кўпгина ҳолларда уларнинг аниқлигини орттиради, кўп сонли лаборантлар-аналитикларни камайтиради.

Эритмада бошқа компонентлар билан турган, табиати маълум бўлган модда А нинг концентрациясини аниқлаш **титрлаш** деб аталади. Бунинг учун махсус реагент В танланади, уни титрловчи модда (титрант) деб аталади, у қуйидаги схема бўйича таҳлил қилинаётган аралашманинг маълум компоненти га танлаб реакция кўрсатади:



бу ерда, M ва N — титрлаш реакциясининг маҳсулотлари.

Титрловчи модда В ни намунадаги модда А нинг ҳаммаси реакцияга кирмаганига қадар қўшилади. Бу ерда, титрловчи модда миқдори Q_B бошланғич намунадаги титрланаётган модданинг миқдори Q_A га эквивалент бўлади.

$$Q_A = K_p \cdot Q_B, \quad (6.23)$$

бу ерда K_p — титрлаш реакцияларининг стехиометрик коэффициентлари.

Титрланадиган модда миқдори

$$Q_A = C_A \cdot Q_{np} , \quad (6.24)$$

бу ерда C_A — таҳлил қилинаётган аралашмадаги модда A нинг концентрацияси; $Q_{np} = const$ — бошланғич намуна миқдори.

Титрловчи модданинг эквивалент миқдори

$$Q_B = C_B \cdot V_B , \quad (6.25)$$

бу ерда C_B — титрловчи модданинг концентрацияси; V_B — титрловчи модданинг эквивалент ҳажми.

Q_A ва Q_B нинг миқдорларини (6.23) тенгламага қўйиб, изланадиган концентрация C_A нинг титрловчи модданинг эквивалент ҳажмига боғлиқлигини ҳосил қиламиз:

$$C_A = K_\tau \cdot V_B , \quad (6.26)$$

бу ерда,

$$K_\tau = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_{np}} = const .$$

Шундай қилиб, титрлашда намунадаги компонентнинг аниқланадиган концентрациясининг ўлчови титрловчи модданинг эквивалент ҳажмидан иборат бўлади.

Титрлаш реакцияларининг боришини назорат қилиш учун ишлатиладиган асбобларнинг ишлаш принципига қараб титрлашнинг қуйидаги хиллари бўлади: кондуктометрик, потенциометрик, амперометрик ва фотометрик.

Титрлаш жараёни дискрет (даврий) ва узлуксиз бўлиши мумкин. Даврий титрлашда таҳлил қилинаётган модданинг алоҳида намунаси (дозаси) таҳлил қилинади. Узлуксиз титрлашда таҳлил қилинаётган модданинг сарф бўйича стабиллашган оқими таҳлил қилинади, бу модда узлуксиз ишловчи реакторга кириб туради. Узлуксиз титрлашда титрловчи модданинг эквивалент сарфи аниқланадиган компонентнинг ўлчови бўлади, яъни

$$C_A = K_T^1 \cdot q_B^{\text{ЭКВ}} , \quad (6.27)$$

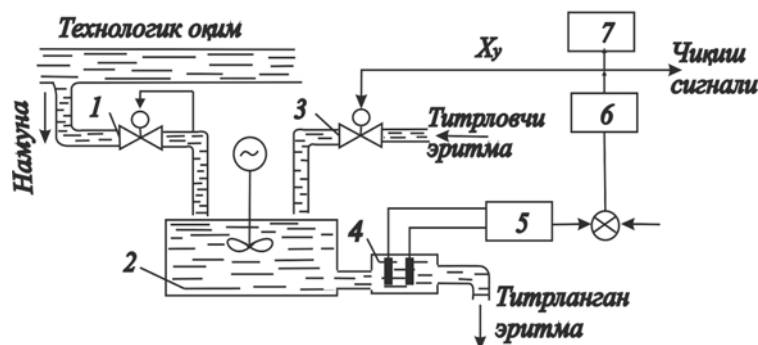
бу ерда,

$$K_T^1 = \frac{K_p \cdot C_B}{q_A} = const;$$

$q_A = \text{const}$ — таҳлил қилинаётган модда A оқимининг сарфи; $q_B^{\text{экв}}$ — титрловчи модда B нинг эквивалент сарфи.

Автоматик титрлаш усули билан таҳлилларни автоматик тарзда бажариш учун мўлжалланган асбоблар титрометрлар деб аталади. Вазифасига кўра автоматик титрометрлар лаборатория ва ишлаб чиқариш титрометрларига бўлинади. Лаборатория титрометрлари ярим автоматик асбоблардир, чунки титрлаш циклининг барча тайёргарлик ва ёрдамчи операциялари қўлда бажарилади. Ишлаб чиқаришдаги автоматик титрометрлар саноат шароитида технологик жараёнларни узлуксиз циклик ёки узлуксиз автоматик тарзда таҳлил қилиш учун мўлжалланган.

Узлуксиз ишлайдиган автоматик титрометрнинг принципаал схемаси 6.30-расмда кўрсатилган.



6.30 – расм. Узлуксиз автоматик титрометрнинг схемаси.

Назорат қилинаётган технологик оқимдан намуна олинади, у сарф стабилизатори 1 орқали аралаштиргич 2 га узлуксиз тушиб туради. Бу ерга титрловчи эритма тушади, унинг сарфини ростловчи орган 3 (масалан, юқори аниқликдаги дозловчи насос) билан аниқланади. Намуна ва титрловчи эритма оқимлари узлуксиз равишда аралашиб ва ўзаро реакцияга киришиб туради. Агад аралаштиргичга вақт бирлиги ичида тушиб турган титрловчи эритма миқдори худди шу вақт ичида намуна билан бирга тушиб турган титрловчи модда миқдorigа эквивалент бўлса, у ҳолда реакцияга кирган аралашма

титрлашнинг охирги нуқтасига мос келади. Акс ҳолда титрлаб бўлинган аралашмада моддалардан бирининг миқдори ортиқча бўлади.

Аралашмадаги титрловчи эритма билан титрловчи модданинг миқдорлари нисбати ёрдамчи автоматик конденсатор 5 ва бирламчи ўзгарткич 4 ёрдамида назорат қилиб турилади. Датчикнинг чиқиш сигнали Z титрлашнинг охирги нуқтасига мос келадиган Z_T нинг берилган қиймати билан таққосланади. Улар тенг бўлганида титрловчи эритма сарфи ўзгармайди ва намунанинг назорат қилинаётган компонентининг концентрациясини характерлайди. Акс ҳолда номувофиклик сигнали ростлагич 6 ёрдамида маълум қонун бўйича ўзгартириладиган номувофиклик сигнали ростловчи орган 3 га берилади ва бу орган берилаётган титрловчи эритма миқдорини ўзгартиради. Ростловчи орган 3 нинг тавсифи чизиқли бўлганида титрловчи эритма сарфи бошқарувчи сигнал X_y га мутаносиб бўлади. Бинобарин, X_y нинг катталигини қайд этувчи иккиламчи асбоб аниқланаётган модда концентрациясининг бирликларида даражалаш мумкин.

Баъзи ҳолларда узлуксиз автоматик титрометрнинг тузилишини намуна ва титрловчи эритмаларнинг оқимларини стабиллаш йўли билан соддалаштириш мумкин. Агар бу ерда, характеристик параметрнинг ўзгариши назорат қилинаётган компонентнинг чизиқли функциясидан иборат бўлса, у ҳолда бундай асбобдан автоматик ростлаш тизимининг датчики сифатида фойдаланиш мумкин.

Таҳлил қилишнинг радиоизотоп усули

Радиоизотоп усулнинг асосий афзаллиги — контактсиз ўлчашдир. Бу агрессив қовушоқ суюқликларни, шунингдек ҳарорати ва босими юқори суюқликларни таҳлил қилишни осонлаштиради. Радиоизотоп анализаторларда одатда β ва j юмшоқ нурланишлардан фойдаланилади. Энергияси тахминан 100—150 кэВ бўлган j -нурланиш юмшоқ нурланиш ҳисобланади.

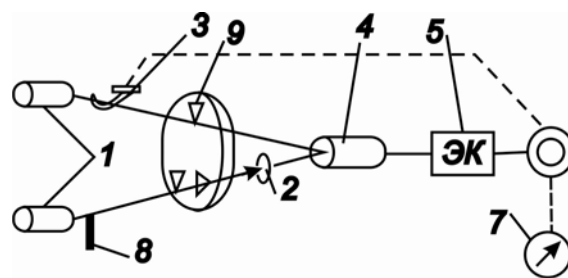
Суюқликнинг зичлиги ρ ва қатлами қалинлиги x ни билган ҳолда ва энергетик жиҳатдан бир жинсли бўлган J - нурлар тутамининг жадаллиги i ни ўлчаб, изланаётган компонент C_A нинг масса улушини аниқлаш мумкин:

$$C_A = \frac{i_n \cdot j_0 / j}{\rho \cdot x(\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B})} - \frac{\mu_{\Phi}}{\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B}}, \quad (6.28)$$

бу ерда j_0 — қатлам сиртидаги J нурланишининг жадаллиги; μ_{Φ} — юмишқ J нурлар заифлашувининг фотоэлектрик массавий коэффициент; $\mu_{\Phi A}$ — таҳлил қилинаётган муҳитда оғир элементлар заифлашувининг ўртача коэффициенти; $\mu_{\Phi B}$ — таҳлил қилинаётган муҳитда енгил элементлар заифлашувининг ўртача коэффициенти.

Бу усул нефт маҳсулотларида олтингугуртни, хлорли органик суюқликларда хлорни ва ҳоказоларни аниқлашда қўлланилади.

Радиоизотопли автоматик компенсацион суюқлик анализаторининг функционал схемаси 6.31-расмда келтирилган. Икки манбадан чиққан нурланиш (Fe^{55} изотоплар) обтюратор 9 билан узилганидан кейин, асбобнинг иш ва таққослаш каналларидан узилганидан кейин навбатма-навбат ўтади. Иш



6.31 расм. Радиоизотопли автоматик компенсацион анализаторининг функционал

каналида назорат қилинаётган оқар суюқликли кювет 2, таққослаш каналида эса компенсацион полиэтилен пона 3 жойлашган. Тенг даражада кучсизлашган оқимлар битта сцинтилляцион детектор 4 — фотоэлектрон кўпайтиргич ФЭК га киради. ФЭК нинг чиқишидаги кучланиш импульслари электрон кучайтиргич 5 га келиб, бу ерда қуввати ва амплитудаси бўйича кучайтирилади ва қўшилади. Кучайтиргич чиқишидаги сигналнинг катталиги ва фазаси J_p — J_t айирманинг катталиги ва ишораси билан аниқланади, бу ерда J_p ва J_t — тегишлича иш ва таққослаш каналларидан ўтган нурланиш оқимларининг жадаллиги. Сигнал кучайтиргич 5 дан компенсацион пона 3 ва ўлчаш асбоби 7 билан кинематик боғланган реверсив двигател 6 га тушади. Сигналнинг фазасига қараб реверсив двигател ҳар икки каналдаги оқимларнинг жадаллиги бир хил бўлмаганига қадар понани суради; бу ерда, сигнал нолга тенг бўлади. Компенсацион понанинг вазияти таҳлил қилинаётган муҳитнинг концентрациясининг ўлчови бўлади. Шкаланинг нол нуқтаси заслонка 8 билан ўрнатилади. Шкаланинг

ўлчов чегараси компенсацион понанинг йўлини ўзгартириш билан амалга оширилади.

Суюқлик анализаторларида β -нурланишдан фойдаланилганда ўлчашнинг икки усули — суюқликнинг β -нурланиш тутамини сусайтириш ва унинг қайтарилиши қўлланилиши мумкин. Биринчи усул таҳлил қилинаётган муҳитдан ўтган β - нурланиш жадаллигини ўлчашга, иккинчи усул таҳлил қилинаётган муҳит қайтарган β -нурланиш жадаллигини ўлчашга асосланган. Иккинчи усулда радиоактив манба ва нурланиш детектори нурланиш бевосита детекторга тушмайдиган қилиб ўрнатилади.

β ва j - нурланишлардан фойдаланиш учта ва ундан ортиқ компонентли суюқликлар таркибини таҳлил қиладиган анализаторлар яратишга ҳам имкон беради .Уч компонентли суюқликларни таҳлил қилиш учун, масалан β - зарралар тутамларининг заифланиш ва қайтарилиш коэффициентларини айтиб бир вақтда ўлчашдан фойдаланиш мумкин, чунки бу самаралар энергиялари етарли даражада турлича бўлган юмшоқ j - нурланиш тутамларининг таркибига турлича даражада боғлиқ бўлади.

6.4-§. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Моддаларнинг зичлиги технологик маҳсулотнинг сифатини баъзи ҳолларда эса таркибини ҳам характерловчи асосий параметрлардан ҳисобланади. Зичликни автоматик ўлчаш асбоблари кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларидаги бир қатор жараёнларни автоматлаштиришдаги муҳим воситалардан ҳисобланади. Масалан, буғлатувчи қурилмалар, абсорбер, дистилляцион, ректификацион ва бошқа ускуналарни назорат қилиш ҳамда бошқаришда зичликларни узлуксиз ўлчаб турилишини талаб қилади. Баъзи ишлаб чиқаришда суюқликларнинг зичлиги эриган модда концентрациясини аниқлаш мақсадида ўлчанади.

Модда массасининг ҳажмига нисбати *зичлик* дейилади, яъни

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (6.29)$$

бу ерда ρ — зичлик, $\text{кг}/\text{м}^3$; m — модданинг массаси, кг ; V — модданинг ҳажми, м^3 .

Суюқликнинг зичлиги ҳароратга боғлиқ ва нормал (20°C) ҳароратда қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

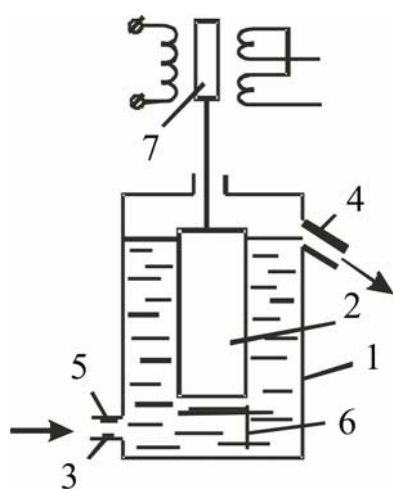
$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)], \quad (6.30)$$

бу еда ρ_t —суюқликнинг *иш ҳароратидаги зичлиги*, $\text{кг}/\text{м}^3$; β —суюқлик ҳажмий иссиқлик кенгайишининг ўртача коэффициент, $1/^{\circ}\text{C}$; t —суюқликнинг ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$.

Саноатда суюқликнинг зичлигини ўлчаш учун қалқовичли, вазнли, гидростатик ва радиоизотопли зичлик ўлчагичлар кўп қўлланилади.

Қалқовичли зичлик ўлчаш асбоблари

Қалқовичли зичлик ўлчагичларда Архимеднинг қалқовичга таъсир этувчи итариб чиқарувчи кучининг суюқлик зичлигига боғлиқлигидан фойдаланилади. Бу асбоблар сузиб юрувчи ва батамом чўкадиган қалқовичли бўлади. Биринчи тур асбобларда зичликни ўлчаш қиймати қалқовичнинг чўкиш чуқурлигига боғлиқ бўлади. Иккинчи тур асбобларда қалқовични чўкиш чуқурлиги ўзгармайди. Фақат унинг итаруви кучи ўлчанади, бу куч эса суюқликнинг зичлигига мутаносиб бўлади.



6.32 – расм. Сузиб юрувчи қалқовичли зичлик ўлчагичнинг

Биринчи тур зичлик ўлчагичларда қалқовичнинг оғирлик кучи қалқовичга зичлиги ρ бўлган, текшириладиган муҳит томонидан ҳам суюқлик юзасида бўлган зичлиги ρ_0 бўлган муҳит томонидан (6.32- расмга қаранг) таъсир этадиган итарувчи куч билан мувозанатлашади. Қалқович мувозанатда турганида итарувчи куч қалқовичнинг оғирлик кучига тенг бўлади. Бу ерда, текширилаётган муҳит зичлигининг ҳар бир қийматига қалқовичнинг маълум ботиш чуқурлиги мос келади. Ихтиёрий шаклдаги қалқовичга таъсир этувчи итарувчи куч Архимед қонунига кўра аниқланади:

$$F_x = \rho_0 g \int_{h-x}^h S(x) dx + \rho g \int_0^x S(x) dx, \quad (6.31)$$

бу ерда ρ_0 —суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги; g —эркин тушиш тезланиши;

ρ — қалқовичнинг пастки қисми ботирилган суюқликнинг зичлиги; S — қалқович кесимининг юзи,

h — қалқовичнинг баландлиги; x — қалқовичнинг суюқликка ботиш сатҳи.

Ўзгармас кесимли қалқович учун

$$F_{(x)} = \rho_0 g S h + (\rho - \rho_0) g S X. \quad (6.32)$$

Агар суюқлик устида ҳаво бўлса, у ҳолда $p_0 = 0$. Унда умумий ҳолда

$$F_{(x)} = \rho \cdot g \int_0^x S_{(x)} dx. \quad (6.33)$$

Ўзгармас кесимли қалқович учун итарувчи куч ифодаси қўйидаги кўринишда бўлади

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x. \quad (6.34)$$

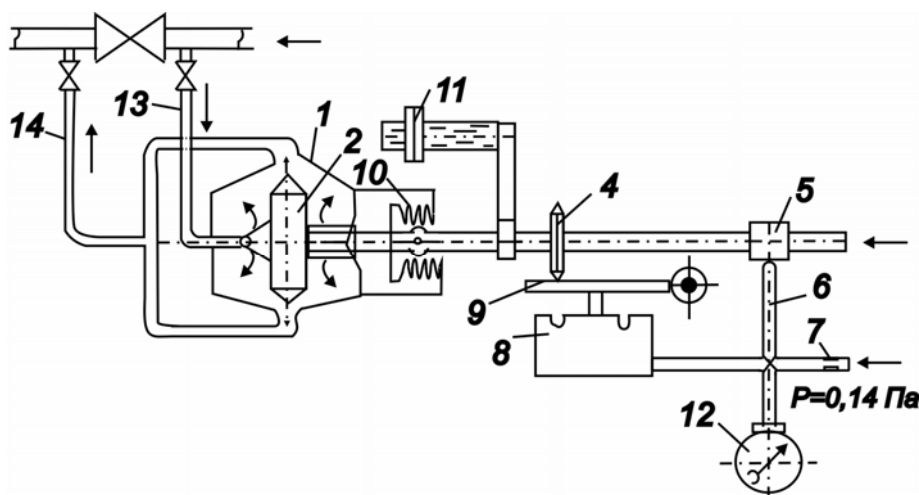
6.32- расмда сузиб юрувчи қалқовичли зичлик ўлчаш асбобининг принципиал схемаси кўрсатилган. Асбоб қалқович 2, ўлчаш идиши 1 дан иборат. Суюқлик асбобга тарнов 3 орқали келиб, тарнов 4 орқали чиқиб кетади. Оқимнинг тезлиги доимий кесимли дроссел 5 ёрдамида аниқланади. Пластиналар 6 қалқовични уюрмалардан сақлайди.

Суюқлик зичлигининг ўзгариши қалқович ва у билан боғлиқ бўлган ўзак 7 нинг силжишига олиб келади. Ўзак дифференциал - трансформатор ўзгарткич ғалтагида силжийди. Иккиламчи (кўрсатувчи ёки қайд қилувчи) асбоб зичлик бирлигида даражаланади. Ҳароратнинг компенсацияси иккиламчи асбобнинг ўлчаш схемасига уланган қаршилик термометри ёрдамида амалга оширилади. Зичлик ўлчагичлар коррозияга чидамли материаллардан тайёрланиб, агрессив суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилиши мумкин.

Ораликдаги ўзгарткичнинг турига қараб зичлик ўлчагич электрик ёки пневматик унификацияланган чиқиш сигналига эга бўлиши мумкин.

6.33- расмда қалқовичи батамом чўкадиган зичлик ўлчагичнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Бу асбобда пневматик ўзгарткич ишлатилган. Вентил ёки бошқа торайтириш қурилмаси ҳосил қилган босимнинг пасайиши таъсирида суюқлик қувур 13 дан ҳалқа тақсимлагич орқали ўлчаш камераси 1 га келади ва чиқарма қувурчалар ёрдамида қувур 14 дан асосий қувурга

узатилади. Суюқликнинг бундай йўналиши оқим тезлигининг қалқович 2 га кўрсатилган таъсирини йўқотади. Қалқович золдироподшипникда турган ва силфон 10 дан ўтадиган коромисло учига ўрнатилган. Коромисло посанги 11 орқали мувозанатлашади. Посанги шундай ростланганки, қалқович энг кичик зичликка эга бўлган (ўлчаш асбобининг пастки чегараси) суюқликда пастга силжий бошлайди. Зичлик кўпайиши билан қалқович кўпаяувчи, итарувчи куч таъсирида кўтарилади ва тизимдаги мувозанат бузилади.



6.33 – расм. Чўкадиган қалқовичли пневматик ўзгарткичли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

Пневматик ўзгарткич ёрдамида мувозанат қайтадан тикланади. Бунинг учун асбобга филтр, редуктор ва дроссел 7 орқали ҳаво узлуксиз келиб туради ва сопло 6 билан коромисло 3 учига ўрнатилган тўсиқ 5 оралиғидан атмосферага чиқиб кетади. Қалқович кўтарилганда, тўсиқ сопло томон силжийди, натижада соплодан сиқилган ҳавонинг атмосферага чиқиши камаяди ва мембранали кучайтиргич 8 да ҳаво босими ошади. Бу ерда, мембранадан итарувчи рычаг 9 га узатиладиган куч ошади ва ролик 4 орқали коромислонинг ўнг учи юқорига кўтарилади, натижада тўсиқ соплодан узоқлашади. Мембранага таъсир этган ҳаво босими қалқовичнинг итарувчи кучига мутаносиб бўлиб, суюқлик зичлигининг ўлчови ҳисобланади ва иккиламчи асбоб 12 орқали ўлчанади. Ўлчашнинг пастки чегараси (50 кг/м^3) ростлагич посангиси 11 ни силжитиш йўли билан ростланади. Ўлчашнинг юқориги чегараси қалқович ҳамда мембрана габаритларига ёки уларнинг

коромисло ўқиға нисбатан бурилиш масофасига боғлиқ. Асбобдан ўтган ҳаво сарфи ўзгармас кесимли дроссел 7 ёрдамида амалга оширилади.

Батамом чўкадиган қалқовичли зичлик ўлчагичларнинг турли тузилишлари мавжуд. Улар бир-биридан қалқовичининг тузилиши, мувозанатловчи қурилма, кўрсатишларни масофага узатувчи механизмнинг усуллари, автоматик ҳарорат компенсацияси усули ва бошқалар билан фарқ қилади.

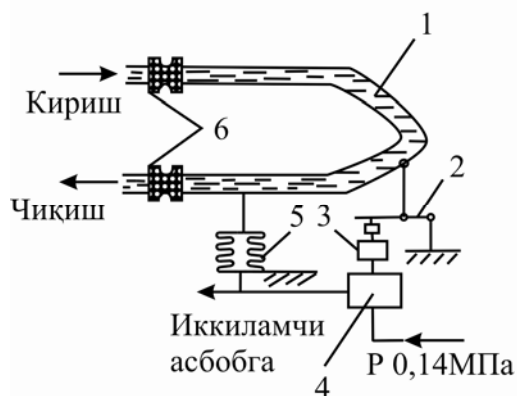
Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларида кенг тарқалган зичлик ўлчагичлар бир-бирларидан қалқовичнинг шакли, кўрсатишларни масофага узатиш усули бўйича фарқ қилади. Қалқовичли асбоблар $1000...1400 \text{ кг/м}^3$ чегарадаги суюқлик зичлигини $\pm 2\%$ аниқлик билан ўлчайди.

Вазнли зичлик ўлчагичлар

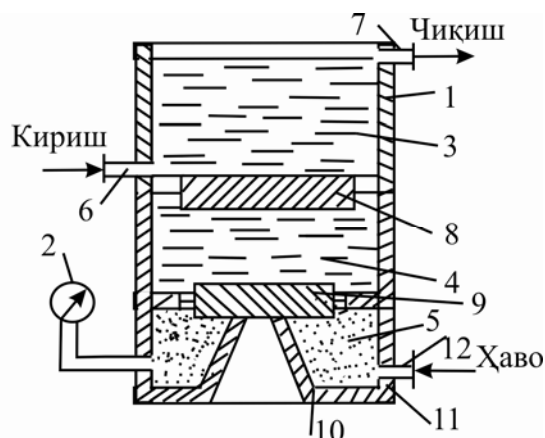
Вазнли зичлик ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи назорат қилинаётган суюқликнинг маълум бир доимий ҳажмининг вазнини узлуксиз ўлчаб туришга асосланган.

Тоза суюқликлар зичлиги ўлчашдан ташқари вазнли зичлик ўлчагичлар суспензия ва таркибида қаттиқ моддалар бўлган суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилади.

6.34- расмда пневматик ўзгарткичли вазнли зичлик ўлчагичнинг принципиал схемаси келтирилган. Суюқлик резина тарнов ва металл силфонлари 6 бўлган сиртмоқсимон қувур 1 дан ўтади. Сиртмоқсимон қувур пневмоўзгарткичининг тўсиғи 2 билан боғлиқ. Суюқлик зичлиги ошганда сиртмоқсимон қувурнинг вазни ортади ва у пастга ҳаракатланади, сопло 3 билан тўсиқ 2 оралиғи кичраяди, ўзгарткичдаги босим кўтарилади.



6.34-расм. Пневматик
ўзгарткичи вазнли зичлик
ўлчагичнинг схемаси



6.35 – расм. Мембрана –
вазнли зичлик ўлчагичнинг

Унификацияланган пневматик сигнал кучайтиргич 4 орқали силфон 5 га узатилади (тескари алоқа). Силфондаги босим суюқлик зичлигининг ўзгаришига мутаносиб ўзгаради ва шкаласи зичлик бирлигида даражаланган иккиламчи асбоб билан ўлчанади. Асбоб суюқликнинг зичлигини сиртмоқсимон қувур тўлдирилади пайтдаги амалий ҳароратда ўлчайди.

Вазнли зичлик ўлчагичларнинг афзаллиги сиртмоқсимон қувур кесимининг доимийлиги ва қувурдан суюқликнинг катта тезликда ўтишидир. Бу эса суюқлик таркибидаги қаттиқ жисмларнинг сиртмоқсимон қувур тубига (деворларига) чўкишига йўл қўймайди. Саноатда $500...2500 \text{ кг/м}^3$ ўлчаш чегараларига мўлжалланган вазнли зичлик ўлчагичлар чиқарилади: Ўлчашдаги асосий хатолик $\pm 2\%$.

6.35- расмда Тошкент давлат техника университети профессор-ўқитувчилари яратган зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган.

У корпус ва ўлчаш асбоби 2 дан иборат. Корпус назорат қилинаётган суюқлик солинган камера 3, буфер суюқлик билан тўлдирилган оралик камера 4 ва пневмоўзгарткич вазифасини бажарадиган камера 5 дан иборат. Зичлиги ўлчанаётган суюқлик камера 3 га кириш штуцери 6 орқали тўхтовсиз келиб туради ва ундан чиқиш штуцери 7 орқали чиқиб кетади, бу эса камерада суюқликнинг бир сатҳда туришини таъминлайди. Оралик камера 4 идиш 3 туби 8 нинг силжишини кузатиш учун мўлжалланган, у бикр марказли эластик мембрана 9 дан иборат, марказ камера 4 нинг тубида ўрнатилган. Камера 5

сопло 10 билан жиҳозланган. Сиқилган ҳаво найча 11 орқали камера 5 га доимий дроссел 12 орқали киради. Мембрананинг бикр маркази сопло 10 нинг тўсиғи ролини ўйнайди. Мембрана 8 нинг суюқлик вазни (зичлиги) га боғлиқ бўлган силжиши оралиқ камера 4 орқали мембрана 9 га берилади, бу мембрана силжиб сопло 10 ни беркитади. Камера 5 даги ҳаво босими ўлчаш асбоби 2 ёрдамида назорат қилиб турилади ва суюқликнинг зичлик ўлчови бўлиб хизмат қилади.

Мембрана-ваззли зичлик ўлчагич ўлчаш сезгирлиги ва аниқлигини оширишга имкон беради.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар

Гидростатик зичлик ўлчагичлар ўзгармас баландликдаги суюқлик устунининг босимини ўлчашга асосланган.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар кенг тарқалган, чунки бу асбоблар содда тузилган ва таҳлил қилинаётган суюқликка ўрнатиладиган датчикларда ҳаракатланадиган қисмлар йуқ Уларнинг ишлаш принципи қуйидагича. Суюқлик сиртига нисбатан H чуқурликдаги P босим қуйидагича ифодаланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot H, \quad (6.35)$$

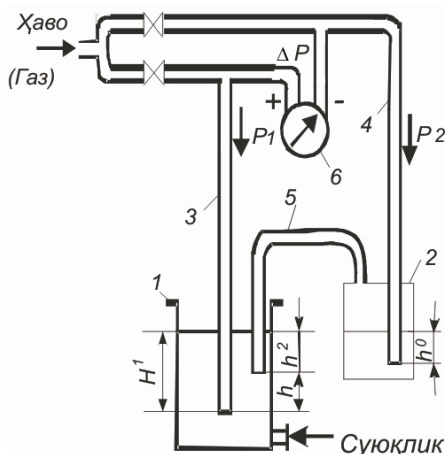
бу ерда ρ — суюқликнинг зичлиги, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с^2 .

Суюқлик устунининг баландлиги H ўзгармас бўлса, босим ρ суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади. Гидростатик зичлик ўлчагичларда суюқлик устунининг босими, одатда, суюқлик орасидан инерт газ (ҳаво) ни узлуксиз ҳайдаб ўлчаб турилади. Бу газ (ҳаво) нинг босими суюқлик устуни босимига мутаносиб бўлади. Суюқлик устунининг босимини бу усулда ўлчаш (пезометрик зичлик ўлчагичлар) кўрсатишларни масофага узатиш имкониятини беради. Ҳайдаладиган инерт газ суюқлик хусусиятларига кўра танланади. Ҳайдаладиган газ сарфи катта бўлмай, доимий бўлиши шарт, чунки сарфнинг ўзгариб туриши ўлчашда қўшимча хатоликларга олиб келиши мумкин.

Одатда, суюқликнинг турли баландликдаги иккита устунидаги босимлар фарқи ўлчанади (дифференциал усул). Бу эса ўлчанаётган зичликнинг аниқлигига таъсир кўрсатадиган сатҳ ўзгаришларини йўқотади, (6.35) ифодадан

$$P_1 - P_2 = (H_1 - H_2) \cdot \rho \cdot g \text{ ёки } \Delta P = \Delta H \cdot \rho \cdot g, \quad (6.36)$$

бу ерда P_1 ва P_2 — суюқлик устунларининг бссими, Па; H_1 ва H_2 — суюқлик устунлари сатҳи, м.



6.36 – расм. Пьезометрик зичлик ўлчагичнинг

орқали эталон суюқлик қатламидан ўтади, кейин қўшимча найча 5 орқали текшириладиган суюқликнинг маълум қатламидан ўтиб асбобдан чиқади. Пьезометрик найчаларнинг чуқурлиги ва эталон суюқликнинг зичлиги маълум бўлса, дифференциал манометр 6 нинг кўрсатиши текшириладиган суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади.

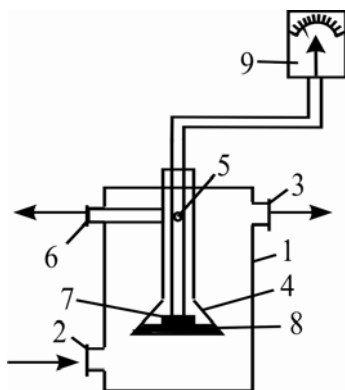
(6.36) ифодага мувофиқ дифманометрнинг кўрсатиши қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 \rho + h_0 \rho_0) g = (h \rho - h_0 \rho_0) g. \quad (6.37)$$

Эталон суюқликнинг зичлиги текшириладиган суюқликнинг зичлигига яқин қилиб танланади. У ҳолда $h_0 = h$ бўлса, босимлар фарқи $\Delta P = 0$. Унда текшириладиган суюқликнинг зичлиги минимал бўлади. Агар текшириладиган суюқликнинг зичлиги максимал бўлса, босимлар фарқи максимал қийматга эга бўлади.

Асбобда эталон суюқликли идиш 2 текшириладиган суюқликли идиш 1 дан юқорида жойлашган. Эталон ва текшириладиган суюқликнинг ҳарорат коэффиценти бир хил бўлиб, уларнинг ҳарорати тенг бўлса, ҳарорат компенсацияси автоматик равишда таъминланади.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар саноатда $900...1800 \text{ кг/м}^3$ ўлчаш чегарасига мўлжаллаб чиқарилади. Бу асбобларнинг асосий хатолиги $\pm 4\%$.



6.37 – расм. Тензометрик зичлик ўлчагичнинг

Силфонли, тензометрик, химотрон ва бошқа зичлик ўзгарткичлари гидростатик зичлик ўлчагичларнинг турларидир.

6.37- расмда тензометрик зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик идиш 1 га штуцер 2 орқали узлуксиз тушиб туради ва ундан штуцер 3 орқали

чиқиб кетади, бу эса идишда доимо бир хил сатҳ бўлишини таъминлайди. Асосий идиш 1 нинг ичида эталон суюқлик билан тўлдирилган идиш 4 жойлаштирилган бўлиб, унинг зичлиги назорат қилинаётган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлиши керак. Эталон суюқлик туйнук 5 орқали киради, ортиқчаси эса тўкиш найчаси 6 орқали чиқиб кетади. Бу билан сатҳнинг доимийлигига, балласт босимнинг ва ҳарорат ўзгаришларининг компенсация қилинишига эришилади.

Назорат қилинаётган суюқлик зичлиги озгина ўзгариши билан эластик элемент 8 нинг марказига елимлаб ёпиштирилган тензодатчик 7 нинг қаршилиги ўзгаради. Зичлик ўлчагичи сифатида электрон автоматик кўприк 9 қўлланилган бўлиб, унинг елкаларининг бирига тензодатчик 7 уланган. Кўприк шкаласи зичлик бирликларида даражаланган.

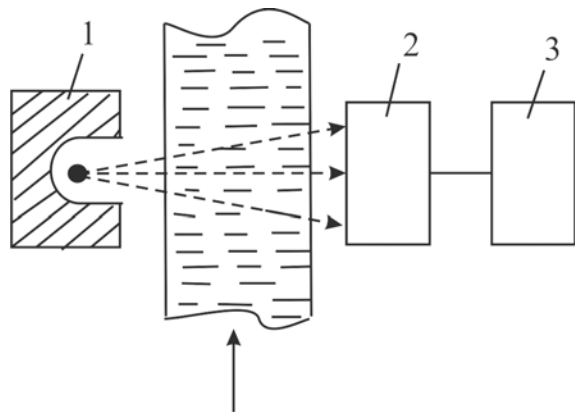
Ўлчашнинг пастки чегаралари кўприк шкаласини даражалашда идишлар 1 ва 4 ни зичлиги текшириляётган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлган суюқлик билан тўлдиришда аниқланади.

Радиоизотопли зичлик ўлчагичлар

Радиоизотопли зичлик ўлчагичларнинг ишлаш принципи радиоактив манба j - нурларининг суюқликдан ўтишида ютилишига асосланган. Булар суспензия, пулпа, агрессив ва катта босимли суюқликларнинг зичлигини

ўлчашда ишлатилиши мумкин. Ўлчаш воситалари ўлчанаётган муҳит билан контактсиз боғланган. Бу эса бундай асбобларнинг афзаллигига киради.

Радиоизотопли зичлик ўлчагич таркибига (6.38- расм) j-нурланишлар манбаи 1 ва қабул қилгич 2 киради, унинг чиқиш сигнали автоматик



6.38 – расм. Радиоизотопли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

потенциометр 3 га берилади. Қабул қилгич 2 қабул қиладиган нурланиш жадаллиги кувурдан оқиб ўтадиган суюқликнинг зичлигига боғлиқ бўлади: зичлик қанча катта бўлса, j-нурларнинг ютилиши шунча кучли ва қабул қилгич 2 нинг киришида сигнал шунча кучсиз бўлади. Бу сигналнинг катталигига кувур деворларининг қалинлиги, суюқлик

таркиби ва манба нурланишини камайтирадиган бошқа омиллар таъсир қиладди. Бу омилларнинг таъсири турғун бўлганлиги сабабли асбобни даражалашда олинган тузатмани кўрсатишларга киритиш йўли билан ҳисобга олинади.

Саноат радиоизотопли зичлик ўлчагичлардан ПЖР-2, ПЖР-2Н, ПЖР-5, ПР-1024, ПР-1025М ва бошқа турларини ишлаб чиқаради.

ПЖР-2 зичлик ўлчагичининг ўлчаш чегараси $600 \div 2000 \text{ кг/м}^3$, асбобнинг ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$.

6.5- §. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҚОВУШОҚЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Суюқ муҳитларнинг қовушқоқлигини ўлчаш саноатда ТЖАБТ ни жорий қилишда энг мураккаб муаммолардан биридир. Жараёнларнинг кўпчилиги дисперс тизимлар, суспензиялар, коллоид эритмалар ва пластик массаларни қайта ишлаш билан боғлиқ. Айрим маҳсулотлар сезгир элементга ёпишиб

қолиб, ишлаб чиқариш жараёнида сезгир элементга таъсир этиб, улардан фойдаланишни қийинлаштириши мумкин.

Саноатда вискозиметрларнинг қўлланилиши қовушоқликни ўлчаш услубларининг конструктив-техник камчиликлари ёки вискозиметрларнинг ўзича ишлатиш шароитларини яратиш қийинлиги сабабли жуда ҳам чеклангандир.

Саноатнинг бир қанча тармоқларида, масалан, сунъий толалар, синтетик смолалар, каучук эритмалари, бўёқлар, сурков мойлари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қовушоқлик маҳсулот таркиби ва сифатини аниқловчи катталик ҳисобланади. Шунинг учун кўпгина ҳолларда қовушоқликни автоматик тарзда узлуксиз ўлчаб туриш муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Суюқликларнинг сирпаниш ёки силжишга қаршилик кўрсатиш хусусияти *қовушоқлик* дейилади.

Берилган оқимда суюқлик икки қатламининг силжишида тангенциал куч вужудга келади. Шу куч Нютон қонунига кўра қуйидагича аниқланади:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dn}, \quad (6.38)$$

бу ерда F — силжиш кучи, Н; μ — динамик қовушоқлик ёки қовушоқлик коэффициент, Па с; S — ички ишқалантиш юзаси, m^2 ; $\frac{dv}{dn}$ — ҳаракатдаги қатлам қалинлиги бўйича тезлик градиенти (силжиш тезлиги), 1/с; v — қатлам оқимининг тезлиги, м/с; n — ҳаракадаги қатлам қалинлиги, м.

(6.38) тенгламадан динамик қовушоқликни аниқлаймиз:

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}}. \quad (6.39)$$

СИ тизимида динамик қовушоқлик бирлиги қилиб, суюқлик оқимининг шундай қовушоқлиги қабул қилинганки, бу оқимда 1 Н/м^2 силжиш босими таъсирида чизикли тезлигининг градиенти силжиш текислигига перпендикуляр бўлган 1 м масофада 1 м/с бўлади. Динамик қовушоқликнинг бу бирлиги Н с/м^2 ёки Па с ўлчовига эга.

Амалда кўпинча динамик қовушоқликнинг суюқлик зичлиги ρ га бўлган нисбатида ифодаланувчи кинематик қовушоқликдан фойдаланилади, яъни

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} . \quad (6.40)$$

Кинематик қовушоқлик СИ да $\text{м}^2/\text{с}$ ўлчовига эга. Қовушоқлик амалда пуаз (П) ва сантипуаз (сП) бирликларида ўлчанади. Бу бирликлар СИ даги қовушоқликнинг бирлиги билан қуйидагича боғланган:

$$1 \text{ П} = 0.1 \text{ Па} \cdot \text{с}; 1 \text{ сП} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}.$$

Нютон қонунига бўйсинувчи суюқликлар (яъни қовушоқлиги жадал механик таъсирларга боғлиқ бўлмаган силжиш (сурилиш) тезлигига чизиқли боғланишга эга суюқликлар) нютон суюқликлари дейилади. Агар бу боғланиш чизиқли бўлмаса, у ҳолда бундай суюқликлар нонютон суюқликлар дейилади. Суюқликлар, эритмалар, пластик ва озик-овқат маҳсулотларининг асосий қисми нонютон суюқликлар гуруҳига киради.

Озик-овқат саноатида кўпинча қовушоқлик шартли бирликларда (ВУ градусларида) ўлчанади, бу бирликлар маълум ҳажмдаги таҳлил (таҳлил) қилинаётган суюқликнинг оқиб кетиш вақтининг шу ҳажмидаги дистилланган сувнинг оқиб кетиш вақтига нисбатидан иборат:

$$ВУ = \frac{\tau_c}{\tau_{dc}} . \quad (6.41)$$

Қовушоқликни ўлчаш пайтида ҳароратнинг таъсирини эътиборга олиб, тегишли тузатишлар киритиш лозим.

Суюқлик қовушоқлигини ўлчайдиган бир қатор асбоблар мавжуд. Бу асбоблар ишлаш принципи жиҳатидан капилляр, золдирли, ротацион, тебранишли ва ултратовушли асбобларга (вискозиметрларга) бўлинади.

Капилляр вискозиметрлар

М. П. Воларовичнинг маълумотларига кўра, қовушоқликни ўлчашнинг тахминан 80% и капилляр асбоблар билан ўтказилиб, улар назарий жиҳатдан энг кўп ишлаб чиқилган ва амалда тадқиқ қилинган.

Капилляр вискозиметрлар ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ўлчашнинг катта диапазони ва нисбатан соддалиги туфайли кенг тарқалган. Кейинги йилларда технологик жараённинг ўтишидаги қовушоқликни автоматик тарзда назорат қилиш ва ростлашга мўлжалланган капилляр вискозиметрлар яратилди. Бу асбоблар нисбатан тоза ва бир жинсли суюқликлар қовушоқлигини назорат қилишда ишлатилади.

Капилляр вискозиметрларнинг ишлаш принципи Пуазейл капилляр найчасидан суюқликнинг оқиб чиқиш қонунига асосланган. Бу қонун қуйидагича ифодаланади:

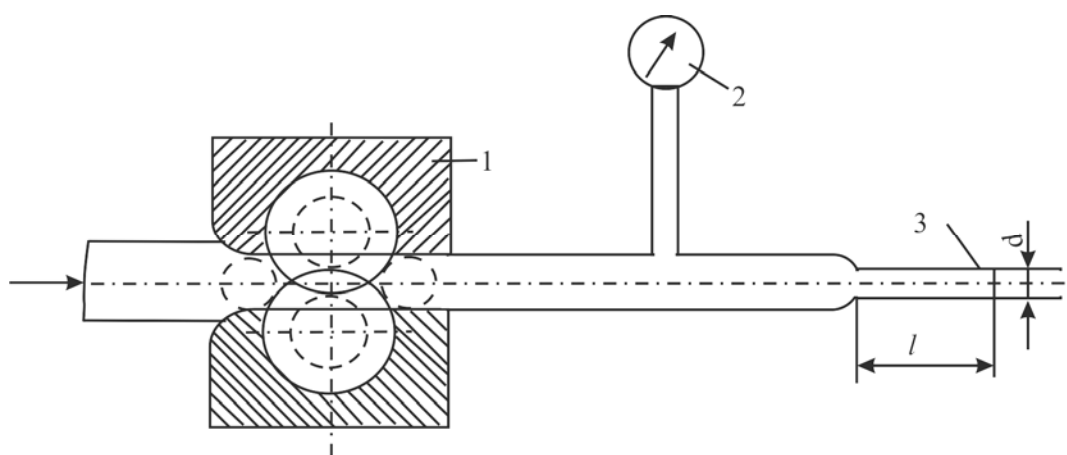
$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{\mu \cdot l} \Delta P, \quad (6.42)$$

бу ерда Q — найчадан оқиб чиқадиган суюқликнинг ҳажмий сарфи, $\text{м}^3/\text{с}$; d — найча диаметри, м ; μ — суюқлиқнинг динамик қовушоқлиги, $\text{Па} \cdot \text{с}$; l — найчанинг узунлиги, м ; ΔP — найча учларидаги босимлар фарқи, Па .

Агар Q , d , l катталикларнинг қиймати доимий бўлса, қовушоқликни аниқловчи ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$\mu = K \cdot \Delta P. \quad (6.43)$$

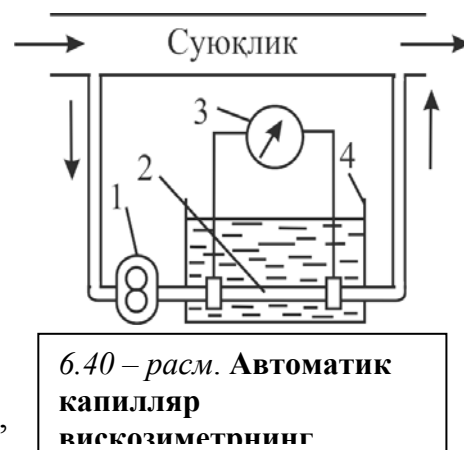
Шундай қилиб, суюқлик қовушоқлигини ўлчаш суюқлик ўтадиган капилляр найча учларидаги босимлар фарқини ўлчашдан иборат. Бу ерда, суюқликнинг юмалоқ кесими тирқишлардан оқиб чиқиши оғирлик кучи босими ёки ташқи босим таъсирида содир бўлиши мумкин. Капилляр вискозиметрлар икки катта гуруҳга бўлинади: лаборатория вискозиметрлари ва автоматик ишлайдиган вискозиметрлар. Кейинги вискозиметрларга босим остида суюқлик оқиб чиқадиган ва эркин оқиб чиқадиган асбоблар киради. Суюқлик эркин оқиб чиқадиган асбоблар ўз навбатида икки турга: сатҳ ўзгарадиган ва ўзгармайдиган асбобларга бўлинади.



6.39 – расм. Капилляр вискозиметр схемаси.

6.39-расмда капилляр вискозиметр схемаси келтирилган. Шестерняли насос 1 таҳлил қилинаётган суюқликнинг мутлақо доимий миқдорини капилляр найча 3 га узатади. Капилляр найчанинг кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи сезгир дифманометр 2 орқали ўлчанади. Дифманометрнинг шкаласи қовушоқлик бирлигида даражаланади. Капилляр найчанинг диаметри d ва узунлиги l ўлчаш чегаралари ва ўлчанаётган суюқлик турига қараб танланади. Ўзгармас ҳароратни таъминлаш учун вискозиметр найчаси одатда, ҳароратни автоматик ростловчи термостатга уланади. Капилляр вискозиметрнинг ўлчаш чегаралари 0,001... 10 Па с. Лаборатория асбобларида ўлчаш хатолиги $\pm 3...5\%$.

6.40-расмда автоматик капилляр вискозиметрнинг тузилиши бир оз ўзгарган принципал схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик ўзгармас сарф билан дозаловчи насос 1 ёрдамида капилляр найча 2 орқали сўриб олинади. Найчадаги босимнинг пасайиши дифманометр 3 билан ўлчанади, унинг шкаласи қовушоқлик бирликларида даражаланган. Вискозиметр термостат 4 га ўрнатилган. Одатда, асбоб диаметри ва узунлиги турлича бўлган капиллярлар комплекти билан таъминланган бўлади. Капиллярнинг диаметри ва узунлиги ўлчаш чегараларига қараб танланади.



6.40 – расм. Автоматик капилляр вискозиметрнинг

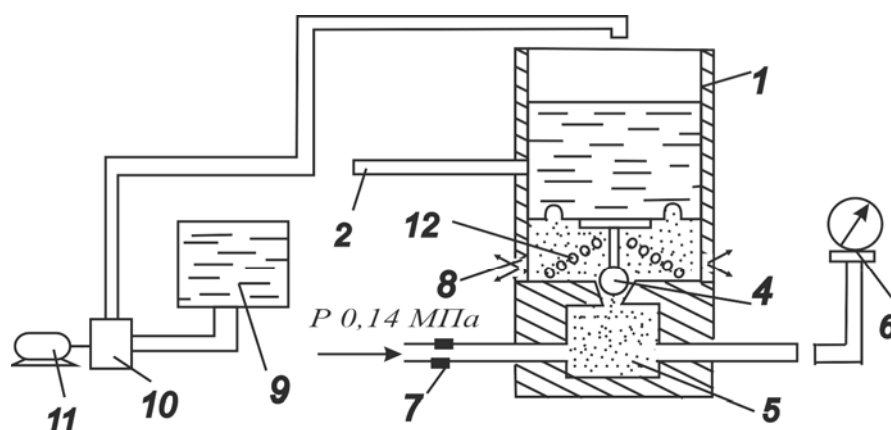
Тошкент давлат техника университети профессор - ўқитувчилари томонидан суюқ маҳсулотларнинг эркин оқиб чиқишига асосланган пневматик ва электрик вискозиметрларнинг ҳар хил турлари яратилган. Эркин оқиб чиқишга асосланган вискозиметрлардан ўзгарувчан сатҳли асбоблар кенг қўлланилмоқда.

Капилляр 4 идиш 3 нинг ён деворида жойлашган бўлиб, гидравлик камера 7 нинг юқориги мембранаси 6 шу идишнинг туби бўлиб хизмат қилади. Гидравлик камера остида чиқариш соплоси 9 билан пневматик камера 8 жойлашган. Ҳаво пневматик камерага маълум 0,14 МПа босим билан доимий

дроссел 10 орқали берилади. Асбоб аралаштиргичли двигател 12 билан таъминланган термостат 11 да жойлашган.

Текширилаётган суюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда унинг идиш 3 даги сатҳи ўзгаради. Бунинг натижасида гидравлик камеранинг юқориги мембранаси эгилади ва у ўз навбатида қапқоқ вазифасини бажарувчи мембрана 6 ни эгилишга мажбур этади. Натижада сопло 9 нинг очилиш ёки ёпилиш даражасини ўзгартиради, бу сопло пневматик камера 8 ни атмосфера билан туташтириб туради, бу ерда, камера 8 да ҳаво босими ўзгаради ва бу ўзгариш ўлчаш асбоби 13 ёрдамида ўлчанади. унинг шкаласи бевосита кинематик қовушоқлик бирликларида даражаланган.

6.42- расмда золдирли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Пневмокамерани атмосфера билан туташтирувчи золдирли клапаннынг қўлланилиши жуда юқори аниқликда ўлчашни таъминлайди.

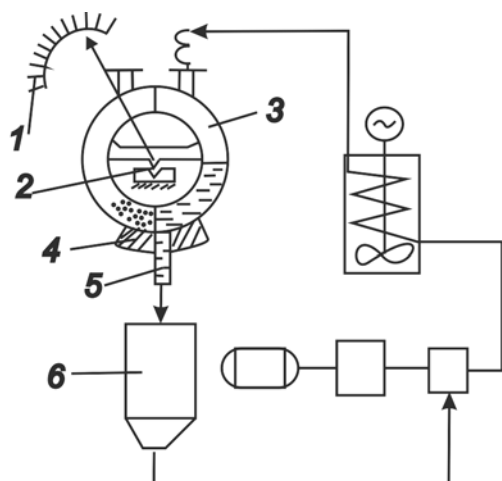


6.42 – расм. Золдирли пневматик вискозиметрнинг схемаси.

Суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда унинг капилляр 2 ли идиш 1 даги сатҳи ўзгаради. Қовушоқликнинг ортиши суюқликнинг гидравлик босими ҳисобига мембрана 3 нинг пастга эгилишига сабаб бўлади. Натижада золдирли мембрана билан бириктирилган золдирли клапан 4 ҳаво билан тўлдирилган пневмокамера 5 нинг юқориги қисмидаги конуссимон тешикни беркитади. Ҳаво пневмокамерага магистрал ҳаво йўлидан доимий дроссел 7 ёрдамида 0,14 мПа босимда берилади. Босим суюқлик сатҳини баландлигининг ўзгаришига таъминлайди.

мутаносиб равишда ортади, бунга пружина 12 нинг силжиши натижасида эришилади. Қовушоқлик камайганда золдирли клапан кўтарилади ва ҳаво тешик 8 орқали атмосферага чиқиб кетади. Капилляр 2 дан оқиб чиқадиган суюқлик сиғим 9 га тушади, у ердан шестерняли насос 10 ёрдамида сўриб олинади, насосни редукторли синхрон двигател 11 ҳаракатга келтиради. Насос текшириладиган суюқликни термостат орқали сўриб олади (чизмада кўрсатилмаган). Иккиламчи асбоб 6 сифатида ўзиёзар ПВ4-Э ёки манометрдан фойдаланилган бўлиб, уларнинг шкалалари қовушоқлик бирликларида даражаланган бўлади.

Ўлчаш чегаралари $(212—938) \cdot 10^3$ Па·с ни, нисбий келтирилган хатолик $\pm 2\%$ ни ташкил қилади.



6.43 – расм. Ҳалқали вискозиметрнинг схемаси

6.43- расмда ҳалқали вискозиметрнинг принцинал схемаси келтирилган. Ҳалқасимон камера 3 призма 2 нинг таянч оёқлари ёрдамида ўз геометрик марказига осиб қўйилган. Ҳалқанинг пастки қисмига юк 4 маҳкамлаб қўйилган. Суюқлик термостат орқали ҳалқасимон камера 3 га сўриб олинади ва капилляр найча 5 дан идиш 6 га оқиб чиқади. Суюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда айлантирувчи

момент ҳосил бўлади, унинг таъсирида ҳалқасимон камера стрелкаси билан таянч нуқта атрофида айланишга тескари таъсир этувчи момент билан мувозанатлашмагунга қадар бурилади. Шкала 1 бевосита қовушоқлик бирликларида даражаланган. Қовушоқликни ўлчаш чегараларини юк 4 оғирлигини ошириш ёки камайтириш йўли билан ўзгартириш мумкин. Асбобнинг максимал хатолиги тажриба йўли билан аниқланган бўлиб, $\pm 1,5\%$ ни ташкил қилади, ҳалқанинг максимал бурилиш бурчаги 60° , ўлчаш чегараси эса 20 мПа·с.

Ичи ковак ҳалқада суюқлик сатҳнинг ўзгариши куйидаги айлантйрувчи моментни ҳосил қилади:

$$M_{\text{айл}}=H \cdot j \cdot S \cdot R . \quad (6.44)$$

Бунинг таъсирида ҳалқа соат стрелкаси ҳаракати йўналишида бурилади. Ҳалқанинг бурилиши тескари таъсир этувчи моментни юзага келтиради:

$$M_{\text{тес}}=F \cdot b \cdot \sin a . \quad (6.45)$$

Моментлар тенг бўлганида. ичи ковак ҳалқа янги мувозанат вазиятида тўхтайди:

$$M_{\text{айл}}=M_{\text{тес}} \quad (6.46)$$

ёки

$$H \cdot j \cdot S \cdot R=F \cdot b \cdot \sin a ,$$

бу ерда H — суюқлик сатҳ; j — суюқликнинг солиштирма оғирлиги; S — ҳалқа ярим қисмлари ўртасидаги тўсиқнинг юзи; R — ҳалқанинг ўртача радиуси; F — юкнинг оғирлик кучи; b — тизими оғирлик марказининг таянч нуктасигача масофаси; a — ҳалқанинг бурилиш бурчаги.

Айни ҳалқа учун F , b , S , R катталиклар ўзгармас, шунинг учун

$$H \cdot j=K \cdot \sin a , \quad (6.47)$$

бу ерда

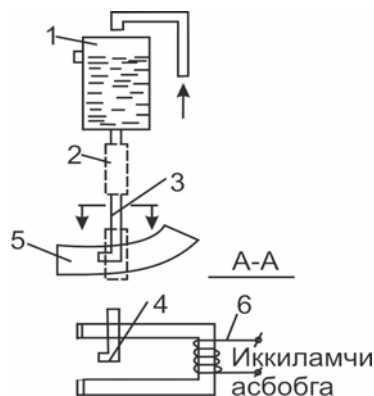
$$K=F \cdot b / S \cdot R .$$

(6.47) тенглама асбобнинг статик тавсифини ифодалайди ва идишдаги суюқлик сатҳи бир хил бўлганида унинг оғирлиги ҳалқа бурилиш бурчагининг синусига мутаносиб ва фақат қовушоқликка боғлиқлигини билдиради. Вискозиметр шкаласининг нотекислигини махсус лекало ёрдамида бартараф этиш мумкин.

Доимий сатҳли вискозиметрнинг ишлаши сатҳни белгиланган баландликда сақлаб туриш принципига асосланган. Ўзгарувчан сатҳли асбоблардан фарқли равишда бу ерда суюқлик сарфининг қатъий бир доимийликда бўлиши шарт эмас.

6.44- расмда доимий сатҳли вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Цилиндрик идиш 1 га эластик бириктирувчи 2 ёрдамида, масалан, учи 90°га букилган капилляр 3 маҳкамланган бўлади. Капилляр индукторли датчик 5

нинг қисқа туташтирилган чулғами (экрани) 4 билан бикр қилиб бирлаштирилган. Датчик индуктив чулғами 6 бўлган П-симон стержендан иборат.



6.44 – расм. Сатҳ ўзгармас

Суюқлик йиғгич идишдан насос ёрдамида идиш 1 га узатилади ва капилляр 3 орқали оқиб чиқади. Капиллардан чиқадиган суюқликнинг сатҳи оқиб чиқаётган суюқликнинг сарфига боғлиқ бўлган реактив куч ҳосил қилади. Бу куч капилляр 3 нинг эркин учини силжишга мажбур қилади.

Текшириლაётган суюқликнинг ва унинг капиллярдан ўтаётган сарфи ўзгаради, бунинг натижасида реактив куч ҳам ўзгариб, капиллярнинг эркин учини силжитади. Капиллярнинг учи билан бирга у билан бикр қилиб бириктирилган қисқа туташтирилган чулғам 5 силжийди.

Ўзгарувчан ток билан таъминланган индуктив чулғам 6 П-симон магнит ўтказгич стержен ва бу стерженнинг эркин учи орасидаги тирқиш орқали ўзгарувчан магнит оқими ҳосил қилади. Стержен 5 нинг битта ярим қисмга қисқа туташтириштирилган чулғам 4 кийдирилган, у магнит куч чизиқларини беркитиш хоссасига эга бўлади, чунки бу ҳалқанинг силжиши натижасида стержен 5 нинг эркин учлари орасидаги тирқиш орқали магнит оқими ўтадиган юза ўзгаради. Натижада индуктив чулғам 6 ҳосил қиладиган магнит оқими қисқа туташтирилган чулғамдан нарига ўтмайди, яъни беркилиб қолади. Бу ерда, индуктивлик ўзгаради ва уни иккиламчи асбоб қайд этади. Шундай қилиб, қовушоқлик ўзгарганида экран 4 билан бикр, бириккан капилляр стержен 5 бўйлаб силжийди, бунинг натижасида иккиламчи асбоб қайд этадиган индуктивлик ўзгаради. Тошкент давлат техника университети профессор-ўқитувчилари яратган бу вискозиметрлар ўлчаш аниқлиги ва асбобнинг ишончли ишлашини оширишга имкон беради.

Золдирли вискозиметрлар

Золдирли вискозиметрлар суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчашда кенг ишлатилади.

Қовушоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчаш Стокс қонунига асосланган. Бу қонунга мувофиқ эркин тушувчи жисмнинг суюқликдаги тезлиги шу суюқлик қовушоқлиги билан боғланган, бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$\mu = K \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot r^2}{v} \quad (6.48)$$

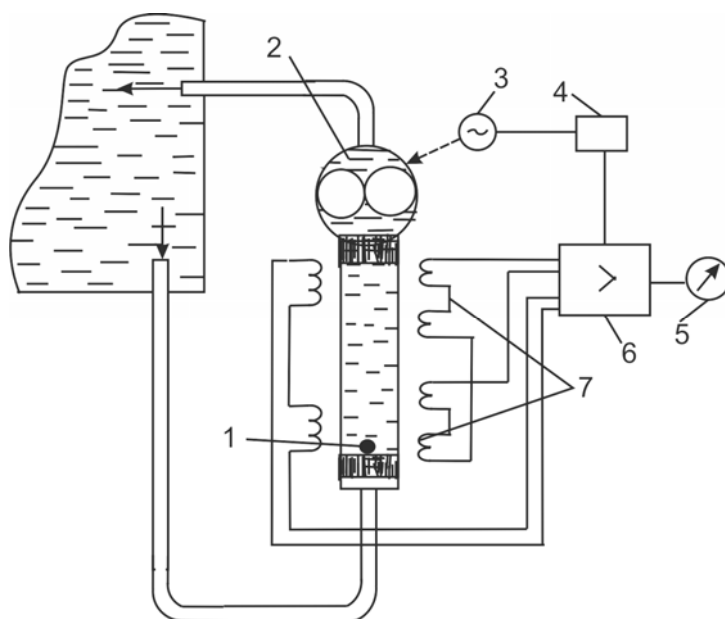
бу ерда, ρ_1 ва ρ_2 , — эркин тушувчи жисм (золдир) материалининг ва суюқликнинг зичликлари, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с^2 ; r — золдирнинг радиуси, м ; v — золдирнинг бир меъёрга тушиш тезлиги, м/с ; K —қабул қилинган ўлчовга боғлиқ бўлган сонли доимий коэффициент.

Стокс қонуни бир жинсли суюқликнинг мутлақо сферик золдирга нисбатан ламинар ҳаракатида ишлатилиши мумкин. (6.48) ифодадан маълумки, текширилаётган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчаш суюқликдаги золдирнинг тушиш тезлигини ёки золдирнинг белгиланган масофадан ўтиш вақтини ўлчашдан иборат. Қовушоқликнинг золдир тушиш вақтига боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

$$M = K \cdot \tau \quad (6.49)$$

бу ерда K — асбоб доимийси, Па ; τ — золдирнинг белгиланган масофадан ўтиш вақти, с .

Қовушоқликни золдирнинг эркин тушиш вақти бўйича аниқлайдиган автомат қурилманинг принципиал схемаси 6.45- расмда кўрсатилган.



6.45 – расм. Эркин тушувчи шарчали автоматик вискозиметрнинг схемаси.

Суюқлик оқими золдир 1 ни бошланғич ҳолатга шестерняли насос 2 ёрдамида кўтаради. Бу шестерняли насос электр двигател 3 га эга. Золдирни кўтариш билан бирга насос суюқликдан намуна олиб, уни синайди. Золдир юқориги чекловчи тўрға етгач, насос тўхтайди, золдир ҳаракатсиз муҳитда эркин пастга тушади. Индукцион ғалтаклар 7 орқали золдирнинг белгиланган йўл l дан ўтиш вақти ҳисобланади. Золдирнинг индукцион ғалтаклардан ўтишида номувозанатлик сигналлари ҳосил бўлади ва бу сигнал электрон кучайтиргич 6 орқали кучайтирилади. Шестерняли насоснинг автоматик равишда уланиши ва вақтнинг ҳисобланиши реле блоки 4 ва ўлчаш асбоби 5 ёрдамида бажарилади.

Асбобнинг ўлчаш чегаралари индукцион ғалтаклар орасидаги масофа l ва золдир диаметрининг ўзгариши билан танланади. Бундай асбобларда 100 Па·с чегарадаги суюқлик қовушоқлигини ўлчаш мумкин. Асбобларнинг ўлчаш аниқлиги $\pm 2\%$.

Ротацион вискозиметрлар

Суюқликлар қовушоқлигини ўлчашда ҳамда уларнинг реологик хусусиятларини ўрганишда ротацион вискозиметрлардан фойдаланиш қулай.

Бу асбоблар текшириладиган суюқлик ҳосил қилувчи қаршилик моментлари ва айлантирувчи моментларни ўлчашига асосланган.

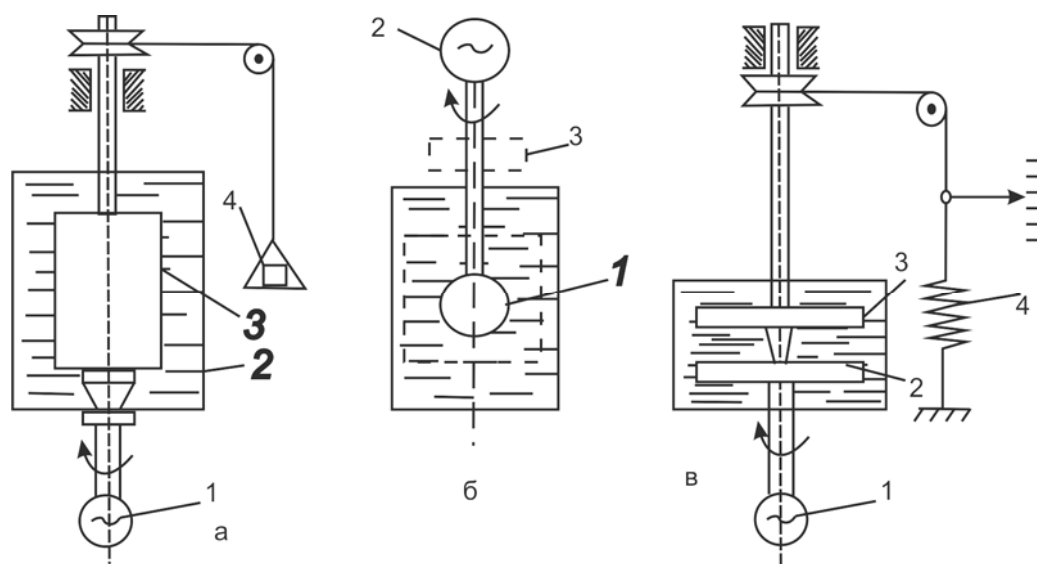
Қовушок суюқликда жисм айланганида қовушоклик қаршилиги тескари таъсир этувчи момент ҳосил қилади. Агар жисм доимий тезлик билан айланса, бу момент суюқлик ҳосил қиладиган айлантирувчи моментга тенг ва динамик қовушокликка мутаносиб бўлади:

$$M = K \cdot \mu \cdot \omega, \quad (6.50)$$

бу ерда M — айлантирувчи момент, Нм; K — асбоб доимийси; μ — динамик қовушоклик, Па·с; ω — айланувчи жисмнинг бурчак тезлиги, 1/с.

Ротацион вискозиметрлар айланувчи жисм шакли ва айлантирувчи моментни ўлчаш усулига кўра бир-биридан фарқ қилади. Бошқа асбобларга нисбатан коаксиал цилиндрли, айланувчи жисм ва таҳлил қилинаётган суюқликка чўктириладиган айланувчи параллел диски асбоблар кўпроқ ишлатилади. 6.46 - расмда ротацион вискозиметр турларининг принципиал схемалари кўрсатилган.

Коаксиал цилиндрли вискозиметр (6.46-расм, а) ташқи цилиндри таҳлил қилинаётган суюқлик билан тўлдирилган икки цилиндрдан иборат. Ташқи цилиндр 2 ўзгармас тезлик билан айланганда двигател 1 таъсирида суюқлик стационар айланиш ҳолатига келади ва айлантирувчи моментни ички цилиндр 3га узатади. Бу цилиндрни тинч ҳолатда сақлаш учун цилиндрга катталиги тенг, лекин тескари ишорали куч моменти таъсир қилиши керак. Бу куч, расмда кўрсатилганидек, калибрланган юк 4 ёрдамида ҳосил қилинади.



6.46 – расм. Ротацион вискозиметр.

Ламинар ҳаракатда куч моменти билан кўрилатган суюқликнинг қовушоқлиги қуйидагича боғланган

$$M = \pi \cdot l \cdot \mu \cdot w \frac{R^2 \cdot r^2}{R^2 - r^2} , \quad (6.51)$$

бу ерда, M — куч моменти, $H \cdot m$; l — ички цилиндрнинг узунлиги, m ; w — ташқи цилиндр айланишининг бурчак тезлиги, $1/s$; R ва r — ташқи ва ички цилиндрларнинг радиуси, m .

Вискозиметрларнинг ташқи ва ички цилиндри ҳаракатсиз бўлади.

Текшириладиган суюқликка чўктириладиган айланувчи жисм (6.46- расм, б) шарсимон ёки цилиндрик ротор 1 каби ишлайди. Бу ротор двигател 2 ёрдамида ўзгармас айланишлар частотаси билан айлантрилади. Суюқликнинг ротор айланишига кўрсатилган қаршилиги махсус қурилма 3 ёрдамида ўлчанади.

Айланувчи диски вискозиметр (6.46- расм, в) текширилатган суюқликка чўктирилган икки параллел диск 2 ва 3 дан иборат. Диск 2 двигател 1 ёрдамида равон айланади. Текширилатган суюқликнинг қовушоқлик хусусияти туфайли диск 3 га айлантриувчи момент узатилади. Бу айлантриувчи момент суюқлик қовушоқлигига мутаносиб бўлиб, ҳисоблаш асбоби билан боғланган цилиндрик пружина 4 ёрдамида мувозанатланади.

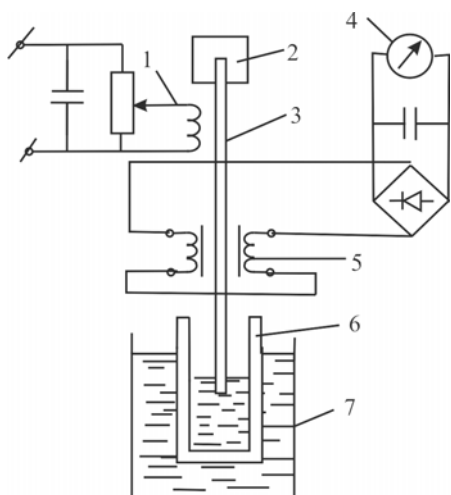
Айланувчи диски вискозиметрлардан суюқликларнинг қовушоқлигини узлуксиз ўлчашда ҳам фойдаланиш мумкин.

Ротацион вискозиметрларнинг ўзгармас коэффициентлари аналитик равишда ёки эталон суюқликлар бўйича тажриба йўли билан аниқланади. Ротацион вискозиметрларнинг ўлчаш чегараси 0,01...1000 Па с.

Тебранишли вискозиметрлар

Кейинги йилларда катта ўлчаш чегарага, юқори сезгирликка ва аниқликка эга бўлган, шунингдек, ҳар хил шароитларда турли муҳитларни таҳлил қилувчи умумий афзалликларга эга бўлган тебранишли вискозиметрлар кенг тарқалмоқда.

Тебранишли вискозиметрларнинг ишлаш принципи назорат қилинаётган муҳитга чўктирилган сезгир элемент тебраниши сўниш даражасининг шу муҳит қовушоқлигига боғлиқлигига асосланган. Тузилиш



6.47 – расм. Электромагнит тебранишли вискозиметрнинг схемаси

жиҳатдан тебранишли асбоблар электромагнитли ва ултратовушли бўлади. Электромагнитли (паст частотали) вискозиметрлари 1 кГц гача ва ултратовушли асбоблар 10—1000 кГц частоталарда ишлайди.

6.47-расмда кўрсатилган электромагнит тебранишли вискозиметрнинг ишлаш принципи қуйидагича. Идиш 6 даги назорат қилинаётган суюқликка сезгир элемент — пўлат пластинка 3 нинг бур учи туширилади.

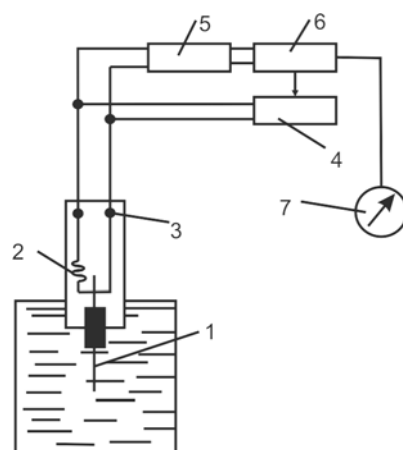
Унинг юқори қисми махсус қисқичли асбоб 2 га маҳкамланган. Идиш 6 термостатловчи қурилма 7 га ўрнатилади. Электромагнит 1 ёрдамида пўлат пластинка 3 резонанс тебранишли ҳаракатга келтирилади. Текшириладиган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда пўлат пластинка тебранишларининг амплитудаси ўзгаради. Бу ўзгариш электромагнит датчиклар 5 ёрдамида қабул

қилинади. Датчикларда индукцияланган кучланиш тўғрилиб, ўлчаш асбоби 4 га узатилади, асбоб қовушқлик бирлигида даражаланган. Улар қовушоликни $\pm 3 \dots 5\%$ хатолик билан ўлчайди.

Ультратовушли вискозиметрлар универсал ҳисобланади. Бу асбоблар катта ўлчаш чегарали, юқори аниқлик, инерциясизлик, ҳаракатланувчи қисмларининг йўқлиги каби афзалликларга эга. Лекин бу асбоблар мураккаб электрон қурилмалардан иборат бўлганлиги сабабли уларнинг ишлатилиши чекланган.

Ультратовушли вискозиметрлар ультратовушларнинг муҳит қовушқлигига қараб ютилишига асосланган. 6.48-расмда ультратовуш тебранишларининг сўниш тезлигини ўлчайдиган ультратовушли вискозиметрнинг схемаси кўрсатилган.

Магнитострикцион материалдан ясалган пластина 1 гилза 3 га маҳкамланган. Пластинанинг пастки қисми қовушқлиги ўлчанаётган суюқликка туширилган. Гилзада импульслар генератори 4 дан таъминланадиган уйғотиш ғалтаги 2 бор. Ғалтакка узунлиги 20 мкс га яқин импульс юборилади, натижада пластинада бўйлама тебранишлар юз беради. Тебранишли частотаси, пластина геометрияси орқали, сўниш амплитудаси



6.48 – расм.

Ультратовушли

эса суюқлик қовушқлиги орқали аниқланади. Импульсни юбориш билан бир вақтда кўчайтириш ва детекторлаш операцияси кучайтиргич 5 ва детектор 6 да бажарилади, натижада триггер генераторини беркитади. Пластинанинг тебранишида тескари магнитострикцион самара туфайли ғалтакда пластинанинг тебраниш частотасига тенг бўлган кучланиш (ЭЮК) ҳосил бўлади.

$$U = U_m \exp(-a\tau) \cdot \sin(\omega\tau), \quad (6.52)$$

бу ерда, U — ғалтак учларидаги кучланиш; U_m — кучланишнинг бошланғич амплитудаси; a — тебранишнинг суюқлик қовушқлигига боғлиқ бўлган сўниш коэффициенти; τ —вақт; ω —пластинанинг тебраниш частотаси.

Бу кучланиш импульслар генераторини пластина тебранишларининг сўниши тугагунча беркитиб туради, шундан сўнг генератор қайта уйғонади.

Шундай қилиб, сўниш жадаллигининг ўлчови импульслар генераторининг кетма-кет уйғонишидаги вақт оралиғи катталигидан иборат. Суюқлик қовушоқлиги қанча катта бўлса, импульслар орасидаги вақт оралиғи шунча кичик бўлади. Ўлчаш сигнали детектордан иккиламчи асбоб 7 га келади.

Қовушоқлик бирлигида даражаланган ўлчаш асбоби импульслар интервалининг ўртача қийматини ўлчайди. Асбобнинг ўлчашдаги хатолиги $\pm 1\%$.

Ультратовушли вискозиметрлар технологик оқимлардаги турли суюқликларни узлуксиз назорат қилиш учун ишлатилади. Бу вискозиметрларнинг ўлчаш чегараси $0,0001 \dots 100 \text{ Па} \cdot \text{с}$

Тебранишли, айниқса, ультратовушли вискозиметрларнинг қўлланилиш соҳаси Нютон суюқликлари билан чеклаб қўйилади, бу суюқликларнинг қовушоқлиги механик таъсир жадаллигига боғлиқ бўлмайди. Нютон суюқликларда улар камайтириб кўрсатади, бу ҳолда ҳам улардан фақат қовушоқлик индикаторлари сифатидагина фойдаланиш мумкин.

6.6- §. МОДДАЛАРНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Газлар, суюқ муҳит ва қаттиқ жисмларнинг намлиги кимё, озиқ-овқат, металлургия, нефт-газ, тўқимачилик саноатида ва бошқа саноат тармоқларидаги ҳамда қурилишдаги кўпгина технологик жараёнларнинг муҳим кўрсаткичларидан ҳисобланади.

Ҳар қандай жисмда намликнинг мавжудлиги унинг мутлақ (абсолют) ҳамда нисбий намлиги билан характерланади.

Газнинг мутлақ намлиги дейилганда нормал шароитларда $1,0 \text{ м}^3$ газ аралашмасидаги сув буғи массаси тушунилади. Мутлақ намликнинг бирликлари $\text{г}/\text{м}^3$ ёки $\text{кг}/\text{м}^3$.

Нисбий намлик дейилганда $1,0 \text{ м}^3$ аралашмадаги сув буғи массаси (ҳажми)нинг шу ҳароратдаги $1,0 \text{ м}^3$ аралашмадаги сув буғининг максимал

массаси (ҳажми)га нисбати тушунилади. Нисбий намлик ўлчовсиз катталиқ, баъзан у фоизларда ифодаланади.

Материалдаги нам миқдорини миқдор жиҳатидан ҳаётлаш учун иккита катталиқ — нам сақлами ва намликдан фойдаланилади.

Нам жисм массасининг мутлақ қуруқ материал массасига нисбати **нам сақлами** деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:

$$H_c = \frac{M}{M_0} \quad \text{ёки} \quad H_c = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \cdot 100\% \quad , \quad (6.53)$$

бу ерда, M — нам массаси; M_0 — мутлақ қуруқ материалнинг массаси; M_1 — нам материалнинг массаси.

Намлик жисмдаги нам массасининг нам материал массасига нисбати қуйидагича ифодаланади:

$$W = \frac{M}{M_1} \quad . \quad (6.54)$$

Нам сақламидан намликка ўтиш ва аксинча ҳолларда қуйидаги нисбатдан фойдаланилади

$$H_c = \frac{W}{1 - W}, \quad W = \frac{H_c}{1 + H_c} .$$

Газ намлигини ўлчаш усуллариға психрометрик, шудринг нуқтаси, гигрометрик (сорбцион), конденсацион, спектрометрик, электр-кимёвий, иссиқ ўтказувчанлиқ усуллари киради. Булардан биринчи учтаси энг кўп тарқалган.

Суюқликларнинг намлигини ўлчаш учун сифимли, абсорбцион асбоблар ва суюқликнинг намликка алоқаси бор бирор хоссасини ўлчайдиган асбоблардан фойдаланилади.

Қаттиқ ва сочилувчан жисмларнинг намлигини ўлчаш учун бевосита ва билвосита усуллар қўлланилади.

Қуришти, экстракцион ва кимёвий усуллар бевосита ўлчаш усуллариининг ичида энг кўп тарқалгандир.

Кондуктометрик, диэлкометрик, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонансли, термовакуум, теплофизика усуллари билвосита ўлчаш усуллариға киради.

Куйида саноатда энг кўп тарқалган усулларни кўриб чиқамиз.

Газларнинг намлигини ўлчаш

Ҳозир технологик жараёнларда газларнинг ва ҳавонинг намлигини ўлчашнинг психрометрик, шудринг нуқтаси ва гигрометрик усуллари энг кўп тарқалган.

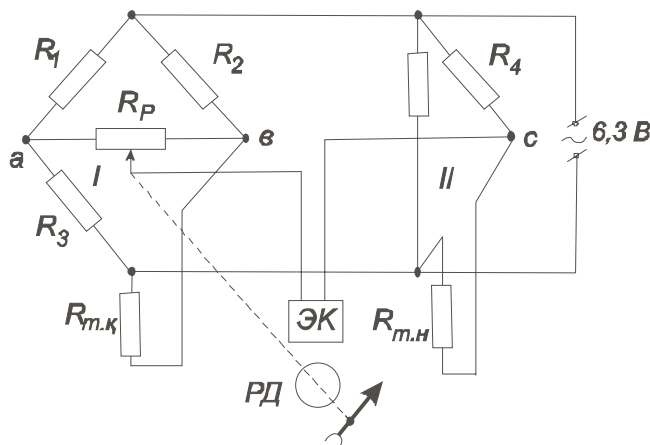
Психрометрик асбоблар билан намликни ўлчаш принципи сув бугининг эластиклиги ҳамда қуруқ ва нам термометрларнинг кўрсатишлари ўртасидаги боғланишга асосланган. Психрометрик самарани ўлчаш учун психрометр иккита бир хил термометрга эга бўлиши керак. Булардан бирининг (хўл термометрнинг) иссиқлик қабул қилувчи қисми идишдан сувни сўриб олувчи гигроскопик жисмга тутшиб туради ва доимо нам ҳолда сақланади. Хўл термометрнинг сиртидаги намлик буғланганда унинг ҳарорати пасаяди. Натижада қуруқ ва хўл термометрлар ўртасида психрометрик фарқ деб аталувчи ҳароратлар фарқи пайдо бўлади.

Психрометрик фарққа боғлиқ нисбий намлик куйидаги нисбатдан аниқланади:

$$\varphi = \frac{P_H - A(t_k - t_H)}{P_k}, \quad (6.55)$$

бу ерда P_H — нам термометрнинг t_H ҳароратида текшириладиган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; P_k —қуруқ термометрнинг t_k ҳароратида текшириладиган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; A — психрометрик коэффицент бўлиб, у психрометрнинг тузилиши, нам термометрга газ ҳайдаш тезлиги ва газ босимига боғлиқ, $1/^\circ\text{C}$. A коэффицент маълум тузилишли психрометрлар учун тузилган махсус жадваллардан олинади. Бу коэффицентга хўл термометрга газ ҳайдаш тезлиги катта таъсир қилади. Газ оқимининг тезлиги ошиши билан A коэффицент камаяди ва $2,5 \div 3$ м/с дан ортиқ тезликда доимий бўлиб қолади. Саноат психрометрларида газ оқимининг тезлигини ўзгартирмайдиган қурилмалар бор. Бу тезлик $3 \div 4$ м/с дан кам эмас.

Электр психрометрларда ҳароратни аниқлаш учун терможуфтлар, ярим ўтказгичли термоқаршиликлар ва стандарт металл қаршилик термометрлари ишлатилади.



6.49 – расм.

Электрпсихрометрнинг схемаси

6.49- расмда қаршилик термометрларига эга бўлган электр психрометрнинг принцинал схемаси кўрсатилган. Асбобнинг ўлчаш кисми I ва II кўприкларидан иборат. Иккала кўприк ҳам электрон кучайтиргичнинг иккита умумий R_1 ва R_3 елкаларига эга. $R_{мк}$ курук қаршилик термометри I кўприкнинг елкасига, $R_{мн}$ ҳўл қаршилик

термометри II кўприк елкасига уланган. I кўприк R_1 , R_2 , R_3 , $R_{тк}$ қаршиликлардан иборат. II кўприк R_1 , R_3 , R_4 , $R_{мн}$ қаршиликлардан иборат.

Кўприк диагоналининг а ва в учларидаги потенциаллар фарқи курук қаршилик термометрининг ҳароратига, а ва с учларидаги потенциаллар фарқи эса ҳўл қаршилик термометрининг ҳароратига мутаносиб. Қўшалок кўприк диагоналининг в ва с нуқталари орасидаги кучланишнинг пасайиши курук ва ҳўл қаршилик термометрларининг ҳароратлари фарқига мутаносиб. Ўлчаш тизимининг мувозанати РД реверсив двигател ёрдамида ҳаракатга келтириладиган R реохорд сирпанғичини автоматик равишда силжитиш йўли билан ҳосил қилинади. Шу билан бирга двигател асбоб стрелкасини ҳам силжитади. Асбобнинг шкаласи нисбий намлик фоизларида даражаланган.

Психрометрик усулнинг афзалликлари — мусбат ҳароратда ўлчашнинг етарли даражада аниқлиги ва инерционлигининг кичиклиги; камчиликлари — ўлчаш натижаларининг газ ҳаракати тезлигига ва атмосфера босими ўзгаришларига боғлиқлиги; ҳарорат пасайиши билан сезгирликнинг камайиши ва хатонинг кўпайишидир.

Автоматик психрометрик намлик ўлчагич АПВ-201 технологик объектлардаги буғ-газ аралашмасининг нисбий намлигини узлуксиз назорат қилиш учун мўлжалланган. Унинг ишлаш принципи нисбий намликни ўлчашнинг психрометрик усулига асосланган.

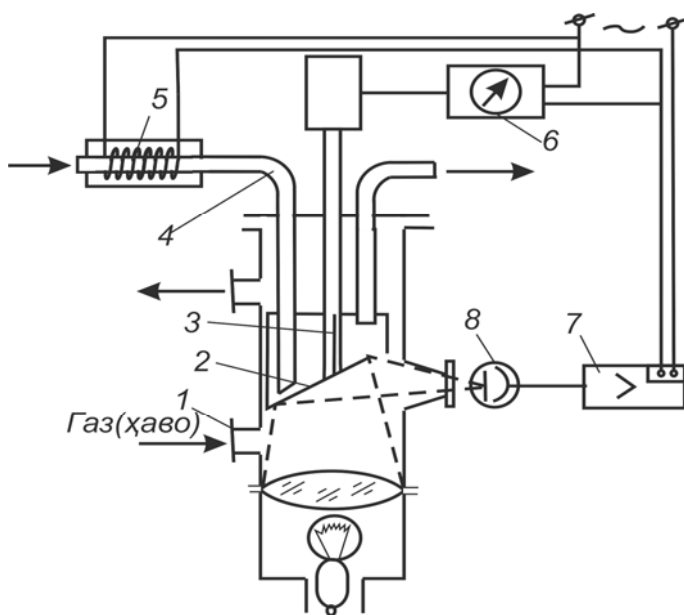
Нам ўлчагич учта блокдан: бирламчи ўзгарткич, иккиламчи ўзгарткич ва мувозанатлаштирилган кўприк КСМ-3 дан иборат. Нисбий намликни ўлчаш чегаралари 10... 100%. Ўлчанаётган муҳитнинг ҳарорати 30...100°C. Асосий хатолик нисбий намликнинг 3% ига тенг.

Шудринг нуқтаси усули ёки газларнинг намлигини конденсацион усул бўйича ўлчаш қуйидаги боғланишга асосланган:

$$\varphi = \frac{P_{\tau}}{P_t} \quad (6.56)$$

бу ерда, P_{τ} — шудринг нуқтасининг τ - ҳароратида буғнинг эластиклиги, Па; P_t — тўйинган буғнинг t ҳароратдаги эластиклиги, Па.

Шундай қилиб, шудринг нуқтасини ва текширилаётган газнинг ҳароратини билсак, нисбий намликни аниқлаш мумкин. Шудринг нуқтаси усули катта қулайликка эга, чунки у намликни газнинг исталган босими шароитида ўлчашга имкон беради (10...15 мПа ва ундан ортиқ). Бу усул бўйича



6.50 – расм. Конденсацион намлик ўлчагичнинг тузилиш схемаси.

намликни ўлчаш ҳароратни ўлчашдан иборат. Шу усул бўйича ўлчаш асбобининг тузилиши 6.50-расмда кўрсатилган.

Текширилаётган газ ёки ҳаво канал 1 орқали қувур 4 дан келадиган совуқ ҳаво билан совитиладиган кўзгу 2 гача келади. Сезгир элемент кўзгуча сиртига кичик инерцияли термоджуйф 3 ўрнатилган, унга милливолтметр 6 уланган. Кўзгучада шудринг пайдо

бўлиш пайти фотореле схемаси бўйича уланган фотоэлемент 8 ёрдамида қайд

қилинади ва шу пайтда контактлар 7 туташиб, милливолтметр уланади ҳамда кўзгуча ҳароратини ўлчайди. Айни бир вақтда ҳаво иситгич 5 нинг электр қиздириш элементи уланади, бу элемент кўзгуча қизиб, равшанлангунча уланган ҳолда туради. Кўзгуча сиртидаги шудринг батамом буғланганда иситгич узилади ва кўзгуча исийди. Шундай қилиб, ўлчаш жараёни такрорланиб туради.

Бу асбобларнинг бир қанча тузилишлари бор. Улар бир-биридан сезгир элементни совитиш, конденсация пайтини қайд этиш, шудринг пайдо бўлиш ҳароратини ўлчаш усуллари билан фарқ қилади. Лекин деярли барча намлик ўлчагичлар мураккаб тузилишга эга бўлиб, ишлатишда катта малака ва эътиборни талаб қилади. Шунинг учун бу асбоблар бошқа усулларни қўллаб бўлмаган ҳоллардагина ишлатилади.

Гигрометрик нам ўлчагичларда сезгир элемент ўлчанаётган газ билан гигрометрик мувозанатда туриши керак. Техник ўлчашлар амалиётида гигрометрик ўзгарткичларнинг қуйидаги турлари тарқалган: электролитик, қиздиришли электролитик ва сорбцион. Электролитик гигрометрларда ўлчаш ўзгарткичида электролитли намга сезгир элемент бўлади. Газнинг намлиги ўзгарганда бу элементдаги нам миқдори ўзгаради, натижада электролитнинг концентрацияси ҳамда тегишлича унинг қаршилиги ёки электр ўтказувчанлиги ўзгаради. Электролит сифатида, кўпинча, литий хлорид ишлатилади. Электролитик гигрометрларнинг ўлчаш схемалари кўприкли ўлчаш схемаларининг турли вариантларидан иборат бўлади. Электролитик гигрометрларнинг камчилигига уларнинг даражаланиш тавсифларининг нотурғунлигини, шунингдек, уларнинг кўрсатишига ҳароратнинг ва эритма концентрациясининг таъсирини киритиш мумкин.

Қиздиришли электролитик ўзгарткичлар тузилиши жиҳатидан электролитик ўзгарткичларга яқин. Бироқ ишлаш принципи бўйича фарқ қилади. Газ намлиги ўзгариши натижасида ўзгарткич электр ўтказувчанлиги ўзгариб унинг ҳарорати ҳам ўзгаради. Агар газнинг намлиги ортса, ўзгарткичнинг электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб, токнинг кўпайишига,

ўзгарткич ҳароратининг кўтарилишига ва ўзгарткичдан намнинг буғланишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида электр ўтказувчанликнинг, токнинг ва ўзгарткич ҳароратининг камайишига олиб келади. Шундай қилиб, таҳлил қилинаётган газдаги сув буғларининг парциал босимлари билан электролитнинг тўйинган эритмаси устидаги парциал босимларнинг мувозанат ҳолатига мос келадиган режим автоматик тарзда сақлаб турилади. Бу мувозанат ҳолатига мос келувчи ҳарорат бирор термометр билан ўлчанади. Қиздиришли электролитик гигрометрлар нисбатан содда ва ишончлидирлар. Уларнинг тавсифи амалда газнинг чангишига ёки ифлосланишига, тезлигига, босимига ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

Сорбцион гигрометрларда сорбцион материаллар (керамика, микроғовакли материаллар, алюминий оксидлар ва бошқалар) физик хоссаларининг улардаги газ намлигига боғлиқ бўлган нам миқдorigа қараб ўзгаришидан фойдаланилади. Одатда, нам сақлами ўзгариши билан ўлчаш ўзгарткичининг электр қаршилиги, сиғими, бирор бошқа параметри ўзгаради. Асбобнинг ўлчаш схемаси ўлчаш ўзгарткичини чиқиш сигнали билан белгиланади. Бу турдаги асбоблар индивидуал даражаланиш тавсифлари билан фарқ қилади, шунинг учун уларнинг саноатда кенг қўлланилиши чеклаб қўйилган.

Суyoқликларнинг намлигини ўлчаш

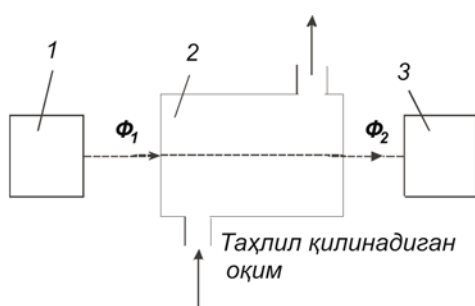
Суyoқликларнинг намлигини ўлчаш учун махсус нам ўлчаш асбоблари ёки суyoқликнинг бирор бошқа хоссасини ўлчайдиган асбоблар қўлланилади (бу хосса суyoқликнинг намлигига боғлиқ бўлиши керак). Масалан, пулпани характерлайдиган тавсифлардан бири унинг таркибидаги суyoқлик, қаттиқ модда нисбатидир. Бу катталиқ одатда зичлик ўлчагичлар билан ўлчанади. Пулпадан фақат суyoқ фаза чиқариб ташланаётган ҳолларда (буғлатиш, филтрлаш йўли билан) зичлик ўлчагичининг кўрсаткичлари пулпадаги суyoқлик миқдори билан аниқланади. У ҳолда зичлик ўлчагич нам ўдчагич вазифасини бажаради.

Сууюқликлар учун мўлжалланган махсус нам ўлчагичларда сиғимли ва абсорбцион ўлчаш усулларидан фойдаланилади.

Сигимли нам ўлчагичларнинг ишлаши сууюқликда сув миқдори камайганда унинг диэлектрик сингдирувчанлигининг ўзгаришига асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг электр схемаси сиғимли сатҳ ўлчагичнинг электр схемасига ўхшаш. Сууюқлик намлигининг ўзгариши сиғимнинг ва чиқиш кучланишининг ўзгаришига олиб келади. Бундай нам ўлчагичлар билан нефтдаги сув миқдори ўлчанади.

Асбобсозлик заводлари ПАВН туридаги анализаторлар ишлаб чиқаради, унинг ёрдамида нефт ва нефт маҳсулотларидаги сув миқдори аниқланади. У нефтдаги ва диэлектрик хоссалари жиҳатидан унга яқин нефт маҳсулотларидаги (мойлар, мазут, дизел ёқилғилари ва ҳ.) сув миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган. Анализатор ўлчаш блоки, таъминлаш ва назорат блоклари (ТНБ) ҳамда ўлчанадиган параметрни қайд этадиган автоматик потенциометр КСП4И дан иборат. Анализаторнинг ишлаш принципи назорат қилинаётган маҳсулотларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини ўлчашга асосланган бўлиб, бу катталиқнинг қиймати маҳсулотдаги сув миқдорига мутаносиб бўлади. Ўлчаш чегаралари 0...5 ва 5...15%, ўлчанадиган муҳитнинг ҳарорати 5...50⁰С, зичлиги 0,320 ... 0,900 г/см³.

Абсорбцион нам ўлчагичнинг ишлаш принципи (сууюқлик учун) сувнинг инфрақизил нур соҳасига яқин спектр нурланиш энергиясини ютишига асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг принципиал схемаси 6.51-расмда кўрсатилган.



6.51 – расм. Абсорбцион
намлик ўлчагичнинг

Сууюқлик камера 2 дан ўтказилади, у ерда сууюқлик орқали манба 1 дан нурланиш оқими Φ_1 ўтади. Камерада энергиянинг бир қисмини нам ютганлиги учун чиқаётган нурланиш оқими Φ_2 нинг энергияси аралашмадаги нам қиймати қанча кўп бўлса шунча кам бўлади. Оқим Φ_2 ни қабул қилгич 3 ўлчайди. Нурланиш манбаи бўлиб

чўғланиш лампаси, қабул қилгич бўлиб эса фоторезистор хизмат қилади. Саноатда ишлатиладиган нам анализаторлари ацетон ва спиртдаги нам қийматини 0 дан 5% гача аниқлаш учун хизмат қилади.

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари шартли равишда икки гуруҳга бўлинади: 1) намунадаги нам ёки қуруқ модда массасини аниқлашга имкон берадиган бевосита усуллар (қуритиш, экстракцион ва кимёвий усуллар); 2) намликни унга боғлиқ параметрни ўлчаш йўли билан аниқлайдиган билвосита усуллар (кондуктометрик, диэлкометрик, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонансли, термовакуум, теплофизик усуллар).

Бевосита усуллар юқори ўлчаш аниқлиги ва узок давом этиши билан фарқланади (10—15 соатгача).

Билвосита усуллар юқори тезликда бажарилиши ва ўлчаш аниқлиги анча пастлиги билан характерланади.

Техник ўлчашларда деярли ҳамма вақт билвосита усуллар қўлланилади. Билвосита усуллардан кондуктометрик, диэлкометрик (сифимли), ўта юқори частотали ва оптик усуллар кенг тарқалган.

Одатда саноатда ишлатиладиган материалларнинг кўпчилиги капилляр-ғовак моддалар бўлиб, уларда нам ғовакларда сақланади. Материал ютиши мумкин бўлган нам миқдорн капиллярларнинг шакли, ўлчами ва жойлашувига, шунингдек, сувнинг материал билан боғланиш жиҳатига боғлиқ. Намнинг материал билан турлича боғланиши унинг физик тавсифларига турлича таъсир қилади ва бу боғланишни аниқлаш анча қийинчиликларга боғлиқ. Шунинг учун қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш қийинчиликлар туғдиради ва даражаланган тавсифларнинг етарли бўлмаслигига олиб келади.

Капилляр - ғовак материаллар қуруқ ҳолида солиштирма қаршилиги 10^8 Ом·м ва ундан юқори бўлган диэлектрик моддалар ҳисобланади. Капилляр-ғовак материаллар намланганида солиштирма қаршилиги 10^4 Ом·м бўлган ўтказгичларга айланиши мумкин.

Кондуктометрик намлик ўлчагичлар қаттиқ ва сочилувчан материаллар намлигини ўлчашда кенг ишлатилади. **Кондуктометрик усул** модда намлиги билан унинг электр қаршилик ўртасидаги боғланишга асосланган. Бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{C}{W^n}, \quad (6.57)$$

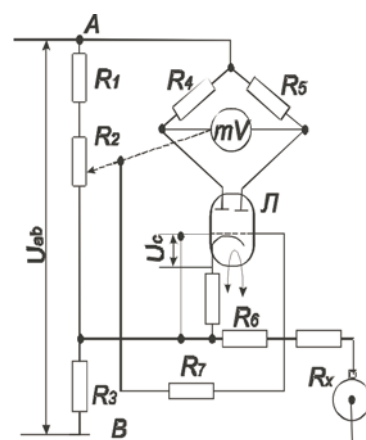
бу ерда R — материалнинг қаршилиги, Ом; C — материал табиатиغا боғлиқ бўлган доимий катталиқ; W — материалнинг намлиги, %; n — текширилаётган материалларнинг структураси ва табиатиغا боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи (турли материаллар учун кенг чегараларда ўзгариб туради).

С доимий ҳам, даража кўрсаткичи n ҳам ҳар қайси материал учун тажриба йўли билан аниқланади.

Қаршиликнинг намликка бўлган даражали нисбати капилляр-ғовак материаллар намлигини кондуктометрик усул бўйича аниқлаш усулининг юқори сезгирлигини кўрсатади. Лекин қаршиликнинг бошқа омилларга (ҳарорат, материал таркиби, зичлик, кимёвий таркиб, электролитлар мавжудлиги ва бошқалар) мураккаб боғлиқлиги намликни автоматик равишда узлуксиз ўлчашда бу усулни яроқсиз қилиб қўяди. Шунинг учун кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ишлатилиши чекланган.

Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ўзгарткичлари ясси пластиналар, цилиндрик найчалар, роликлар ва ҳоказо кўринишда ишланган икки электроддан иборат. Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг кўрсатишлари фақат тортилмаларнинг прессланишидагина тикланади, шунинг учун сочилувчан материалларга мўлжалланган ўзгарткичларнинг кўпчилиги электродлар орасидаги тортилмаларни прессловчи қурилмалар билан таъминланган.

Ўлчаш схемалар орасида унумлиси кўприкли схемалардир. Кўприкли ўлчаш схемалари юқори сезгирликка эга бўлиб, ўртача ва юқори (5 25%)



6.52 – расм. Кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагич

намликларни ўлчашда ишлатилади. 6.52-расмда кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагичнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Текшириладиган материал ролик ва вал орасидан ўтказилади (ролик валдан изоляцияланган). Занжирнинг асосий элементи кўприкдир, кўприкнинг R_4 ва R_5 елкалари доимий қаршиликлар, бошқа икки елкаси эса қўш триоднинг ички қаршиликларидир (схемада икки қўшимча R_1 ва R_3 қаршиликлар мавжуд). Кўприк диагонали бўйлаб милливольтметр уланган. Лампанинг чап ярим тўридаги U_c манфий кучланиш R_x қаршиликдаги кучланишнинг пасайиши орқали аниқланади ва u доимий бўлади. Шунинг учун триоднинг чап яримидаги қаршилик ҳам доимий бўлади. Ўнг триод тўридаги манфий кучланиш U_c дан I R_6 қатталikka фарқ қилади. I ток эса кўриладиган материалнинг R_x қаршилиги ва R_2 реохорд сирпанғичининг ҳолатига боғлиқ.. Реохорд сирпанғичи милливольтметр стрелкасининг нол ҳолатидан (кўприк мувозанати бузилган) четга чиқишида R_2 да кучланишнинг пасайиши, R_6 ва R_7 ларда кучланишнинг пасайиши билан мувозанатлашгунча компенсатор орқали ҳаракатга келтирилади.

Триоднинг иккала ярмидаги силжиш кучланишлари бир хил бўлганида, кўприк мувозанат ҳолатига келади. Намликнинг бинобарин материал қаршилиги R_x нинг ўзгариши билан R_6 қаршиликда ток ҳосил бўлади, кўприк мувозанати бузилади, натижада R_2 сирпанғич тегишли қийматга силжийди. Ҳар бир намлик қийматига реохорд сирпанғичи R_2 нинг муаян ҳолати мос келади.

Юқорида айтилганидек, ўзгарткич қаршилиги материал намлигидан ташқари бошқа омилларга ҳам боғлиқ. Шунинг учун қаршилик ва намлик ўртасидаги нисбатни таърифловчи эгри чизикларнинг характери бир хил бўлса ҳам турли моддаларга мос келмайди (ҳар бир модда учун даражали эгри чизик ёки ҳисоблаш жадваллари керак бўлади).

Диэлкометрик усул капилляр-ғовак жисмлар намлигининг ўзгариши уларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини ўзгартириб юборишига асосланган. Қуруқ жисмларда диэлектрик сингдирувчанлик $\epsilon = 1 \dots 6$, сувники эса $\epsilon = 81$. Материалнинг намлиги ўзгариши натижасида диэлектрик

сингдирувчанликнинг ўзгаришини, одатда, қопламлари орасига таҳлил қилинаётган материал жойлаштирилган конденсатор сиғимининг ўзгариши бўйича аниқланади. Диэлкометрик намлик ўлчагичнинг ўзгарткичи иккита ясси пластина ёки иккита концентрик цилиндрлар тарзида ясаиб, уларнинг ораси таҳлил қилинаётган материал билан тўлдирилади. Геометрик ўлчамлари маълум конденсаторнинг сиғимини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$C=K \cdot \varepsilon, \quad (6.58)$$

бу ерда, K — конденсаторнинг геометрик ўлчамлари ва шаклига қараб аниқланадиган доимий; ε — материалнинг намлиги бўйича аниқланадиган диэлектрик сингдирувчанлик.

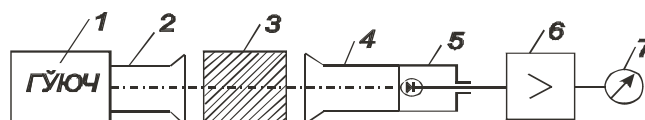
Сиғимли ўзгарткичининг юқори частотали тебраниш контурига уланиши ўзгарткичнинг сиғимини ва унга қараб материалнинг намлигини ўлчаш учун лампада ёки ярим ўтказгичли асбобларнинг резонансли схемаларидан фойдаланишга имкон беради. Сиғимли ўзгарткичлар материалнинг таркиби, унинг тузилиши. ҳамда электрод билан материал ўртасидаги контакт қаршиликка кам сезгир. Чунки кўпчилик материалларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги ҳароратга боғлиқ бўлади, саноат асбобларида ҳароратнинг ўзгаришига тузатмани автоматик киритиш кўзда тутилади. Сиғимли намлик ўлчагичларнинг хатолиги 0,2...0,5% ни ташкил этиши мумкин. Бироқ намуна олиш усули (конденсатор қопламлари орасини материал билан тўлдириш) ўлчаш натижаларига таъсир қилиши мумкин. Масалан, ҳатто таҳлил қилинаётган материал заррачаларининг ўзгариши намлик ўлчагичнинг кўрсатишига жуда катта таъсир қилади. Шу сабабли қаттиқ ва сочилувчан моддаларнинг намлигини ўлчайдиган сиғимли намлик ўлчагичлар техник ўлчашларда камроқ қўлланилади.

Қаттиқ сочилувчан, шунингдек, толали материаллар намлигини ўлчашнинг мураккаблиги шундаки, датчик материал билан ўзаро таъсирлашганида унинг структураси, тўкилма зичлиги ва бошқа омиллар ўзгариши ва улар асбоб хатолигини жуда кўпайтириб юбориши мумкин.

Шунинг учун саноатда асосан контактсиз ўлчаш усуллари қўлланилган: ўта юқори частотали ва оптик усуллар.

Ўта юқори частотали (ЎЮЧ) намлик ўлчагичларда сув ва курук модданинг электр хоссалари анча (ўнлаб марта) фарқ қилишидан фойдаланилади. Намлик қиймати таҳлил қилинаётган материал қатламидан ўтаётган **ўта юқори частотали** нурланишларнинг сусайишига қараб ўлчанади.

Ўта юқори частотали (ЎЮЧ) усул ультрақисқа сантиметрли радиотўлқинлар соҳасида (3000...10000 МГц) материалларнинг электр хусусиятлари улардаги намликка боғлиқ эканлигига асосланган. ЎЮЧ намлик ўлчагичларнинг тузилиш схемаси 6.53- расмда тасвирланган.



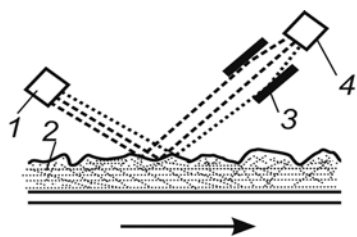
6.53 – расм. Ўта юқори частотали намлик ўлчагичнинг схемаси.

Текширилаётган материал 3 ЎЮЧ генератор 1 дан таъминланувчи узатувчи антенна 2 ва қабул қилувчи антенна 4 орасидан ўтади. Қабул қилувчи антеннада ЎЮЧ ли нурланишнинг заифлашган сигнадини қабул қилувчи детектор 5 жойлашган. Кучайтиргич 6 орқали кучайтирилган бу сигнал ўлчаш асбоби 7 га келади.

ЎЮЧ ли усул контактсиз ва инерциясиз бўлиб, мавжуд электролитларга ва бошқа электр усулларга кўра материалдаги намликнинг нотекис тарқалишига унчалик сезгир эмас.

ЎЮЧ ли намлик ўлчагичларнинг асосий камчилиги асбоб шаклланишининг мураккаблигидир. Бу ерда,н ташқари, бу асбоблар назорат қилинаётган материалнинг доимий зичлик даражасининг ёки зичлиги ҳақидаги маълумотни талаб қилади.

ЎЮЧ ли намлик ўлчагичлар 0... 100% ли кенг чегарада намликни юқори аниқлик билан ўлчашга имкон беради.



6.54 – расм. Оптик намлик ўлчагич

Оптик намлик ўлчагичларда модданинг намлиги билан ундан қайтган нурланишнинг орасидаги боғланишдан фойдаланилади. Энг катта сезгирлик ҳосил қилиш учун спекторнинг инфрақизил соҳасидаги нурланишдан фойдаланилади. Уни манба 1 ҳосил қилади (6.54-

расм). Таҳлил қилинаётган материал 2 дан қайтган ёруғлик оқими тўплаш қурилмаси 3 ёрдамида қабул қилгич 4 га юборилади. Материалнинг намлиги қанча катта бўлса, у инфрақизил нурларни шунча яхши ютади ва қайтган оқим миқдори шунча кам бўлади.

Бу усул билан фақат юпқа қатламнинг (5 ... 30 мм) намлигинигина ўлчаш мумкин бўлганлигидан намлик ўлчагичдан, одатда, конвейер ленталарида ташилаётган сочилувчан материаллар учун фойдаланилади. «Берег» туридаги оптик намлик ўлчагичлар намлиги 80% гача бўлган материалларни таҳлил қилишга имкон беради.

6-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Газ аралашмаларининг таркибини анализ қилиш
2. Кимёвий газ анализатор
3. Электр-кимёвий газ анализатор
4. Термокимёвий газ анализатор
5. Хроматография газ анализатори
6. Термокондуктометрик газ анализатори
7. Термомагнит газ анализатори
8. Абсорбцион-оптик газ анализатори
9. Эритмаларни таркибини анализ қилишнинг кондуктометрик, оптик, потенциометрик усуллари
10. Суюқликнинг зичлигини ўлчаш
11. Қалқовичли, вазнли, гидростатик, радиоизотопли зичлик ўлчагичлар
12. Суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчаш

- 13.Капилляр, эркин тушувчи шарикли, тебранишли, айланма моментли (ротацион) вискозиметрлар
- 14.Моддаларни намлигини ўлчаш
- 15.Психрометрик, шудринг нуқтаси, сорбцион, сифимли, абсорбцион, кондуктометрик, диэлькометрик, ўта юқори частотали, оптик намлик ўлчагичлари

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Газ аралашмаларини таркибини анализ қилишнинг усуллари изохлаб беринг.
2. Термохимий, термокондуктометрик, термомагнит газ анализаторларининг ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Газ аралашмаларининг таркибини анализ қилишда химий ва электрохимий газ анализаторларининг фарқи қандай?
4. Хроматография газ анализаторининг ишлаш принципини тушунтиринг.
5. Абсорбцион-оптик газ анализаторининг ишлаш принципини тушунтиринг.
6. Эритмаларнинг таркибини анализ қилишнинг кондуктометрик, оптик, потенциометрик усуллари ишлаш принципини тушунтиринг.
7. Саноатларда газ аралашмаларининг ва эритмаларнинг таркибини анализ қилишда қандай муаммолар мавжуд?
8. Суюқликларнинг зичлигини ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
9. Калковичли, вазинли, гидростатик, радиоизотопли зичлик ўлчагичларининг ишлаш принципини тушунтиринг.
- 10.Суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
- 11.Капилляр, эркин тушувчи золдирли, тебранишли, айланма моментли вискозиметрларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
- 12.Моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
- 13.Психрометрик, шудринг нуқтаси, сорбцион, сифимли, частотали, оптик намлик ўлчагичларининг ишлаш принципини тушунтиринг.

14. Саноатларда зичлик, қовушоқлик ва намлик ўлчашда қандай муаммолар мавжуд?

VII БОБ. МЕХАНИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

7.1- §. МЕХАНИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШДАГИ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Механик параметрларни (ўлчамларни, силжишларни, кучларни, тезликларни ва ҳоказоларни) назорат қилиш асбоблари турли технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг қўлланилмоқда, бу ерда, қалинликни, чизикли ва бурчакли силжишларни, бурчак тезликларни (машина ва механизмларнинг айланишлар сонини), кучланишларни, деформацияларни, тебранишларни ва бошқаларни ўлчаш талаб қилинади.

Чизикли ўлчамларни ўлчашнинг электр усуллари кичик ва катта ўлчамларни ўлчаш усулларига ажратиш мумкин.

Жуда ҳам кичик ўлчамларни (микрометрнинг улушларидан бир неча микрометргача) ўлчаш усулларида деталларнинг ғадир-будурлигини ўлчашда, уларга ишлов бериш сифатини баҳолашда фойдаланилади. Бир неча микрометрдан 100—200 мм гача бўлган ўлчамларни ўлчовчи асбоблар микрометрлар ёки қалинлик ўлчагич (толщиномер) деб аталади ва саноатда автоматик назорат қилишнинг жуда турли-туман соҳаларида қўлланилади.

Катта ўлчамларни (бир неча метргача) ўлчаш усуллари суяқликлар ва сочилувчан моддаларнинг сатҳни аниқлаш учун сатҳ ўлчагичлар яшашда фойдаланилади

Ғадир-будурликни (нотекисликни) ўлчашнинг электр усуллари одатда пайпаслаш (ушлаб кўриш) усулига асосланган бўлиб, профилометрлар ёки профилографлар дейилади. Профилометрлар ғадир-будурликнинг фақат кўринма баландлигини баҳолашга имкон беради, профилографлар эса сиртнинг профилограммасини олишга имкон беради. Профилометрлар пезоэлектрик, индуктив ва индукцион ўзгарткичлар билан курилади.

Микрометрларда индуктив, фотозлектрик ва сифимли ўзгарткичлар жуда тез-тез қўлланилади. Қалинлик ўлчагичларда магнит занжирларнинг хоссаларидан фойдаланишга асосланган ўзгарткичлар ва ионли ўзгарткичлар кенг тарқалган. Қалинлик ўлчагичларга кўпинча бундай талаб қўйилади: объектнинг қалинлиги фақат бир томонидан бориб ўлчаниши керак. Шунинг учун қалинлик ўлчагичларни яшаш усуллари, масалан, ўзгармас магнитнинг ёки электромагнитнинг тортиш кучланишини буюмнинг қалинлигига ёки устқопламанинг қалинлигига ёки ўлчанаётган материалнинг (индуктив асбобларнинг) қалинлигига боғлиқ ҳолда магнит занжири қаршилигининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда ўлчашга асосланади. Ионли қалинлик ўлчагичларда текширилаётган қалинлик β , j ёки рентген нурларини ютиш жадаллигига кўра (икки томондан бориш мумкин бўлганда), ёки бу нурларнинг тарқалиш жадаллигига кўра (бир томондан бориш мумкин бўлганда) аниқланади.

Механик ҳаракатнинг асосий параметрлари — силжиш, тезлик ва тезланиш ўзаро оддий дифференциал боғланишлар билан боғланганлиги маълум. Ҳаракат параметрларининг бу хоссаси уларни ўлчаш асбобларини яшашда фойдаланилади.

Ҳаракат параметрларини ўлчаш усуллари икки асосий гуруҳга ажратилиши мумкин. Биринчи гуруҳга ҳаракатдаги объект билан ҳаракатсиз деб қабул қилинган тизим ўртасидаги бевосита контактни амалга оширишга асосланган усуллар киради. Контакт (тегиш) албатта механик бўлиши шарт эмас, у оптик, акустик, радио ва бошқа усуллар билан вужудга келиши мумкин. Бундай асбобларнинг табиий кириш катталиги силжиш ҳисобланади. Бу усулларнинг иккинчи гуруҳи ҳисоб боши деб қабул қилинган қўзғалмас тизим билан бевосита контактни амалга оширишни талаб қилмайди. Бу гуруҳдаги асбоблар инерциал дейилади ва уларнинг табиий кириш катталиги тезланиш ҳисобланади.

Тезликларни ва тезланишларни ўлчовчи асбоблар велосиметр ва акселометрлар дейилади; вибрацион силжишларни ўлчовчи асбоблар эса виброметрлар дейилади.

Ҳаракат параметрлари ўзгариш характериға кўра икки асосий синфга ажратилиши мумкин: илгариланма (ёки айланма) ҳаракат параметрлари ва тебранма ҳаракат параметрлари, у вибрация деб аталади.

Деформациялар ва механик кучланишларни ўлчаш учун кўпинча тензокаршилиқлар ва индуктив тензометрлардан фойдаланилади.

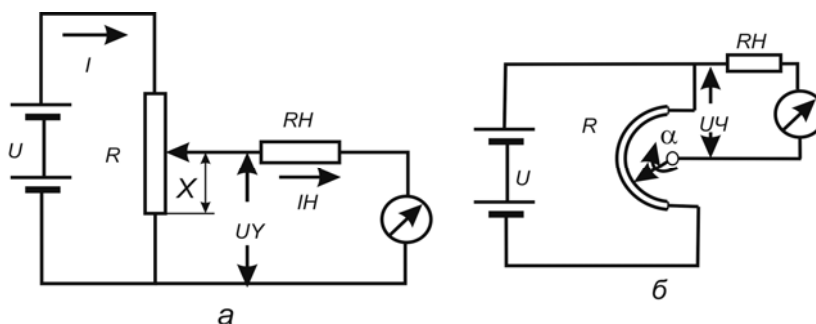
Куч, босим ва айланувчи (буралувчи) моментларни электрик ўлчаш усуллари бир-бирига анча ўхшаш ва икки хил турга ажратилиши мумкин: табиий кириш катталиғи ўлчанаётган катталиқнинг ўзи бўлган ўзгартиргичлардан фойдаланишга асосланган усуллар ва ўлчанаётган кучларнинг таъсирида бўладиган эластик элементларнинг материалидаги механик кучланишларни ўлчашга асосланган усуллар.

Механик параметрларни назорат қилиш учун электрик ўзгарткичлар ишлаш принципіга кўра потенциометрик, тензометрик, сиғимли, индуктив ва бошқа турлардаги датчикларга бўлинади. Шуларнинг айримлари билан танишиб чиқамиз.

7.2- §. СИЛЖИШНИ ЎЛЧАШ

Чизиқли ва бурчакли силжишларни ўлчовчи асбоблар турли хил технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг қўлланилади.

Потенциометрик силжиш ўлчагичлар оралиқ X ёки бурчак α бўйича силжишни ўлчайди ва электр сигналга айлантиради. Кириш сигнали оралиқ X га ёки α бурчакка силжиш бўлса, оралиқ X ёки α даги , кучланиш потенциометрик чиқувчи сигнал $U_{\text{ч}}$ бўлади (7.1-расм, а, б)



7.1 – расм. Силжишни ўлчайдиган бир тактли потенциометр:

а – тўғри чизиқ бўйича сургичли потенциометр; б – бурчак бўйича сургичли

Потенциометр U кучланишли манбага уланганда, қаршилик R орқали ток I ўтади. Агар сурилгич C қаршилик R бўйича X ораликқа сурилса, ундан чикувчи сигнал қуйидагича аниқланади:

$$U_q = IR_x = U \cdot \frac{R_x}{R}, \quad (7.1)$$

бу ерда,

$$I = \frac{U}{R}.$$

Потенциометрнинг чулғами бир текис ўралган ва уни бирлик ораликларидаги қаршилиги ўзгармас бўлса, қуйидаги тенглама ўринли бўлади:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{U_q}{U}, \quad (7.2)$$

чиқиш сигнали

$$U_q = \frac{U}{R} R_x = K \cdot R_x, \quad (7.3)$$

бу ерда, $K = \frac{U}{R}$ узатиш коэффиценти, R_x —сурилгич сурилган ораликдаги қаршилик, R — потенциометрнинг тўла қаршилиги.

Ифода (7.3) потенциометрик сезгичлардан чикувчи U_q кучланиш билан кирувчи сигнал (сурилиш оралиғи) X орасида тўғри мутаносиблик борлигини кўрсатади.

Потенциометр чулғамининг солиштирма қаршилиги катта ва иссиқлик коэффиценти жуда кичик бўлган симлар (константа, манганин, нихром ва бошқалар) дан тайёрланади.

Автоматик тизимларда бундай бир тактли сурилиш сезгичлари ўрнида кўпинча икки тактли потенциометрик сезгичлар ҳам қўлланилди. Бу сезгичларнинг сурилгичидан олинadиган сигнал U_q нинг микдоридан ташқари ишораси ҳам ўзгаради. Ундаги сигнал ўтказувчи симларнинг бир учи потенциометр қаршилигининг ўрта нуктаси $\frac{l}{2}$ да уланади, иккинчи учи эса сурилгичга уланган бўлади. Агар сурилгич қаршиликнинг ўрта нуктаси $\frac{l}{2}$ да турса, потенциометрдан сигнал чиқмайди ($U_q=0$). Сурилгич 0 нуктадан

юқорида бўлганда, чиқувчи сигнал мусбат(+ $U_{\text{ч}}$), пастда бўлса, манфий (— $U_{\text{ч}}$) бўлади (7.2-расм).

Потенциометрик сезгичлар кўпинча машина ва механизмларнинг маълум кичик ораликқа сурилишини ёки бурчакка бурилишини ўлчаш учун хизмат қилади.

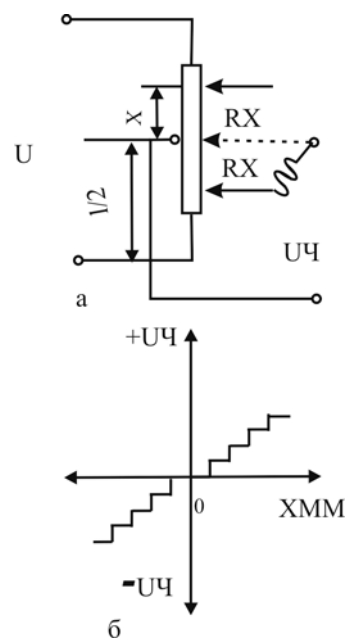
Потенциометрик сезгичларнинг афзаллиги уларнинг тузилишининг соддалиги, массаси ва ҳажм ўлчамларининг кичиклиги, ўзгармас ва ўзгарувчан ток манбаларига уланиши мумкинлиги, юқори стабилликка эгаллиги ва созлаш ишларининг соддалигидадир. Ундаги сурилма контактнинг мавжудлиги унинг ишончли ишлаши ва иш муддати камайишига сабаб бўлади. Сезувчанлигининг юқори эмаслиги ва поғонали тавсифга эгаллиги бундай сезгичларнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Потенциометр чулғамининг реактив қаршилиги ҳисобга олинмайди.

Индуктив силжиш ўлчагичларнинг ишлаш принципи электромагнит тизимининг қўзғалувчи темир ўзагидаги ҳаво оралиғи δ га боғлиқ равишда электромагнит чулғамининг индуктивлиги L нинг унга мутаносиб ўзгаришига асосланади(7.3-расм, а).

Ўлчанадиган микдор — силжиш X таъсирида қўзғалувчан темир ўзакнинг силжиши электромагнит чулғаи индуктивликни ўзгартиради. Индуктивлик тенгламасига мувофиқ:

$$L = \frac{\Phi \cdot w}{I}; \quad \Phi = \frac{I \cdot w}{R_m}; \quad \text{бундан} \quad L = \frac{w^2}{R_m} = \frac{w^2}{R_T + R_\sigma}, \quad (7.4)$$

бу ерда w — электромагнит чулғаидаги ўрамлар сони; R_m — магнит занжирининг қаршилиги; R_m — темир ўзакнинг магнит қаршилиги; R_σ — ҳаво оралигининг магнит қаршилиги.



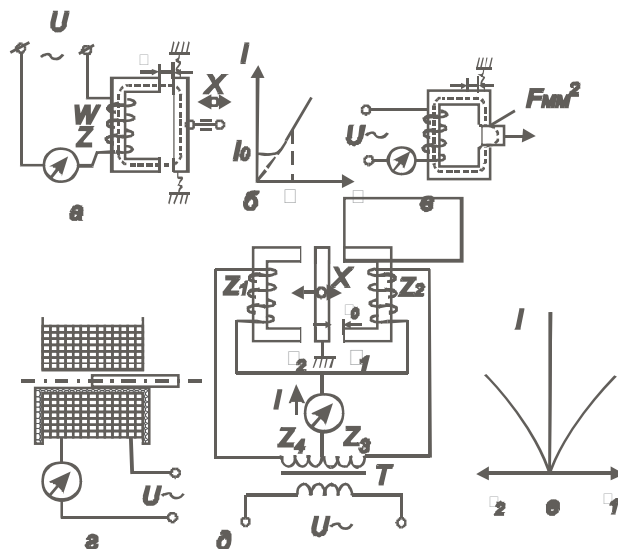
7.2 – расм. Икки тақтли потенциалрик датчик:

а – принципал схемаси; б – юкламасиз

Темир ўзакнинг магнит қаршилиги R_T ўзгармас қиймат; ҳаво оралиғи қаршилиги R_σ эса темир ўзак силжишига боғлиқ бўлган ҳаво оралиғи δ нинг ўзгаришига мутаносиб равишда ўзгаради:

$$R_\sigma = \frac{2\sigma}{\mu \cdot F_0} , \quad (7.5)$$

бу ерда F_0 — ҳаво оралиғининг кўндаланг кесим юзи; μ — ҳаво оралиғининг магнит сингдирувчанлиги.



7.3 – расм. Индуктив силжиш ўлчагичлар:

а – ҳаво оралиғи ўзгарадиган ўлчагич; б – ўлчагич
характеристикаси; в – ҳаво оралиғи юзаси ўзгарадиган ўлчагич; г –
соленоидли, магнит сингдирувчанлиги ўзгарадиган ўлчагич; д –
дифференциал силжиш ўлчагич; е – дифференциал силжиш

Ҳаво оралиғининг қаршилиги темир ўзак магнит занжирининг магнит қаршилигидан жуда катта $R_\sigma \gg R_T$ эканини назарга олганда, электромагнит чулғамининг идуктивлигини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$L = \frac{W^2 \cdot \mu \cdot F_0}{2\delta} . \quad (7.6)$$

Индуктивлик ифодасидан фойдаланиб, занжирдаги ток ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + w^2 L^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + w^2 \left(\frac{W^2 \mu \cdot f_0}{2\delta} \right)^2}} \quad (7.7)$$

бу ерда R — занжирнинг актив қаршилиги; w — ўзгарувчан ток частотаси.

Бу ифода занжирдаги ток I ўзгариши, ўлчагичдаги ҳаво оралиғи δ ҳаво оралиғининг кўндаланг кесими F_0 ёки ҳаво оралиғининг магнит сингдирувчанлиги μ лар ўзгаришига мутаносиблигини ва шу ток орқали механик силжиш қийматини ўлчаш мумкинлигини кўрсатади.

Индуктив силжиш ўлчагичлар уч турли бўлади: 1) ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган (7.3-расм, а); 2) ҳаво оралиғи кўндаланг кесими юзи F_0 нинг ўзгаришига асосланган (7.3-расм, в); 3) электромагнит тизим, магнит тизим, магнит сингдирувчанлиги μ нинг ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар (7.3-расм, г).

Ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар 0...1 мм оралиғидаги силжишини ўлчайди. Ҳаво оралиғи бундан ортиқ бўлганда $\leq f(\delta)$ функция тўғри чизиқлилигини йўқотади. Ўлчаш хатоси ортиб кетади. Силжиш 5...8 мм бўлса, иккинчи турдаги ўлчагич ва силжиш 50 ... 60 мм гача бўлганда эса, учинчи турли (соленоидли) ўлчагичлар қўлланилади.

Индуктив силжиш ўлчагичларда (7.3-расм, а, в, г), ўлчаниши лозим бўлган параметр ўзгаришини сезгичдан чиқувчи сигнал — ток I нинг ўзгаришига мувофиқ ўлчанади. Бундай сезгичларда ўлчанадиган силжиш нолга тенг бўлганда ҳам, ўлчов асбоби орқали I ток ўтиб туради.

Датчикнинг бундай камчилигини йўқотиш учун амалда индуктив дифференциал сезгичлар (7.3-расм, д) қўлланилади.

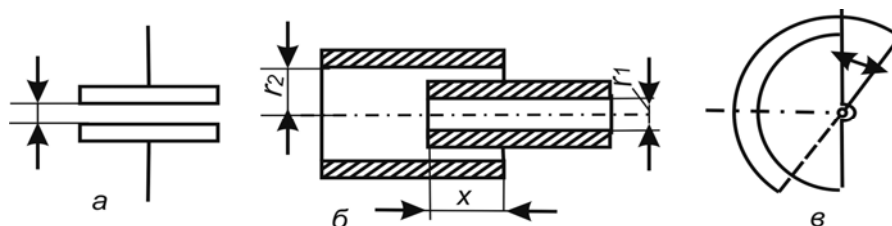
Дифференциал силжиш ўлчагичлар иккита бир хил индуктив силжиш ўлчагичнинг дифференциал схема бўйича уланишидан ҳосил бўлади (7.3-расм, д).

Қўзғалувчи темир ўзак (якорь) ўрта ҳолатда турганда, $\delta_1 = \delta_2 = \delta_0$ чиқувчи сигнал нолга тенг бўлади ($I_q = 0$). Якорнинг бу ҳолати ўзгариши, кирувчи сигнал X таъсирида қўзғалувчи темир ўзакни ўнгга ёки чап томонга силжиши натижасида ҳосил бўлиб, чиқувчи сигнал I_q ҳосил бўлади. Якорнинг δ_0 га нисбатан ўнгга ёки чапга оғиши билан ҳосил бўладиган сигналлар бир-бирига қарама-қарши йўналишда (уларнинг фазаси 180° га бурилган) бўлади.

Буни дифференциал индуктив силжиш ўлчагичнинг статик тавсифидан (7.3- расм, е) кўриш мумкин. Силжиш ўлчагичнинг сезувчанлиги оддий индуктив ўлчагичлар сезувчанлигидан анча катта бўлиб (тавсиф бўйича) қуйидаги ифода асосида топилади.

$$\frac{\Delta I}{\Delta \delta} = \operatorname{tg} a. \quad (7.8)$$

Сиғимли силжиш ўлчагичлар сифатида электродлари (пластиналари) тўғри чизик ёки бурчак бўйича силжий оладиган конденсаторлар қўлланилади. Конденсатор электродларининг силжиши кирувчи сигнал бўлса, унинг сиғимининг ўзгариши чикувчи сигнал бўлади. Бундай конденсаторлар технологик жараён давомида материалларнинг қалинлиги, сатҳ мазкур дарсликнинг V бобидаги 5.4-§ да кўрилган каби технологик параметрларни ўзгаришини ўлчаш имконини беради.



7.4 – расм. Сиғимли силжиш ўлчагичлар.

Сиғимли силжиш ўлчагичларнинг баъзи турлари 7.4- расмда кўрсатилган.

Ясси электродли (пластинали) конденсатор (7.4- расм, а) сиғими қуйидагича ифодаланади:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot F}{4\pi \cdot X}, \quad (7.9)$$

бу ерда, ε - конденсатор пластиналари орасидаги модданинг диэлектрик доимийси; F - конденсатор пластинасининг юзи; X - пластиналар орасидаги масофа.

Пластиналар оралиғининг ўзгариши конденсатор сиғимн C нинг ўзгаришига олиб келади. Ўлчагичнинг сезувчанлиги

$$\frac{dC}{dX} = \frac{\varepsilon \cdot F}{4\pi \cdot X^2}. \quad (7.10)$$

Цилиндрик конденсаторнинг сиғими ички цилиндрнинг ўқи бўйича силжиши X билан қуйидагича боғланишда бўлади (7.4-расм,б)

$$C = \frac{\varepsilon \cdot x}{\ln r_2 / r_1}, \quad (7.11)$$

бу ерда, r_1 -ички цилиндрнинг радиуси; r_2 -ташқи цилиндрнинг радиуси, X - цилиндрларнинг бир-бирига тушиши оралиги.

Ўлчагичнинг сезувчанлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{dC}{dx} = \frac{\varepsilon}{\ln r_2 / r_1}. \quad (7.12)$$

Бурчак бўйича силжиш ўлчагичи 7.4-расм, в да кўрсатилган. Бундай конденсаторнинг сиғими қуйидагича ифодаланади:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot F}{4\pi d} \left(1 - \frac{a}{\pi} \right). \quad (7.13)$$

бу ерда, F — конденсаторнинг $d = 0$ бўлгандаги юзи; d — пластиналар орасидаги масофа; a — қўзғалувчи пластиналарнинг силжиш бурчаги.

Ўлчагичнинг сезувчанлиги

$$dC/da = \varepsilon \cdot F / 4\pi^2 d. \quad (7.14)$$

Сиғимли ўлчагичлардан чиқувчи сигнал жуда заиф бўлганлиги туфайли, улар сигнал кучайтиргич элементи билан жиҳозланади. Ўлчагичлар 50 Гц гача бўлган частотада ишласа, уларнинг сигнал кучайтиргичи жуда ҳам катта қувватга эга бўлиши керак бўлади. Шунинг учун сиғимли ўлчагичлар анча юқори частоталарда (10 кГц ва ундан юқори) ишлаганда, ўринли бўлади. Сиғимли ўлчагичларнинг яна бир камчилиги уларнинг ўлчаш аниқлигига паразит сиғимлар (уловчи симларнинг ерга нисбатан сиғимлари) таъсири катталигидир. Бундай таъсирларни йўқотиш учун экранланган симлардан фойдаланилади. Ўлчагичнинг ўзи ҳам металл каркас билан экранланган бўлади. Сиғимли ўлчагичлар технологик жараёнларда моддаларнинг сатҳни, қалинлигини, намлигини ҳамда босимини ўлчаш учун кенг қўлланилади.

7.3- §. КУЧНИ ЎЛЧАШ

Технологик жараёнларда машина ва механизмларнинг алоҳида қисмларига таъсир қиладиган кучлар ва бу кучлар таъсирида вужудга келадиган деформацияларни (чўзилиш, қисилиш, букилиш ва хоказо) ўлчаш

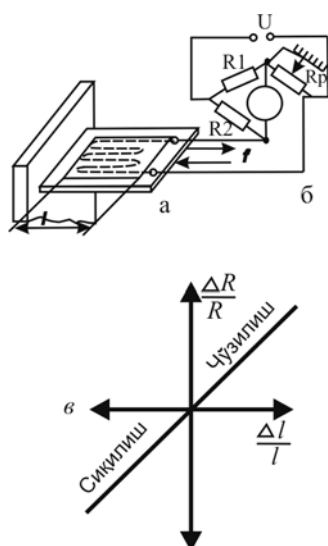
учун кўпинча тензометрик ўлчагичлар қўлланилади. Бундай ўлчаш ўтказгич ёки ярим ўтказгич симлар актив қаршилигининг деформация натижасида ўзгариш самарасига асосланади. Бу самара тензосезувчанлик деб аталади. Тензометрик ўлчагичларнинг тензосезувчанлик коэффициенти

$$S_T = \frac{\Delta R_H}{\Delta l_H}, \quad (7.15)$$

билан характерланади,

бу ерда $\Delta R_H = \frac{\Delta R}{R}$ — қаршилиқнинг нисбий ўзгариши; $\Delta l_H = \frac{\Delta l}{l}$ — чўзилиш ёки қисилишининг нисбий ўзгариши; l — тензоўлчагичнинг деформациягача бўлган узунлиги; Δl — тензоўлчагичнинг деформация натижасида чўзилиши, R — тензоўлчагичнинг деформациягача бўлган актив қаршилиги; ΔR — тензоўлчагич қаршилигининг деформация натижасида ўзгариши.

Ҳозирги вақтда жуда ингичка сим, фольга ва ярим ўтказгич материаллардан тайёрланган тензометрик ўлчагичлар техникада кенг қўлланилмоқда. Симдан ясалган тензоўлчагичнинг тузилиши, машина ва механизмнинг текширилиши лозим бўлган қисмига ўрнатилиш схемаси ва тавсифи 7.5-расм, а, б, в ларда кўрсатилган. Ундаги тензоўтказгич диаметри



7.5 – расм. Тензоўлчагич
а – тензо датчикнинг ўрнатилиш
схемаси
б – мувозанатлашадиган кўприк

0,02...0.05 мм гача бўлган ингичка зигзаг шаклига эга бўлган сим бўлагидан тузилган ва юпқа қоғоз ёки плёнка орасига олиниб, елим билан ёпиштирилган бўлади. Бундай тензоўлчагич статик ёки динамик деформацияси ўлчаниши керак бўлган машина ва механизмнинг текширилиши керак бўлган қисмига елимлаб мустаҳкам ёпиштирилади. Бунда сим зигзаглариининг узун томони l машина ва механизмнинг деформацияси ўлчаниши керак бўлган қисмига таъсир қиладиган куч f йўналишига

мос йўналган бўлиши керак (7.5-расм, а). Шунда куч йўналиши бўйича вужудга

келган деформация (чўзилиш, қисилиш) тензоўлчагич симининг узунлиги l ни ҳам ўзгартиради. Натижада симнинг кўндаланг кесими S ва солиштирма қаршилиги ρ_k ҳам ўзгаради. Агар симнинг чўзилгунга қадар бўлган қаршилиги

$$R = \rho_k \frac{1}{S} \quad (7.16)$$

бўлса, чўзилгандан кейинги қаршилиги $R + \Delta R$ бўлади.

Амалда тензоўлчагич қаршилигининг ўзгариши ΔR мувозатланидиган кўприк схема ёрдамида ўлчанади (7.5-расм, а, б).

Симли тензоўлчагичлар кўпинча константан ёки нихромдан тайёрланади. Чунки бу симларнинг солиштирма қаршилиги ρ_k катта, қаршилиқ ўзгаришига ҳароратнинг таъсири жуда кам бўлади.

Симли тензоўлчагичларнинг характерли ўлчамлари: номинал қаршилиги $R = (50 — 400)$ Ом; симнинг куч йўналиши бўйича узунлиги $l = (15 — 45)$ мм; эни $b = 7 — 10$ мм; сезувчанлик коэффиценти

$$S_T = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l} = 1.8 \div 2.5, \quad (7.17)$$

массаси жуда ҳам кичик бўлади.

Сўнгги пайтларда техникада ярим ўтказгичли тензоўлчагичлар кенг қўлланила бошланди. Бундай тензоўлчагичлар асосан германий ёки кремний пластиналаридан тайёрланади. Пластиналар юпқа қоғоз ёки плёнка орасига олиниб, елимланади ва текширилиши керак бўлган машина қисмига елим билан мустаҳкам ёпиштирилади.

Афзалликлари: тензосезувчанлик коэффиценти сим ёки фольганикига нисбатан 60 марта катта, пластинанинг актив узунлиги 3—10 мм. Ташқи муҳит ҳарорати —160 + 300°C гача ўзгарганда ҳам нормал ишлайверади. Нисбий деформация + 01% ўзгарганда ҳам тавсифининг тўғри чизиқлилиги сақланади.

Камчиликлари: пластиналарнинг эластиклиги кам, бир турдаги тензоўлчагичларнинг тавсифлари ҳар хил ва тўғри чизиқли эмас.

7.4-§. ТЕЗЛИКНИ ЎЛЧАШ

Турли технологик жараёнларни автоматлаштиришда тезликни ўлчаш асбоблари кенг қўлланилмоқда, бу жараёнларда машина ва механизмлар

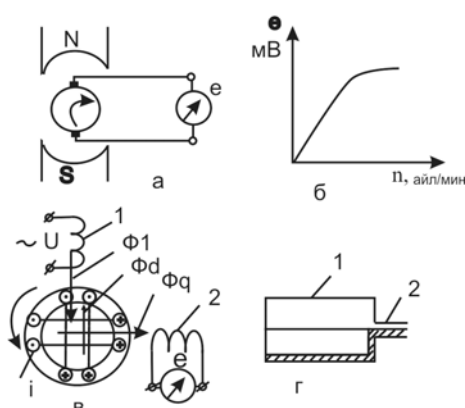
қисмларининг айланишлар сонини ўлчаш ҳамда назорат ёки бошқариш тизимига берилган қийматдаги айланишларга етганда буйруқ бериш талаб қилинади. Бурчак тезликни ўлчовчи асбоблар — тахометрлар ишлаш принципага кўра механик, стробоскопик, магнитоиндукцион, электрик ва электронли бўлади. Тахометрлар кўрсатишларни (маълумотларни) масофага узатувчи ва маълумотларни бевосита жойда кўрсатувчи турларда ишлаб чиқарилади. Асбоблар ўлчаш объектига улаш усулига кўра турли хил тузилишда ясалади. Механик ва стробоскопик тахометрлар автоматлаштириш тизимларида чекланган тарзда қўлланилади, шу муносабат билан мазкур дарсликда улар қараб чиқилмайди.

Магнитоиндукцион тахометрлар технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимларидаги механизмлар ва машиналар қисмларининг айланишлар сонини ҳам маҳаллий ўлчаш учун, ҳам масофадан ўлчаш учун кенг қўлланилади. Масофадан туриб ўлчайдиган *магнитоиндукцион тахометрлар*нинг ишлаш принципи объект валининг айланиш частотасини бирламчи ўзгарткич томонидан валнинг айланиш частотасига мутаносиб частотали электр юритувчи кучга айлантиришга ҳамда уч фазали токлар тизимининг айланувчи магнит майдонини вужудга келтириш хоссасига асосланган. Тузилиши жиҳатидан ўзгарткич ўзгармас магнитли уч фазали ўзгарувчан ток генераторидан иборат. Кучланиш генератордан кўрсатувчи асбобга келади, унда эса қабул қилгич (приёмник) сифатида доимий магнитларни айлантирувчи синхрон двигател қўлланилган. Айланиш частотасининг стрелканинг бурчак силжишига ўзгартириш магнитоиндукцион ўлчов узели (бўғини) воситасида амалга оширилади, бўғиннинг ишлаши эса айланувчи доимий магнитлар магнит майдоннинг шу майдонинг металл дискка йўналтирган индукцион токлар билан ўзаро таъсирига асосланган. Бундай ўзаро таъсир натижасида стрелка билан боғлиқ дискнинг айланиш моменти юзага келади, бу момент магнитларнинг айланиш частотасига мутаносибдир, диск қарши таъсир кўрсатувчи пружина ёрдамида мувозанатга келтириб турилади.

Узоқ масофага узатмайдиган тахометрларда механизм валининг айланиши доимий магнитлар ўрнатилган асбоб валига бевосита узатилади.

Магнитоиндукцион тахометрлар айланиш тезлигини ўлчашнинг ишчи оралиғи доирасида 1% гача аниқликда ўлчашга имкон беради, шкаланинг қолган қисмида эса ўлчашнинг юқори чегарасидан кўпи билан 1,5% аниқликда ўлчашга имкон беради.

Электр тахометрлар механизм ва машиналар валларининг айланиш частотасини масофадан туриб ўлчаш имконини беради. Тахометрларда датчик сифатида ўзгарувчан ва ўзгармас ток генераторларидан фойдаланилади, кўрсатувчи асбоблар сифатида эса шкаласи тегишлича градусларга ажратилган стрелкали электр ўлчов асбобларидан фойдаланилади. Тахометрлар вал механизмлари билан бикр уланади ёки турли хил тузилишдаги улаш муфтлари орқали уланади. Йўл қўйиладиган хато ўлчамининг юқори чегарасидан 1,5%



7.6 – расм.

Тахогенераторлар

а,б – ўзгармас ток тахогенератори ва унинг характеристикаси; в,г -

бўлади. Тахометр атрофидаги ҳавонинг ҳарорати $10 \div 60^\circ\text{C}$ бўлганда ва нисбий намлик 80% гача бўлганда ишлашга мўлжалланган. Технологик машиналарнинг айланиш (бурчак) тезликларини ўлчаш учун кичик қувватли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток машиналари — тахогенераторлардан фойдаланилади (7.6-расм).

Тахогенераторнинг вали технологик машиналар валига механик боғланган бўлиб, ундан чиқадиган сигнал — электр юритувчи (ЭЮК) технологик машина ва механизмларнинг

айланиш тезлиги n га мутаносиб бўлади.

Ўзгармас ток тахогенераторининг схемаси 7.6-расм, а да кўрсатилган. Ундан олинadиган электр юритувчи куч (ЭЮК):

$$e = C_e \cdot n. \quad (7.18)$$

Коллектор билан чўтка орасидаги қаршиликнинг ўзгарувчанлиги тахогенератордан чиқувчи сигнал e нинг қийматига таъсир қилади. Иш вақтида

тахогенератордан чиқадиган овознинг юқорилиги, габарит ўлчамлари ва массасининг катта бўлиши тахогенераторнинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

Бундай камчиликлардан бир мунча холи бўлганлиги учун ҳозирги пайтда ўзгарувчан (асинхрон, синхрон) ток тахогенераторлари кенг қўлланилмоқда.

7.6-расм, в да асинхрон тахогенераторнинг тузилиш схемаси кўрсатилган. Асинхрон тахогенератор статорида ўзаро 90° га бурилган икки чулғам ўрнатилган. Биринчи чулғам I ўзгарувчан ток манбаига уланади. Иккинчи чулғамдан олинадиган ЭЮК эса тезликни ўлчаш учун хизмат қилади. Тахогенераторнинг ротори 1 жез ёки алюминийдан стакансимон килиб ясалган бўлиб, унинг вали 2 стаканнинг туб томонида бўлади (7.6-расм, г).

Статорнинг манбага уланган чулғамида ҳосил бўладиган пульсацияланувчи оқим Φ_1 ротор деворларида индукцияланадиган ўзаро 90° бурчакка бурилган икки хил ток ва улар туфайли вужудга келадиган Φ_d ва Φ_q оқимларни ҳосил қилади. Тахогенераторнинг иккинчи чулғамида индукцияланадиган ЭЮК қиймати роторнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб ($\Phi_q = \text{const}$) бўлгани учун

$$e_q = C_e * n \quad (7.19)$$

бўлади. Бундай ЭЮК ни кўрсатувчи милливольтметр шкаласидан технологик машинанинг айланиш частотаси (тезлиги) n аниқланади.

Электрон тахометрларнинг ишлаш принципи берилган барқарор вақт оралиғида бирламчи ўзгарткичдан чиқадиган импульслар сонини электрон қурилма ёрдамида санашга асосланган. Бирламчи ўзгарткич ўзгарувчан токни кучайтирувчиси бўлган магнитоэлектрик ўзгарткичдан иборат. Назорат қилинаётган объектнинг валида маҳкамланган ферромагнит материалдан ясалган тишли диск айланганда, бирламчи ўзгарткичнинг чулғамида ўзгарувчан кучланишли импульслар пайдо бўлиб, улар кучая боради ва тахометрнинг электрон блокига келади. Импульсларнинг частотаси тишли дискнинг айланиш частотасига мутаносиб, демак, назорат қилинаётган объектнинг айланиш частотасига ҳам мутаносиб бўлади. Электрон блокига

келаётган импульсларнинг ўзгариши ўлчанган айланиш частасининг зарур тарзда ахборот беришини таъминлашга имкон беради, шунингдек, берилган айланишлар сонига етганда электр сигнали агрегати томонидан бошқариш тизимига сигнал беришга ва чиқаришга имкон беради.

Айланиш тезликларини ўлчаш оралиқлари 2—4000 айл/мин. Асосий ўлчашнинг йўл қўйиладиган хатолик чегараси кўпи билан 0,5%. Тахометр атроф ҳавосининг ҳарорати 10÷50°C бўлганда ва нисбий намлик 80% гача бўлганда ишлаш учун мўлжалланган.

7-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Микрометр
2. Қалинлик ўлчагич
3. Профилометр
4. Профилограф
5. Велосиметр
6. Акселометр
7. Виброметр (тебраниш ўлчагичи)

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Механик параметрларни ўлчашда нимани тушунасиш?
2. Силжишни ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
3. Тензометрик ўлчагичларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Тахометрларнинг қандай турларини биласиз ва уларнинг ишлаш принципини изохлаб беринг.
5. Профилометр қандай асбоб ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг
6. Профилометр ва профилограф орасида қандай фарқ бор.
7. Велосиметр ва акселометр асбобларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.

8. Микрометр қандай асбоб ва у каёрларда қўлланилади?
9. Тезликни ўлчашда қандай асбоблардан фойдаланилади
10. Тахогенераторларнинг неча тури мавжуд, уларнинг ишлаш принциплари бир-биридан нимаси билан фарқ қилади?
11. Тензоўлчагичлар қандай афзалликларга эга?

VIII боб. СИГНАЛ ЎЗГАРТКИЧЛАР, МАСОФАГА УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИ ВА ИККИЛАМЧИ АСБОБЛАР

8.1- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

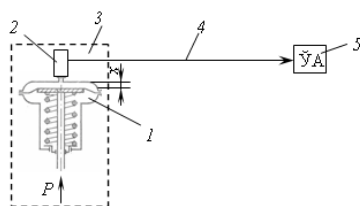
Ҳар қандай ўлчаш қурилмасида ўлчаш ахборотини ўзгартириш зарурлиги назарда тутилади. Бу ишни бажарадиган элементлар ўлчаш ўзгарткичлари дейилади. Киришига ўлчанаётган физик катталиқ келадиган ўзгарткич *бирламчи* ва ўлчаш сигналларини ўзгартиришни амалга оширадиганлари *оралиқ ўзгарткич* деб юритилади.

Технологик параметрларни ўлчаш учун қурилган кўпгина замонавий қурилмалар бирламчи ўзгарткич, иккиламчи асбоб ва уларни уловчи алоқа йўлларида ташкил топган тизимлардан иборат.

Бирламчи ўзгарткич ўлчаш жойига яқин ўрнатилади. У назорат қилинаётган муҳит таъсирида бўлади ва ўлчанаётган катталиқни бошқа физик табиатга эга бўлган (электрик, пневматик, гидравлик) алоқа йўллари бўйича бошқариш шчитига ўрнатилган иккиламчи асбобга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартиришга мўлжалланган.

Умумий кўринишда бирламчи ўзгарткич сезгир элементдан ва узатувчи ўлчаш ўзгарткичидан иборат бўлади. Сезгир элемент ўлчанаётган параметрни қабул қилади ва уни бошқа физик табиатли сигналга ўзгартиради. Агар бу

сигнал масофага узатишга қулай бўлса, унда у алоқа йўли бўйича иккиламчи асбобга узатилади ва у билан ўлчанади.



8.1.-расм. Босимни ўлчаш учун ўлчаш комплекти схемаси

Агар сезгир элемент ўлчанаётган катталиқни масофага узатиш мумкин бўлмайдиган физик катталиққа, масалан, силжиш ёки кучга ўзгартирса, унда оралиқ ўзгарткични қўллаш зарурати туғилади. Бу ўзгарткич катталиқни (силжиш ёки кучни) электр ёки пневматик сигналга ўзгартиради, кейин бу сигнал алоқа йўли бўйича иккиламчи асбобга узатилади. Мисол сифатда 8.1-расмда босим ўлчаш тизимининг схемаси келтирилган. P босим ўзгарганда мембрана 1 (сезгир элемент) эгилади, бунда унинг марказининг силжиши X статик тавсиф $X=f(p)$ га мос равишда босим билан бир қийматли боғланган бўлади. Агар бундай асбоб фақат кўрсатувчигина бўлса эди, унда босимни аниқлаш учун стрелкани мембрана маркази билан кинематик алоқа ёрдамида улаш етарли бўларди. Босимни масофадан ўлчашда механик катталиқни — X силжишни, уни алоқа йўли 4 бўйича иккиламчи асбоб 5 га узатиш учун, мутаносиб электр сигналга ўзгартириш зарурати туғилади. Бу ўзгартириш бирламчи асбоб 3 нинг оралиқ ўзгарткичи 2 ёрдамида бажарилади.

Чизиқли силжишни бир хиллаштирилган чиқиш сигналига ўзгартириш учун дифференциал-трансформаторли ва магнит компенсацияли ўзгарткичлар кенг қўллана бошланди. Бурчак силжишларни ўзгартириш учун ферродинамик ва частотали, кучларни ўзгартириш учун куч компенсацияли (электр ва пневматик) ўзгарткичлар қулай. Ўзгарткич тури ўзгартирилаётган сигналнинг кўриниши ва алоқа йўли бўйича узатиладиган сигналнинг берилган кўринишига боғлиқ (ток, кучланиш, босим ва ҳ.).

Замонавий ўзгарткичлар ва асбобларнинг муҳим хусусияти уларнинг чиқариш сигналларининг бир хиллаштиришдир. Бу ўлчов воситалари ўзаро алмашинувчанликни, марказлаштирилган назорат қилишни тامينлайди ва иккиламчи асбоблар турларини қисқартишга имкон беради.

Ўзгармас токнинг бир хиллаштирилган чиқариш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар энг истикболлидир. Шу билан бирга ўзгармас ток кучланишининг чиқиш сигналига, частотали электр чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар ҳам қўлланилади. Ўзгарувчи токнинг чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар кенг қўлланмоқда. Бундай сигнал ё ўзаро индукциянинг ўзгариши кўринишида ёки ўзгарувчан ток кучланишининг ўзгариши кўринишида намоён бўлади. Кимё саноатида бир хиллаштирилган пневматик чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар қўлланилади.

Кейинги йилларда саноат асбоблари ва автоматлаштириш воситаларининг Давлат тизими яратилган бўлиб, у блок модул принципи бўйича тузилади ҳамда пневматик, гидравлик, электрик (токли, кучланишли, частотали ва импульсли) кириш ва чиқиш сигналларига эга бўлган асбобларни бирлаштирувчи тармоқларга бўлинади. Улар учун бир хиллаштирилган қийматлар белгиланган бўлиб, технологик жараёнларни назорат қилиш, созлаш ва бошқаришнинг турли-туман тизимларининг техник воситалар билан таъминлаш муаммоларини энг қулай усул билан ҳал этиш имконини беради.

Блокли принципдан фойдаланиш асбобларнинг қўлланиш чегарасини кенгайтириш имконини беради ва уларни текширилган қисмларнинг минимал сондагисини алмаштиришда энг кўп сондаги параметрларни ўлчашга яроқли ҳолга келтирилади.

Ишлатишда фақат бир турдаги энергиядан фойдаланадиган қурилмалар ўлчаш асбобларининг ягона тузилишдаги тармоғини ташкил этади.

Пневматик тармоқдаги асбоблар осон ёнадиган ва портлайдиган муҳитларда беҳавотир қўлланиши: оғир шароитли ишларда, айниқса агрессив муҳитда ишончлилиги юқорилиги билан характерланади. Уларни осонгина бирини иккинчиси билан алмаштириш мумкин. Аммо пневматик асбоблар технологик жараёнлар катта тезликни талаб этганда ёки сигналларни узоқ масофага узатишда электр асбоблардан қолиб келади.

Гидравлик ўлчаш асбоблари катта зўриқишларда ижрочи механизмларнинг аниқ силжишини аниқлашга имкон беради. Амалда

автоматик тизимларда уларнинг тармоқларини турли комбинацияларда ёки алоҳида қурилмаларини биргаликда қўллаш анча самаралидир.

Электр асбоб тармоқларидан ташкил этилган автоматлаштирилган бошқариш тизимлари қуйидаги афзалликларга эга. Электр тизимга юқори сезгирлик ва аниқлик, тезкорлик, узок масофалар билан алоқа боғлашга имкон беради, асбобларнинг схема ва тузилиши жиҳатидан юқори бир хиллаштиришни таъминлайди. Ярим ўтказгич техникадан интеграл схемаларни қўллашга ўтиш асбобларнинг ўлчамларини ва оғирлигини камайтиришга олиб келиш билан бирга уларнинг мустахкамлигини оширишга ва функционал имкониятларини кенгайтиришга имкон туғдиради. Бошқаришнинг замонавий автоматлаштирилган тизимларида электроникани қўллаш айниқса назорат ўлчов асбоблари гуруҳида муҳим аҳамият касб этади, чунки уларнинг бошқариладиган электрон ҳисоблаш машиналари билан бевосита алоқасини таъминлаш имконини беради.

Саноат асбоблари ва қурилмалари орасида ахборот боғланишни таъминлаш учун бир хиллаштирилган сигналлар (УС) ишлатилади. УС нинг бир хиллаштирилган параметри дейилганда унинг ахборот элтувчи параметри, яъни ўзгармас ёки ўзгарувчи ток кучи, кучланиш, частота, код, пневматик сигнал-ҳавонинг босими тушунилади.

Бир хиллаштирилган параметрларнинг турига қараб УС ларнинг тўрт гуруҳи мавжуд:

1. Электрик узлуксиз ток ва кучланиш сигналлари;
2. Электрик узлуксиз частотали сигналлар;
3. Электрик кодланган сигналлар;
4. Пневматик сигналлар.

Электрик узлуксиз ток ва кучланиш сигналларидан турли узлуксиз ўзгарувчи физик катталикларнинг сон қийматларини тасвирлаш учун фойдаланилади. Ахборот параметр турига қараб УС нинг шу гуруҳи ўзгармас токнинг ток сигнали, ўзгармас токнинг кучланиш ёки ўзгарувчи токнинг кучланиш сигналидан иборат бўлиши мумкин.

Ўзгармас ток кириш ва чиқиш сигналларининг ўзгариш чегаралари қуйидагича:

0 — 5мА; -5 — 0 — +5мА; 0 — 20 мА; - 20 — 0 — + 20мА; -100 — 0 — + 100 мА.

Ўзгармас ток кучланиши кириш ва чиқиш сигналларининг ўзгариш чегаралари қуйидагича:

0- 10мВ; -10 — 0—+ 10мВ; 0 — 20мВ; - 20 — 0— +20мВ; 0 — 50мВ; 0— 100 мВ; 0 — 1 В; - 1 — 0—+ 1В; 0— 10В; - 10 — 0 — + 10В.

Ўзгарувчан ток (50 ёки 400 Гц частотали) кучланиш сигналларининг номинал ўзгариш чегаралари:

0 — 0,25 В; 0,25 — 0 — 25 В; 1 — 0 — 1 В; 0 — 2 В.

Электрик узлуксиз частотали сигналлар физик катталиқ ҳақидаги ахборотни элтувчи сигналнинг бир хиллаштирилган параметри сифатида ўзгарувчи ток частотасидан ёки импульслар частотасидан фойдаланилади.

Турғун режимда частотали чиқиш сигналларининг номинал қийматлари қуйидаги катталиқларга эга бўлиши мумкин: 0,6; 1,2; 3; 4; 6; 8; 12; 24; 48; 60; 110 ёки 220 В.

Узлуксиз частотали кириш сигналли ўлчов асбоблари амплитудаси қуйидаги чегараларнинг бирида бўлган сигналларни қабул қилишга мўлжалланган: 2,5 — 10; 10— 40; 40 — 160; 160 - 600 мВ 0,6-2,4; 2,4—12 В; 12—36 В; 36—120 В.

Электрик кодланган сигналлардан турли хил электрон ҳисоблаш ва бошқариш машиналарида, рақамли автоматика ва телемеханиканинг рақамли қурилмаларида фойдаланилади. Функционал асбоб ва тизимларда катталиқлар қиймати саккизта каррали иккилик хоналарда (байтларда) тасвирланади.

Пневматик сигналлар шу гуруҳ УС дан ўзгарткичлар, иккиламчи асбоблар, функционал ва тўғриловчи блоklar ҳамда ижрочи қурилмалар орасида ахборот узатишда фойдаланилади.

Пневматик чиқиш сигналлари ўзгаришининг иш чегарасини таъминлаш босимининг номинал қиймати 140 кПа бўлганда 20 - 100 кПа чегарасида бўлади.

Меъёрлаштирувчи оралик ўзгарткич табиий чиқиш сигналини бир хиллаштирилган сигналга ўзгартиради. Оралик ўзгарткичлар алоҳида мустақил қурилмалардан иборат. Уларнинг ишлаш принципи мазкур дарсликнинг II бобидаги 2.4 ва 2.5-§ ларида келтирилган.

Асбобсозлик тизимида ўзаро алмашинувчан пневматик ва электр ўзгарткичларнинг блок туридаги ўзгарткичлари ишлаб чиқилган. Бундай турдаги ўзгарткичлар катта сондаги турли ўлчанаётган параметрларни нисбатан соддалик ва етарли аниқлик билан битта чиқариш катталигига — кучга ўзгартиради.

Бир хиллаштирилган ўзгарткичларнинг аниқлик синфи 0,6; 1,0 ва фақат баъзилари учунгина 1,6; 2,5.

8.2- §. ЭЛЕКТР ЎЗГАРТКИЧЛАР

Ноэлектр каталикларни электр чиқиш сигналига ўзгартириш, ва кўрсатишларни масофага узатиш учун куч компенсацияли ўзгарткичлар, силжиш компенсацияли ўзгарткичлар ва частотали ўзгарткичлар қўлланилади.

Куч компенсацияли ўзгарткичлар бирламчи асбоб сезгир элементининг кучини 0—5 ёки 0—20 мА ли ўзгармас токнинг бир хиллаштирилган сигналига ўзгартиришга мўлжалланган.

Электр-куч ўзгарткичларнинг ишлаши кучни компенсациялаш принципига асосланган: сезгир элемент томонидан ўлчанаётган катталик таъсирида ҳосил қилинган куч шу сезгир элементга тескари алоқа қурилмаси томондан таъсир этадиган куч билан мувозанатлашади.

Ўлчаш тизими аналог шохобчасининг электр ўзгарткичларида электр-куч ўзгарткичларнинг икки туридан фойдаланилади: куч ва чиқиш сигнали орасида тўғри мутаносиблик (чизиқли) муносабатни таъминлайдиган чизиқли ўзгарткичлар ва чиқиш снгнали куч қийматидан олинган квадрат илдизга мутаносиб бўлган квадратик ўзгарткичлар. Квадратик узгарткичлардан

[illegible]

Чизиқли ва квадратик ўзгарткичлар фақат куч механизми қурилмаси билан фарқ қилади.

мутаносиб кучга айланади, бу сигнал рычаг 2 га узатилади. Рычагнинг сургич 3, оралик рычаг 4 ва лентали тортқи 5 орқали бурилиши компенсацион рычаг 6 га узатилади. Компенсацион рычагда дифференциал-трансформаторли индикаторнинг ўзаги 7 ва магнитоэлектр куч механизмининг ғалтаги 8 ўрнатилган. Ярмо 9 иккиламчи чулғамларининг бир-бирига қараб уланиши натижасида ҳосил бўлган занжирдаги мувозанат ўртача ҳолатдан четга чиқади, саноат частотали ўзгарувчан ток сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал электрон кучайтиргич 10 га келади. Кучайган ва тўғриланган сигнал масофага узатиш алоқасига ва шу билан бирга, алоқа билан кетма-кет боғланган мувозанат индикаторининг ғалтаги 8 га (тесқари боғланиш) келади. Ғалтак 8 даги ток ҳосил қилган магнит майдон билан доимий магнит 11 ўртасидан ўзаро таъсир натижасида рычаг 6 да куч пайдо бўлади, бу куч ўлчанаётган кириш (масалан, босим ўзгариши натижасида) кучини мувозанатлайди. Асбобнинг нол нуқтаси пружина 12 орқали соланади. Асбобни ўзгарткичнинг берилган ўлчаш чегарасига солаш учун сургич 3 ва лентали тортқи 5 ни силжитилади.

Куч компенсацияси принципи шу схемага нисбатан қуйидагидан иборат: мувозанат пайтида сезгир элемент ҳосил қилган куч F унга тескари алоқа томонидан таъсир этадиган куч F_M га тенг.

Чизиқли ўзгарткичда доимий магнит 11 билан ғалтакдан ўтаётган ток ҳосил қиладиган магнит майдони орасидаги ўзаро таъсир шу токка мутаносиб бўлган, ричаг тизими орқали кириш кучини мувозанатлаштирадиган куч ҳосил қилади, яъни,

$$F_M = K \cdot I_{\text{чик}}, \quad (8.1)$$

бунда, F_M — тескари алоқа томонидан таъсир этадиган куч; K —ўзгармас коэффициент; $I_{\text{чик}}$ — чиқиш токи.

Квадратик ўзгарткичда тескари алоқа куч F_M билан чиқиш сигнали $I_{\text{чик}}$ орасидаги ўзаро таъсирлашув магнитоэлектр механизм ўрнига электромагнит куч механизмини қўллаш ёрдамида таъминланади. Бу ҳолда тескари алоқа кучи билан чиқиш сигнали орасидаги муносабат қуйидаги кўринишда бўлади:

$$F_M = K \cdot I_{\text{чик}}^2. \quad (8.2)$$

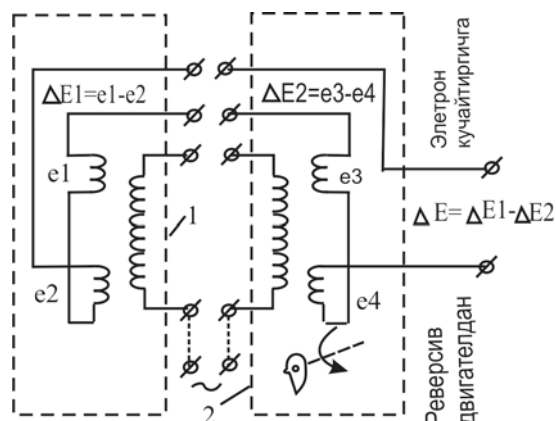
УП-20 туридаги ярим ўтказгичли кучайтиргич номувофиқлаштириш индикатори сигналини ўзгармас электр токи сигнаliga ўзгартиради. Сигнални масофага узатиш 10 км га етиши мумкин. Ўзгарткичга уланадиган иккиламчи асбобларни икки гуруҳга бўлиш мумкин: ўзгармас токнинг унификацияланган сигналидан ишлайдиган (миллиамперметрлар) ва ўзгармас кучланиш сигналидан ишлайдиган асбоблар (вольтметрлар, потенциометрлар, марказий назорат ва бошқаришнинг электр машиналари).

Силжишни компенсациялаш схемаси бўйича қуриладиган электр аналог ўзгарткичларидан ноэлектр катталикларни электр чиқиш сигнаliga ўзгартириш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун дифференциал-трансформаторли, ферродинамик, магнитомодуляцион ва сельсинли ўзгарткичлар тарқалган. Дифференциал-трансформаторли ўзгарткичлардаги бирламчи асбоб ўзагининг силжиши иккиламчи асбоб ўзагининг силжиши билан мувозанатлашади. Дифференциал - трансформаторли ўзгарткичлар сарф, босим, сатҳ ва бошқа параметрларни ўлчашда ишлатилади, бунда бу

параметрларнинг қиймати бирламчи асбоб ғалтаги ўзагининг силжишига ўзгартирилади.

Дифференциал- трансформаторли асбоб схемаси (8.3-расм) иккита бир хил ғалтакдан иборат.

Улардан бири бирламчи асбоб 1, иккинчиси эса иккиламчи асбоб 2 га жойлаштирилган. Ғалтакларни бирламчи чулғамлари кетма-кет уланиб, электрон кучайтирич куч трансформаторининг чулғамидаги ўзгарувчан ток кучланишидан



8.3 – расм. Дифференциал - трансформаторли ўзгартгич

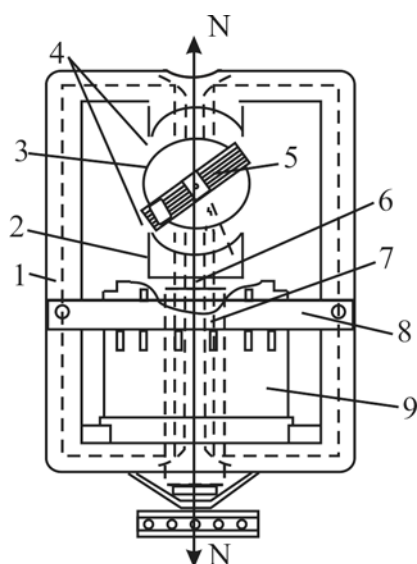
таъминланади. Иккиламчи чулғамлар бир - бирига йўналган ҳолда уланиб, чиқишлари электрон кучайтиргичга қаратилган. Ғалтаклар ичида темир ўзаклари ўртача ҳолатда бўлса, ғалтакдаги e_1 ва e_2 ЭЮК лар тенг бўлади, яъни $\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0$ ва $\Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0$, демак, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2$ кучайтиргич киришидаги фарқ ҳам нолга тенг бўлади.

Ўзаклар ҳолати ўзгарганда ғалтакларда катталиги ва фазаси бирламчи асбоб ғалтагидаги ўзак силжишининг кучланишига боғлиқ бўлган нобаланс кучланиш вужудга келади. Нобаланс кучланиш электрон кучайтиргич орқали реверсив двигателни бошқариш учун керак бўлган қийматгача кучаяди. Реверсив двигател профилланган диск ёрдамида иккиламчи асбоб ғалтаги ўзагини, бирламчи асбоб ғалтаги ўзаги билан мувофиқлаштирилган ҳолатга силжитади, натижада иккала ғалтакдаги ЭЮК лар тенглашади, бинобарин, мувозанат ҳолати тикланади. Иккиламчи чулғамларнинг ЭЮК яна нолга тенг бўлади ва реверсив двигател тўхтайтиди. Реверсив двигател иккиламчи асбобнинг стрелкаси ва пероси билан боғланган.

Бирламчи асбобнинг ўзаги 5 мм га силжиганда индукцияланган ЭЮК нинг боғланиши чизиқли бўлиб қолади. Дифференциал-трансформаторли тизимларнинг иккиламчи асбоблари потенциометрлар асосида қурилган.

Ўлчаш тизимида телеузатишнинг дифференциал-трансформаторли тизими учун иккиламчи асбобларга КСД ва КСУ киради. Асбобларнинг қуйидаги турлари чиқарилади: жуда кичик ўлчамли кўрсатувчи КПД1; ВМД ва ўзиёзар КСД1, кичик ўлчамли кўрсатувчи цилиндрли циферблати айланадиган КВД1 ва ўзиёзар КСД2, айланасимон диаграммали КСД3. Ҳамма асбобларнинг аниқлик синфи 1. Иккиламчи асбоблар ё қўшимча чиқиш ўзгарткичлари ёки бошқарилувчи қурилма билан таъминланиши мумкин. Сарф ўлчагич асбобларда, кўпинча, ичига ўрнатилган интегралловчи қурилмалардан фойдаланилади.

Ферродинамик ўзгарткичларда бурчак силжишлар ўзгарувчан ток ЭЮК нинг мутаносиб қийматига ўзгартирилади. Улар босим, сарф, сатҳ ва бошқа катталикларни ўлчашда ишлатилади. Бунда бу катталикларнинг қиймати ферродинамик ўзгарткич рамкасининг бурилиш бурчагига ўзгартирилиши мумкин. Ўзгарткич (8.4-расм) унинг магнит тизимини ҳосил қилувчи магнит ўтказгич 1, бошмоқ 2, ўзак 3 ва ҳаракатчан плунжер 7 ҳамда плунжер 7 нинг силжиши вақтида ўзгарадиган иккита ҳалқасимон 4 ва ростанувчи 6 ҳаво ораликларидан иборат. Ғалтак 9 да саноат частотали ўзгарувчан токдан



8.4 – расм.
**Ферродинамик
ўзгарткич схемаси.**

таъминланувчи уйғотиш чулғами жойлашган. Бу ғалтак ҳосил қилган магнит оқими уйғотиш чулғамига ўралган силжиш чулғами ва ўзгарткичнинг айланувчи рамкачаси 5 да ЭЮК индукциялайди. Рамкача силжиш ва уйғотиш чулғамларининг учлари клеммали панел 8 га чиқарилган.

Рамкача жойлашган ҳаво оралиғида радикал магнит оқими бўлиб, рамкача нейтрал ҳолат чизиғи NN билан мос келганда, магнит оқими рамкачани кесиб ўтмайди ва ундаги ЭЮК нолга тенг бўлади. Рамка NN чизиқдан четга чиққанда ундаги ЭЮК рамкачанинг бурилиш бурчагига мутаносиб индукцияланади.

Рамкача 5 бирламчи асбобнинг сезгир элементи билан боғланган. Рамкача нейтрал ҳолатдан четга чиққанда унда ЭЮК индукцияланади:

$$E_p = \frac{w}{\sqrt{2}} B \cdot l \cdot r_{yp} \cdot \varphi, \quad (8.3)$$

бу ерда, w - токнинг бурчак частотаси; B — магнит индукцияси; l — рамкачанинг магнит майдони кесиб ўтган ўтказгичи узунлиги; r_{yp} — рамкачанинг ўртача радиуси; φ — рамкачанинг бурилиш бурчаги.

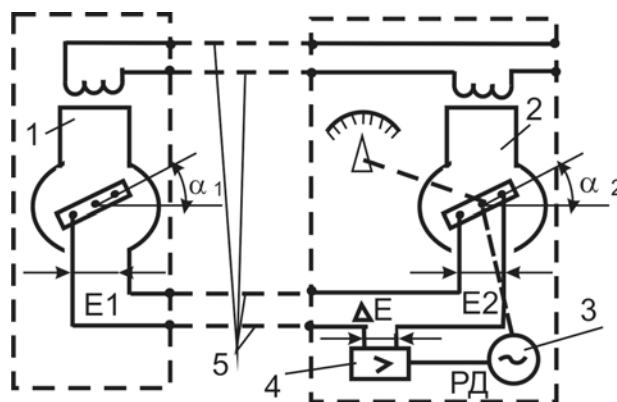
Рамкача ўрамлари сони ва магнит индукцияси ўзгармас бўлганда, ферродинамик ўзгарткич катталиги E_p бурилиш бурчаги ёки ўлчанаётган параметр қийматига мутаносиб, яъни

$$E_p = K \cdot \varphi, \quad (8.4)$$

бу ерда, K — ўзгартириш коэффициент.

Магнит оқимининг катталиги бошмоқ 2 ва қўзғалувчан плунжер 7 орасидаги масофага боғлиқ бўлгани сабабли, рамкача ва силжиш чулғами ЭЮК ини ҳаво оралиғини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Масофага узатиш ферродинамик тизимининг ишлаш принципи ПФ датчикларни ишлатишга асосланган. Бу усул бирламчи асбоб датчигидан олинган ЭЮК ни иккиламчи асбоб ферродинамик ўзгарткичнинг ЭЮК билан компенсациялашдан иборат.



8.5 – расм. Масофага узатиш ферродинамик тизимининг

Ферродинамик тизим (8.5-расм) ўлчаш асбобининг узатувчи ўзгарткичи (датчик) 1, алоқа йўли 5 ва иккиламчи асбоб элементлари бўлган ўзгарткич 2, электрон кучайтиргич 4 ва реверсив электр двигател 3 дан иборат. Ферродинамик ўзгарткич 1 ва 2 ларнинг рамкачалари кетма-кет уланган, улардаги ЭЮК лар бир-бирига қарама-қарши, шунинг учун электрон кучайтиргич 4 киришига иккала датчик ЭЮК ларининг фарқи $E = E_1 - E_2$ узатилади.

Агар $\Delta E = 0$ бўлса, тизим мувозанат ҳолатида бўлади. Агар ўзгарткич I рамкачасининг ҳолати ўлчанаётган параметр таъсирида a_1 бурчакка бурилса, ЭЮК ҳам ўзгариб, E_1 га тенг бўлиб қолади, тизимнинг мувозанати бузилади, кучайтиргич 4 киришига ΔE ЭЮК узатилади, бу катталиқ кучайиб, электр двигател 3 га узатилади. Электр двигател иккиламчи асбоб рамкачасини бурчаклар a_1 ва a_2 тенглашгунча силжитади (E_1 ва E_2 ЭЮК лар ҳам тенглашади).

Ферродинамик ўзгарткичлардаги индукцияланган ЭЮК рамка бурилиш бурчагига боғланиши чизиқли бўлгани сабабли улар дифференциал-трансформаторли ўзгарткичларга нисбатан катта ўлчаш чегараларига эга. Масофага узатиладиган ферродинамик ўзгарткичлар ўзларининг ишончилиги, ишлатилиши содда ва қулайлиги, универсаллиги, юқори метрологик тавсифларга кўра кенг тарқалган.

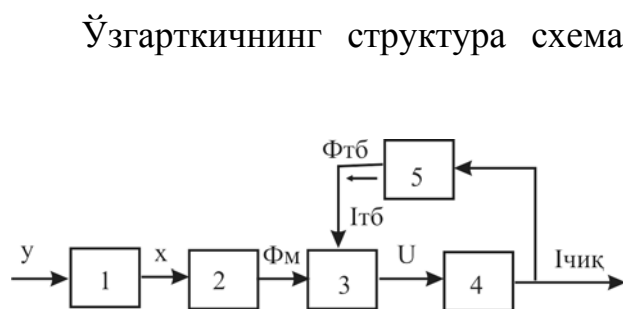
Саноатда қуйидаги турдаги ўзгарткичлар чиқарилади: ПФ— ферродинамик ўзгарткичлар; ПФФ — ферродинамик функционал ўзгарткичлар; ПФФ-К — ферродинамик функционал коррекциялик ўзгарткичлар.

ПФФ ва ПФФ-К турдаги ўзгарткичларда ПС, ПФ, ПП ва БД турдаги чиқиш ўзгарткичларининг борлиги ўлчанаётган катталиқка мутаносиб бўлган электр ва пневматик сигналларни беришга имкон беради.

Торли (симли) чиқиш ўзгарткичи ПС частотали сигнал олишга имкон беради. Ундан интегралловчи қурилмаларда ахборотни рақамли автоматиканинг турли қурилмаларига, бошқарилувчи ва ҳисоблаш машиналарига киритиш учун фойдаланилади. Ферродинамик чиқиш ўзгарткичи ПФ ушбу ПФФ ва ПФФ — К турдаги ўзгарткичларни турли ҳисоблаш тизимларида, телеўлчаш ва бошқариш тизимларида қўллашга имкон беради. Пневматик чиқиш ўзгарткичи ПП ўзгарткичлар билан пневматик аппаратура орасида боғланишни амалга ошириш, ахборотни пневматик рақамли — ечувчи ва бошқариш машиналарига киритиш, шунингдек, пневматик қурилмалар қўллашни талаб этадиган алоҳида схемалар билан алоқа ўрнатиш имконини беради. Чиқиш сельсини БД нинг борлиги ўзгарткичлар билан сельсинлар

орқали ишлайдиган қурилмали ўзгарткичлар орасида масофага узатиш учун алоқани амалга оширишга имкон беради.

Магнитомодуляцион ўзгарткичлар (магнит компенсацияли узатувчи ўзгарткичлар) нинг иши магнит оқимларини компенсациялашга асосланган. Магнитомодуляцион ўзгарткичлар бирлачамчи асбоб сезгир элементининг чизикли силжишини ўзгармас токнинг унификацияланган чиқиш сигналига ўзгартириш учун мўлжалланган. Бундай ўзгарткичларнинг ишлаш принципи қуйидагидан иборат: махсус қурилма — индикаторда ҳосил қилинадиган бошқарувчи магнит оқими ҳаракатдаги элемент ўзгармас магнитнинг (бирламчи ўзгарткичнинг сезгир элементи билан силжитиладиган) силжишида шу индикаторда тескари алоқа токи ёрдамида ҳосил қилинадиган магнит майдони билан компенсацияланади. Бунда чиқиш токи ва қўзғалувчан элементнинг силжиши ва, демак, ўлчанаётган катталик қиймати орасида маълум муносабат ўрнатилади.



8.6 – расм. Ўзгарткичнинг магнит компенсацияли структурали схемаси.

Ўзгарткичнинг қайишқоқ сезгир элементи 1 ўлчанаётган катталик $\dot{Y}$ ни ўзгарткич 2 ўзгармас магнитининг чизикли силжиши X га ўзгартиради. Магнитнинг силжишида бошқарувчи магнит оқими Φ_m ўзгаради. U магнит

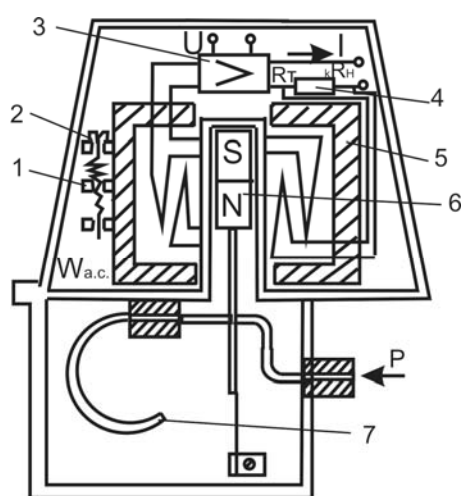
оқимлари 3 нинг индикаторида тескари алоқа магнит оқими $\Phi_{т.б.}$ билан тенглашади. Индикатор чиқишидан магнит оқимлари айирмаси $\Delta\Phi = \Phi_m - \Phi_{т.б.}$ га мутаносиб бўлган кучланиш U пайдо бўлади. U кучайтиргич 4 ёрдамида чиқиш токи сигнали $I_{чик}$ га ўзгартирилади.

Чиқиш токи $I_{чик}$ масофадаги узатиш алоқасига ва бир вақтда тескари алоқа қурилмаси 5 га боради, унинг чиқиш токи $I_{т.б.}$ магнит оқими Φ_m ни компенсация қилувчи магнит оқими $\Phi_{тб}$ ҳосил қилади. Шундай қилиб, ўлчанаётган катталик Y ни орттирилганда магнит силжиши X ортади, бошқариш магнит оқими Φ_m ортади ва, демак, Φ_m ни компенсация қилувчи

магнит оқими $\Phi_{т.6}$ ни пайдо қилиш учун катта чиқиш токи $I_{чик}$ ва тескари алоқа токи $I_{т6}$ зарур бўлади.

Тескари алоқа қурилмаси 5 ўзгартиришнинг зарур конуни $I_{чик} = f(y)$ ни топиш имконини беради. Бу муносабат ё чизиқли, ёки квадратик бўлиши мумкин.

Магнит компенсацияли ўзгарткичнинг принципаал схемаси 8.7-расмда кўрсатилган. Ўзгарткичда ўлчанаётган параметр (масалан, босим) сезгир элемент (масалан, бир ўрамли найчасимон пружина 7) билан ўзгармас магнит 6 силжишига ўзгартирилади. У магнит оқими Φ_m кўринишида бошқариш



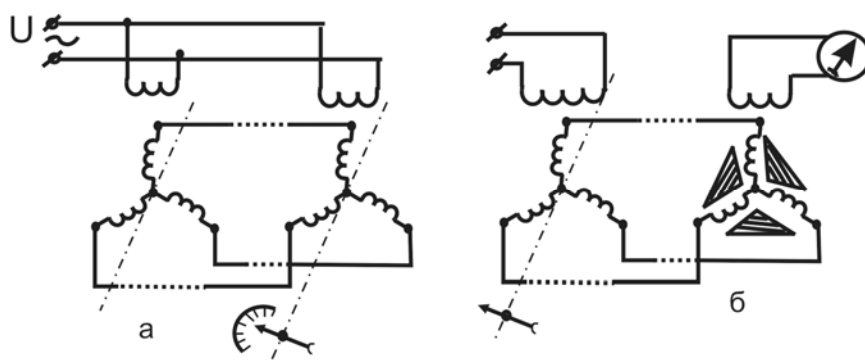
8.7 – расм. Магнит компенсацияли ўзгарткичнинг блок –

тескари алоқа ўрамасига узатиладиган чиқиш сигнали I ни бошқаради.

Ўзгарткич чегарасини созлаш учун қаршилик 4 ўзгартирилади, нолга созлаш учун эса ферромагнит шунт 1 ни 2 винт ёрдамида равон силжитилади. Магнит компенсацияли ўзгарткичлар қатор афзалликларга эга: бир неча иккиламчи асбобларни битта ўзгарткичга улаш имконига, титрашга нисбатан етарлича юқори турғунликка ва мустаҳкамликка эга. Камчиликлари — ҳарорат туфайли хатолиги анча юқори ва кучайтиргичнинг электрон схемаси элементларига зарарли таъсир этувчи муҳитларда ишлай олмайди, шунингдек, сезгир элемент ва магнит оқими индикатори ва хатоликларининг бирламчи ўзгарткич хатолигига таъсири катта. Шу турдаги ўзгарткичлар 1 ва 1,5 синфли бўлади.

Иккиламчи асбоблар сифатида 1 ва 1,5 синфли миллиамперметр ёки АСК тизимдаги кўп шкалали, тор профилли асбоблардан фойдаланилади.

Юқорида таърифланган кўрсатишларни масофага узатиш тизимлари бирламчи ўзгарткичлар ҳосил қилган чизиқли ёки бурчакли силжишлар унча катта бўлмаган ҳолларда ишлатилади. Лекин баъзи ҳолларда ўзгарткич чиқиш ўқининг бир неча ўрамида бирламчи асбоб ўзгарткичи сигналини ёки бир неча метрга чўзилган силжишларни масофага узатиш керак бўлади. Масалан, сатҳ ўлчагичларда кўрсатишларни масофага узатишда шундай вазифа қўйилади. Бундай масалани сельсинли узатиш йўли билан ҳал қилиш мумкин. Ўзгарувчан токда ишлайдиган сельсинли масофага узатиш ҳам бурчакли силжишларни узатишга мўлжалланган.



8.8 – расм. Сельсинли масофага узатиш тизимининг принцинал схемаси:

а – индикаторли режими; б – трансформаторли режими

Узатувчи ва қабул қилувчи сельсинлар сифатида контакт ҳалқаларга эга бўлган синхронланувчи асинхрон электр двигателлар ёки чулғамсиз роторли контактсиз сельсинлар ишлатилади. Узатувчи ва қабул қилувчи сельсинлар роторларининг симметрик ҳолати бузилганда уларнинг чулғамида қийматлари турлича бўлган ЭЮКлар индукцияланади, алоқа сими бўйича мувозанатловчи тоқлар ўтади ва синхронлаш моменти вужудга келади, натижада қабул қилувчи сельсин ротори бурилади. Сельсинларнинг бундай уланиши (8.8-расм, а) индикаторли режим дейилади.

Трансформаторли режимда (8.8-расм, б) қабул қилувчи сельсиннинг ротори тормозланган бўлади ва вольтметрнинг кўрсатишлари узатувчи сельсин

бурилишига мутаносиб ўзгаради. Вольтметр қабул қилувчи сельсиннинг статор чулғамига уланган.

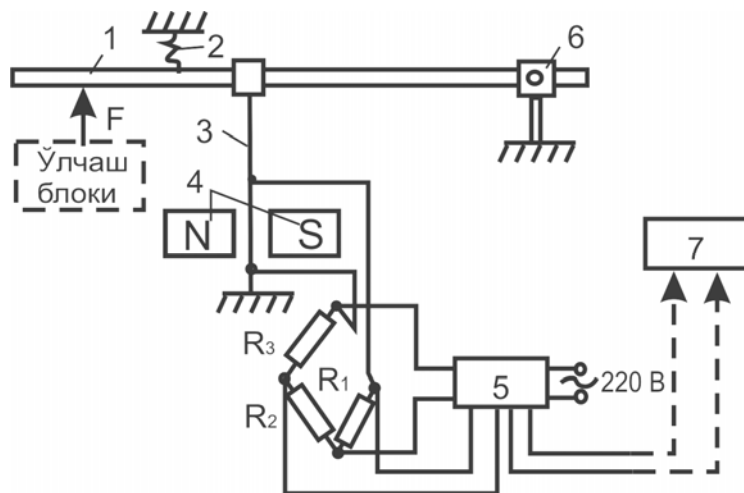
Саноат сельсинларнинг таъминлаш кучланишининг турли одатда, 50 дан 500 гц гача частоталарига мўлжалланган бир неча турларини чиқараяпти. Контактли сельсинларнинг энг катта камчилиги контакт чўткаларидаги хатоликларга олиб келувчи ва сельсин ишининг ишончлилигини камайтирувчи ишқаланишдан иборат.

Частотали ўзгарткичлар технологик жараёнларни автоматик назорат қилиш ва бошқариш тизимларида кенг қўлланилади.

Ўлчаш ахборотини бир хиллаштирилган частотали сигнал билан узатиш тизими бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари асосида амалга оширилиб, бунда бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари ўлчанаётган технологик параметрни бир хиллаштирилган частотавий сигналга ўзгартиради.

Ўзгартириш параметр $\rightarrow$ куч $\rightarrow$ частота схемаси буйича юз беради.

Куч частотали ўзгарткичларнинг ишлаш принципи механик кучланишни торли элементнинг кўндаланг тебранишлар частотасига ўзгартиришга асосланган. Ўлчанаётган физик катталиклар ўлчаш асбобининг сезгир элементида таъсир қилиб, физик катталикларга мутаносиб бўлган F кучга айланади (8.9-расмда торли частота ўзгарткичнинг принципиал схемаси кўрсатилган). Бу куч эластик стержен (ричаг) 1 ва у билан боғланган торли элемент 3 томонидан қабул қилинади. Ўлчанаётган физик катталик F куч ўзгариши билан эластик стержен ва ўзгармас магнит кутблари 4 орасида жойлашган торли элементда кичик (микронларда ўлчанадиган) деформация ҳосил қилади, натижада торнинг кўндаланг тебранишлар частотаси ўзгаради.



8.9 – расм. Торли частота ўзгарткичи.

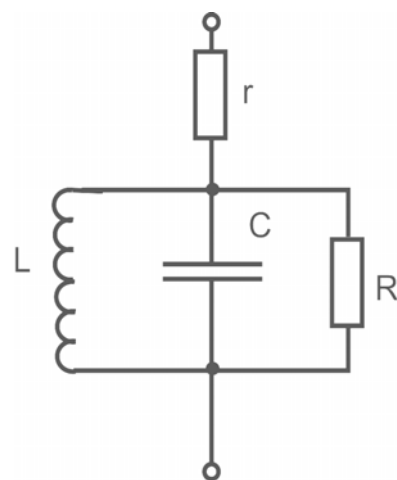
Куч-частота ўзгарткичи резисторлар R_1 , R_2 , R_3 ва R_T қаршиликли тор 3 ёрдамида ташкил этилган кўприкли схемани ифодаловчи торли генератор асосида амалга оширилади.

Кўприкнинг ўлчаш диагонали 5 электрон кучайтиргичнинг киришига уланган, унинг чиқиши эса кўприк манбаи диагонаliga уланган. Тор доимий 4 магнитнинг кутблари орасига жойлашган. Торнинг пастки учи қўзғалмас асосга бикр маҳкамланган, юқори учи эса — ҳаракатланувчи ричаг 1 га маҳкамланган. Тордан ўзгарувчан ток ўтганда тор тебрана бошлайди ва унда шаклига кўра синусойдага яқин бўлган ЭЮК индукцияланади. Торда кечадиган физик жараёнларга мувофиқ унинг магнит майдонидаги тебранишларида тебраниш контури кўринишига эга бўлган электр схема 8.10-расмда берилган.

Тебраниш контурининг параметрлари тор параметрлари билан қуйидаги муносабатлар орқали боғланган:

$$L = \frac{B^3 l^3 S}{2\pi^2 F}; \quad C = \frac{2\rho}{B^2 l}; \quad R = \frac{B^2 l}{4\rho v} \quad (8.5)$$

бу ерда, L — эквивалент индуктивлик; B — доимий магнит оралигидаги (тирқилишидаги) индукция; l — торнинг узунлиги; S — торнинг қўндаланг кесими юзи; F — кучланиш; C — эквивалент сизим; ρ — тор материалнинг зичлиги; v — ҳавога ишқаланиш коэффициент; R — тебранаётган торнинг динамик қаршилиги.



8.10 – расм. Магнит майдонида тор тебранишининг

Эквивалент схемасидаги r қаршилик тор ҳаракатсиз бўлганда унинг актив қаршилигини ифодалайди. Тор тебранаётганда соф актив қаршиликларни ўз ичига олган кўприк схемаси частота боғлиқли элементлари бўлган кўприкка айланади. Маълумки, ўз- ўзини уйғотувчи генераторнинг частотаси тебраниш

контурининг f_0 хусусий частотаси билан аниқланади, у эса контурнинг L индуктивлиги ва C сиғими билан қуйидаги кўринишда боғланган:

$$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC}).$$

Қараб чиқиладиган генератор учун хусусий тебранишлар частотаси f_0 ушбу

$$f_0 = 0.5\sqrt{F/(l^2 S\rho)} \quad (8.6)$$

ифода билан аниқланади.

(8.6) тенгламадан генераторнинг хусусий тебраниш частотаси торнинг хусусий тебранишлар частотаси орқали аниқланиши ва таранглиниш кучига боғлиқ бўлиши келиб чиқади. Қараб чиқилган генератор 10^2 — 10^4 Гц частоталар диапазонида ишлайди. Тордан ўтадиган ток 100 мкА дан ошмайди. Тор, одатда, диаметри 0,05 мм ва узунлиги 20—50 мм атрофида бўлган вольфрам симдан тайёрланади.

Ўлчанаётган параметрнинг частотавий сигналга ўзгариши қуйидагича амалга оширилади. Ўлчаш блокининг сезгир элементи ўлчанадиган параметрни рычаг 1 ва у билан бирга тор 3 қабул қиладиган мутаносиб F кучланишга ўзгартиради. Тор таранглигининг ўзгариши генераторнинг хусусий тебранишлар частотасининг ўзгаришига олиб келади, бу эса унинг чиқиш сигналида ўзгарувчан ток частотаси кўринишида акс этади. Ўзгарткични берилган ўлчашлар чегарасига мослаш рычаг 1 нинг эпюра 6 нуқтасини суриш билан амалга оширилади. Чиқиш сигналининг бошланғич қийматини нол сигнал корректори 2 ўрнатади.

(8.6) тенгламадан кўринишича, ўзгарткичнинг статик тавсифи чизиқли эмас. Статик тавсифни чизиқлилаштириш мақсадида ўзгарткичнинг баъзи турларида квадратуралар қўлланилади. Чизиқли статик тавсифли бирламчи ўлчов ўзгарткичларининг чиқиш сигналинини қуйидаги тенглама бўйича ҳисоблаб топиш мумкин:

$$f_0 = f_1 + \frac{N - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot \Delta f, \quad (8.7)$$

бу ерда, f_1 — бошланғич частота; N – ўлчанаётган параметр қиймати; N_{max} , N_{min} — ўлчашлар оралигининг (диапазонининг) мос равишда юқори ва қуйи қийматлари; Δf — частотанинг ўзгариш оралиғи.

Частотали сигналлари бир хиллаштирилган бирламчи ўлчаш ўзгарткичларидан келадиган ўлчов ахборотларини қабул килувчилари (приёмниклари) рақамли машиналар, бошқарувчи ва ҳисоблаш машиналари бўлиши мумкин. Частотали сигнали бирлаштирилган бирламчи ўлчаш ўзгарткичларининг аниқлик синфи 0,5 ва 1,0. Ахборотни узатиш узоқлиғи 10 км. гача.

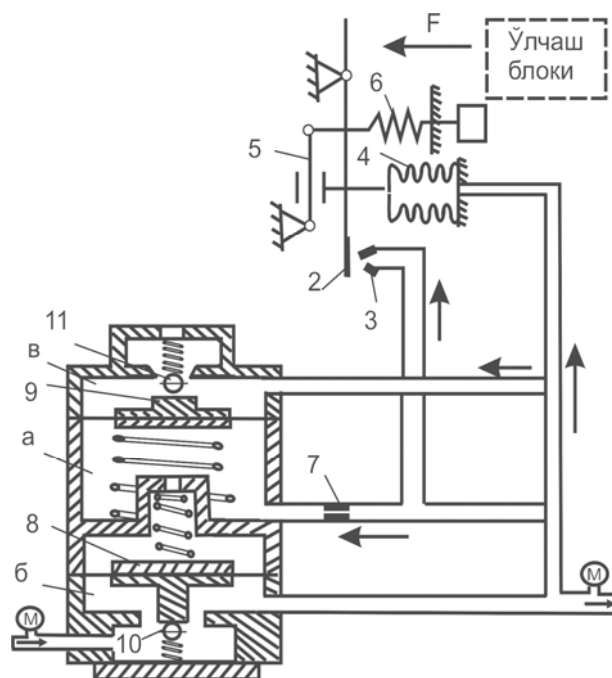
8. 3-§. ПНЕВМАТИК ЎЗГАРТКИЧЛАР

Ўлчанаётган катталикни пневматик чиқиш сигнаliga ўзгартириш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун қўлланиладиган пневматик ўзгарткичлар ичида куч компенсацияли ва силжиш компенсацияли ўзгарткичлар ёнғин ва портлаш хавфи бор корхоналарда кенг ишлатилади.

Куч компенсацияли пневматик ўзгарткичлар ўлчаш блокидан сезгир элементининг кучини 20—100 кПа (0,2—1 кгк/см²) қийматда бир хиллаштирилган пневматик чиқиш сигнални ўзгартириш учун мўлжалланган.

Пневматик куч ўзгарткичларининг ишлаш принципи пневматик куч компенсациясидан фойдаланишга асосланган.

Куч компенсациясига эга пневматик ўзгарткичнинг принципиал схемаси 8.11-расмда кўрсатилган. Ўлчанаётган параметр ўлчаш блокининг сезгир элементига таъсир кўрсатади ва F мутаносиб кучга айланади. F куч таъсир қилаётган рычаг 1 орқали тўсиқ 2 соплго 3 га нисбатан силжийди. Сопло ва тўсиқ орасидаги тирқишнинг ўзгариши натижасида ўзгармас кесимли дроссел 7 орқали келадиган ҳаво босими ўзгаради. Шу билан бирга, кучайтириш пневморелесининг а камерасидаги босим таъсирида мембраналар 8 ва 9 нинг эгилиши натижасида кириш 10 ва чиқиш 11 соққали клапанларнинг ҳолати ўзгаради.

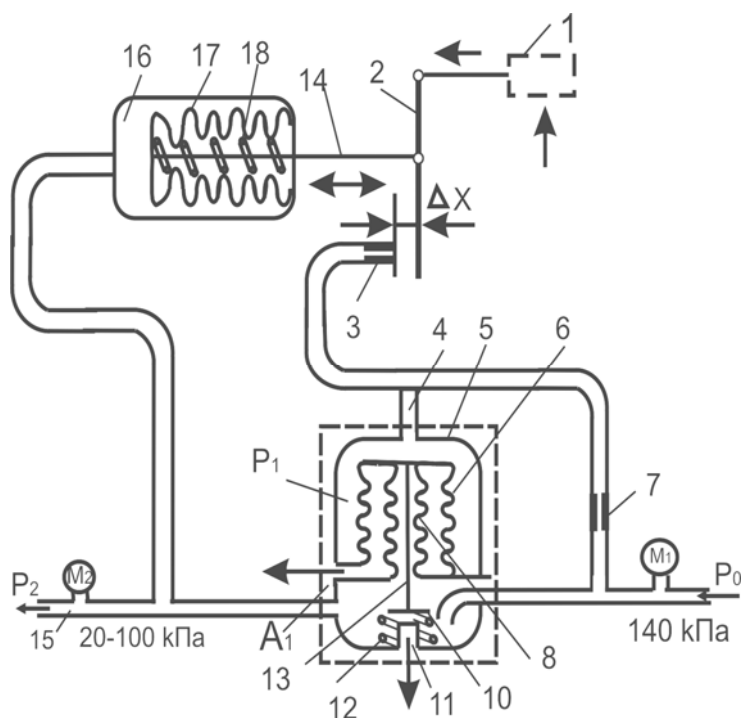


8.11 – расм. Куч компенсацияли пневматик ўзгарткич схемаси

Натижада б ва в камераларда босим ўзгаради. Тўсиқ 2 сиффон 4 таъсирида соплога нисбатан шундай ҳолатни эгаллайдики, сиффондаги куч ўлчаш блокининг F кучига тенглашиб, б ва в камералардаги босим шунга қараб ўзгаради. Ўзгарткич берилган ўлчаш чегарасига сиффонни ричаг 5 бўйлаб силжитиш орқали созланади. Ўзгарткичнинг чиқиш сигнали 20 кПа ($0,2 \text{ кГк/см}^2$)-бошланғич босим нол корректорнинг пружинаси 6 ёрдамида ўрнатилади. Ўзгарткич чанг, нам ва ёғдан тозаланган ҳаво билан таъминланади. Ҳавонинг номинал босими 140 ± 14 кПа. Чиқиш сигналини 300 метр масофага узатиш мумкин. Ўзгарткичнинг аниқлик синфи 1,0.

Силжиш компенсацияли ўзгарткичлар ўлчаш блоки сезгир элементининг силжишини 20—100 кПа қийматда пневматик чиқиш сигналига ўзгартириш учун мўлжалланган.

8.12-расмда силжиш компенсацияли схема бўйича ишлайдиган пневматик ўзгарткичнинг принцинал схемаси кўрсатилган. Таъминловчи ҳаво босими ҳамда ўзгарткич чиқишидаги ҳаво босими M_1 ва M_2 манометрлар орқали назорат қилинади.



8.12 – расм. Силжиш компенсацияли пневматик ўзгарткич схемаси.

Бирламчи реле таркибига ўзгармас кесимли дроссел 7, сопло 3 ва ўлчаш блоки 1 нинг сезгир элементи билан боғланган тўсиқ 2 киради. Кучайтиргич иккита кетма-кет уланган дроссел ва сиффон туридаги юритмадан иборат. Дроссел тизими сопло 9 ва 11 ларни ўз ичига олади. Биринчи соплодан P_0 босимли сиқилган ҳаво кучайтиргичга келади, иккинчи сопло орқали эса ҳаво кучайтиргичдан атмосферага чиқади. Сопполарнинг тешиклари орасида ликобчасимон клапан мавжуд. Унинг ҳолатига иккала дроссел ҳаво оқимлари кесимларининг юзи, бинобарин, дроссел қаршиликлари ҳам боғлиқ. Кучайтиргич юритмаси камера 5 ичига жойлашган, бир-бирига нисбатан концентрик ўрнатилган сиффонлар 6 ва 8 дан иборат. Ликобчасимон клапан сиффонларнинг ҳаракатчан таги билан шток 13 орқали, кучайтиргич эса бирламчи реле ва иккиламчи асбоб билан найчалар 4 ва 15 орқали боғланган. Сиффон юритмасига P_1 ва P_2 босимлардан ўзаро мувозанатлашган иккита куч таъсир қилади.

Тўсиқнинг силжиши бирламчи асбоб сезгир элементининг ҳолатига ёки текшириладиган параметр қийматига боғлиқ. Тўсиқ соплони беркитганда сиффонга таъсир қиладиган P_1 босим кўпаяди, сиффонлар сиқилади,

ликобчасимон клапан 10 сопло 9 тешигини очиб, сопло тешиги 11 ни беркитади; P_2 босим ошади ва сопло 11 батамом беркилганда, P_2 босим ўзининг максимал қийматига эришади. Тўсиқ соплодан четлашганида тескари ходиса юз беради, яъни сопло 9 тешиги беркилиб, сопло 11 тешиги очилади. Ҳавонинг атмосферага чиқишидаги қаршилиқ камаяди, шунинг учун P_2 босим пасаяди ва у сопло 11 нинг тўлиқ очилишида нолга тенглашади.

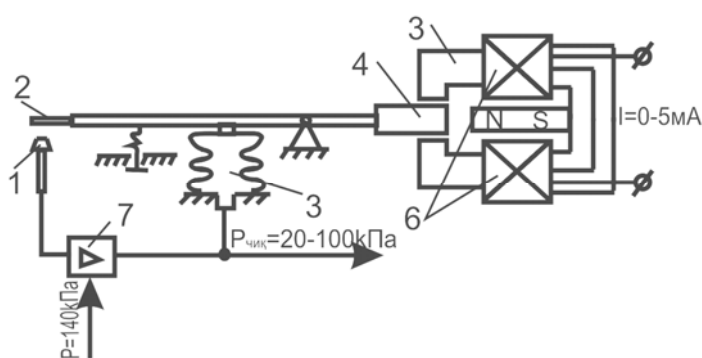
Ҳаво босимининг ва ўлчанаётган параметрнинг ўзгариши куйидагича бўлади. P_2 босим ошганда, сиффон 17 сиқилади ва шток 14 орқали тўсиқни сопло 3 дан четга суради ҳамда соплонинг батамом беркилишига йўл қўймайди. Пневматик тизимлардаги иккиламчи асбоб сифатида ҳар қандай босим ўлчагичлар ишлатилиши мумкин.

8.4-§. ЭЛЕКТР-ПНЕВМАТИК ВА ПНЕВМО-ЭЛЕКТР ЎЗГАРТКИЧЛАР

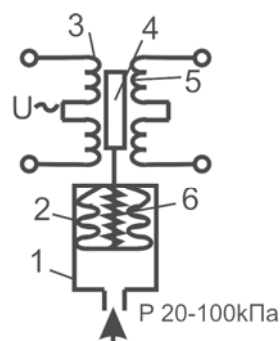
Автоматик назорат, созлаш ва бошқаришнинг комбинацияланган электр-пневматик тизимларни яратишда электр ва пневматик чиқиш сигналларига эга бўлган асбоблар қўлланилади. Ўлчаш тизимининг электр ва пневматик шохобчаларини мослаштириш учун электр-пневматик ва пневмо-электр ўзгарткичлар чиқарилади.

Электр-пневматик ўзгарткич 0—5 мА ўзгармас токнинг узлуксиз электр сигналининг бир хиллаштирилган 20—100 кПа қийматидаги пневматик сигналга ўзгартиришга мўлжалланган. ЭПП туридаги электр-пневматик ўзгарткичнинг принцинал схемаси 8.13-расмда тасвирланган. Ўзгарткич иши куч компенсацияси принципига асосланган. Ўзгарткичдан назорат ва созлаш тизимларида электр аналог асбоблар билан пневматик асбоблар ҳамда тизимлар орасида боғланиш ўрнатишда фойдаланилади.

Асбоб вазифаси турлича икки блок: электр-механик ўзгарткич (магнитоэлектрик механизм ва рычаглар тизим мажмуаси) ва пневматик кучайтиргичдан тузилган.



8.13 – расм. Электр – пневматик ўзгарткичнинг принципаал схемаси.



8.14 – расм. Пневмо – электрик ўзгарткичнинг принципаал схемаси.

Электр кириш сигнали ($I = 0—5\text{мА}$) электромагнит 5 нинг ғалтаклари 6 га берилади. Бунда магнит ўтказгичида якорь 4 нинг силжишига олиб келадиган магнит оқими пайдо бўлади. Якордаги куч ток миқдорига тўғри мутаносиб. Шу куч таъсирида рычаг 2 нинг силжиши сопло 1 алоқасида босим ўзгаришига олиб келади. Бу босим пневматик кучайтиргич 7 билан кучайтирилади ва пневмоалоқалар бўйлаб ўзгарткич чиқишига ва тескари алоқа сифони 3 га берилади. Чиқиш босими таъсирида сифонда пайдо бўладиган куч якорда кириш сигналидан ҳосил бўлган куч билан куч рычаги орқали мувозанатлаштирилади. Аниқлик синфи 0,5; 1,0.

Пневмо-электр ўзгарткич 20—100 кПа қийматдаги узлуксиз пневматик сигнални 0—5 мА ўзгармас токнинг бир хиллаштирилган электр сигнаliga ўзгартириш учун мўлжалланган.

Узлуксиз кириш ва чиқиш сигналлари учун пневмо-электр ўзгарткичлар ҳам тўғри таъсир этувчи ўзгарткич, ҳам қўшимча энергия манбаидан фойдаланадиган компенсацион турдаги ўзгарткич тарзида чиқарилиши мумкин.

Тўғри таъсирли пневмо-электр ўзгарткич (8.14-расм) пневматик кириш сигнадини қабул қилувчи ўлчаш блоки 1 дан ва дифференциал-трансформаторда узатувчи ўзгарткичдан ташкил топган. Босим таъсирида сифон 2 нинг қўзғалувчан туби ва у билан боғланган, бирламчи 3 ва иккиламчи 5 чулғамга эга бўлган ўзак 4 силжийди. Акс таъсир этувчи куч пружина 6 ёрдамида яратилади. Ўзакнинг максимал силжиши туфайли пайдо бўладиган асосий хатолик $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Компенсацион пневмо-электр ўзгарткичларда кучларни компенсациялаш принципидан фойдаланилади. Тўғри таъсирли ўзгарткичлар компенсацион турдаги ўзгарткичларга қараганда камроқ аниқликка эга. Аммо компенсацион турдаги ўзгарткичлар тўғри таъсирли ўзгарткичларга нисбатан қиммат туради.

8.5- §. ТЕЛЕЎЛЧАГИЧЛАР ТИЗИМИ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Ўлчашларни узок масофаларга узатишда алоқа линиялари параметрларининг ўзгариши узатиш аниқлигига таъсир қилиши мумкин бўлганда телеўлчагичлар тизимлари ишлатилади. Бу тизимларда ўлчаш натижалари алоқа линиясига узатишда аввал кодланади ва қабул қилиш пунктида дешифровка қилинади. Маълумотларни узатиш учун сон-импульсли, вақт-импульсли ва частотали тизимлар қўлланилади.

Сон-импульсли тизимнинг ишлаш принципи ўлчанаётган катталикнинг ҳар бир қийматига алоқа линияси бўйлаб юбориладиган ток импульсларнинг муайян сони тўғри келишига асосланган. Кодлашни, масалан, ўлчаш тизими билан боғлиқ бўлган валикнинг ҳар бир айланишида бир импульсни қабул қилиш билан амалга ошириш мумкин.

Вақт-импульсли тизимнинг узатиш қурилмаси ўлчанган катталикни ўзгарувчан давомлиликда импульсларга ўзгартиради. Бундай модуляция кенгликли модуляция дейилади. Агар тизим ўлчанган катталикни импульс йўли даврининг муайян, яъни ўлчанган қийматига мутаносиб қисмини ажратувчи 0 ва ҳисобловчи икки импульслар ёрдамида узатса, бундай,модуляция фазовий модуляция дейилади. Ўлчанган катталикни кодлаш учун югурувчи, сигнални дешифровка қилиш учун эса детекторловчи қурилмалар ишлатилади.

Частотали тизимлар икки турда бўлади:

1. Частота-импульс модуляцияси тизимининг сигналлари ўлчанган катталикка мутаносиб бўлган частота билан айланувчи ўлчаш тизими валикларидан олиниши мумкин.Сигналларни детекторлар ёки жамғарувчи конденсатор ёрдамида қабул қилиш мумкин.

2. Частотали модуляция ўзгарувчан ток билан амалга оширилади, узатувчи қурилма ўзгарувчан сиғимли ёки индуктивли синусоидал

тебранишлар генераторидан иборат. Ўлчанган катталиқнинг ўзгариши ўлчаш тизими орқали бажарилади. Ўзатишган сигнал кучайтириш каскади орқали детекторловчи қурилмага келади, бу қурилма эса сигнал частотасига мутаносиб бўлган ток ёки кучланишни ўлчашга имкон беради.

8.6- §. ИККИЛАМЧИ АСБОБЛАР

Бошқаришнинг турли даражаларини автоматлаштириш тизимларида ахборотни акслантириш воситалари бирламчи, иккиламчи ва ичига ўрнатилган ўзгарткичлар билан биргаликда ишлайдиган аналогли кўрсатувчи — қайд қилувчи ва рақамли кўрсатувчи иккиламчи асбоблар бўлади.

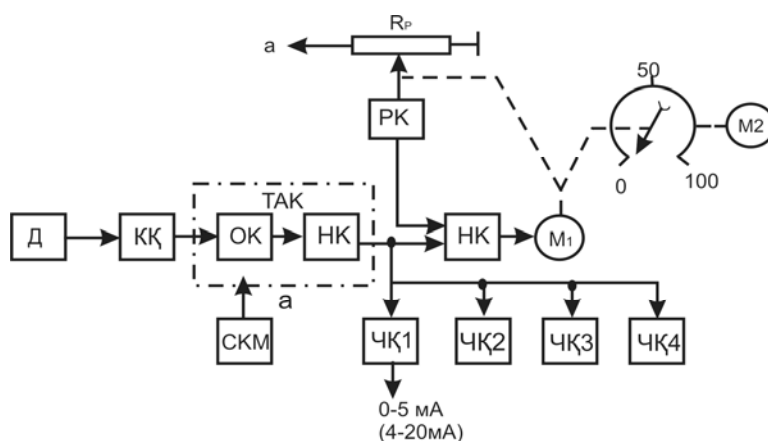
Аналогли иккиламчи асбоблар ишлатишда оддийлиги учун, нисбатан арзонлиги, етарлича аниқлиги, кўп функционаллиги, эргономик афзалликлари учун кенг тарқалди. Эргономик афзаллигига, хусусан параметрларнинг ўзгариш тезлиги диаграммасига кўра баҳолашнинг кўрсатмалилиги тегишлидир.

Қайд қилувчи аналогли иккиламчи асбоблар ҳам хўжалиқ ҳисобини ҳисобга олишда, ҳисобот тизимида, автоматик ростлаш тизимларини созлашда тез ўзгарувчи параметрларни қайд қилиш учун фойдаланилади.

Ҳозирги вақтда КС туридаги бир хиллаштирилган асбобларни янада замонавий микроэлемент асосли, жумладан, ДИСК-250 ва РП160 ўлчов асбоблари билан аста-секин алмаштирилмоқда.

ДИСК-250 туридаги автоматик асбоблар ток кучини ва ўзгармас ток кучланишини ўлчаш учун, шунингдек, ток ёки кучланишнинг бир хиллаштирилган сигналларига алмаштирилган бошқа ноэлектрик катталиқларни ўлчаш учун мўлжалланган.

ДИСК-250 турли технологик катталиқларни диаграммали дискда узлуксиз ўзгартиради ва қайд қилади. Кириш сигналлари (50м, 100м, 10П, 50П, 100П, ХК, ХА, ПР) бир хиллаштирилган чиқиш сигнали 0—5 ёки 4—20 мА га ўзгартиради; релели чиқишли икки позицияли сигнал (кам-кўп); контактсиз ёки релели чиқишли уч позицияли ростлаш (кам — нормал — кўп); датчикнинг узилганлиги индикацияси, асбобни улаш ва ростловчи, сигнал берувчи қурилмаларнинг ҳолати назорат қилинади.



8.15 – расм. ДИСК – 250 иккиламчи асбобнинг структура

Асосий хатолик чегараси $\pm 0,5\%$ (қайд қилишга кўра $\pm 1\%$). ДИСК-250 нинг ишлашига электромеханик кузатув мувозанатлашиш принципи асос қилиб олинди. Датчикдан келаётган кириш сигнали олдиндан кучайтирилади ва шундан сўнггина компенсацияловчи элемент (реохорд) сигнали билан мувозанатлаштирилади. Ишлаш принципи 8.15-расмдаги структура схемасида изоҳланади.

Д датчикдан чиқаётган кириш сигнали КҚ кириш қурилмасига келади, бу ерда кейинчалик ишлов бериш қулай бўлиши учун ўлчашнинг қуйи чегараси бўйича нормаллаштирилади. Бундан ташқари, кириш қурилмаси қаршилиқ термоўзгарткичларини ва термоэлектрик ўзгарткичларнинг совуқ қотишмалар термо ЭЮКини ўлчашда ҳарорат компенсацияси мис резистори таъминоти учун ток манбаига эга. Кейин кириш сигнали бикр манфий тескари алоқали ТАК кучайтиргичга келади, у ерда ўлчашнинг юқори чегараси бўйича нормаллашади. Шундай қилиб, ТАК нинг чиқишидан ўлчашнинг қуйи ва юқори чегаралари бўйича нормаллашган сигнал олинади (кириш сигналлари ўлчашнинг қуйидан юқори чегараларигача ўзгарганда ТАК кучайтиргичнинг чиқиш сигнали ДИСК-250 асбобларида —0,5 дан —8,5 В гача чегарада ўзгаради).

R_p реохорддан келаётган сигнал РК кучайтиргичда +0,5 дан +8,5 гача кучайтирилиб, НК нобаланс кучайтиргичи киришида ТАК сигнали билан таққосланади.

Ўлчанаётган параметр қийматининг ўзгаришида МК кучайтиргич киришида баланснинг бузилиш сигнали пайдо бўлади, у шу кучайтиргич билан кучайтирилади ва M_1 двигателнинг ишини бошқаради, двигатель эса ўз навбатида R_p реохорд сургичини РК кучайтиргич сигнали ТАК кучайтиргич сигналига тенг бўлгунга қадар (мутлақ қиймати бўйича) суради. Шу тарзда ўлчанаётган параметрнинг ҳар бир қийматига (НК кучайтиргичи киришида) реохорд сурилгичининг ва у билан боғлиқ асбоб кўрсаткичининг маълум вазияти мос келади. Реохорд чулғами қаршилиги тахминан 940 Ом (+ 5%) ни ташкил этади.

ТАК кучайтиргичдан келаётган сигнал чиқиш қурилмалари кучайтиргичларининг киришига ҳам келади. ЧК₁ кириш сигнаolini бир хиллаштирилган чиқиш сигналига ўзгартирувчи қурилма 0—5, 4—20 мА; ЧК₂—уч позицияли ростловчи қурилма; ЧК₃— ўлчанаётган параметрнинг ман қилинувчи қуйи чегарасидан чиқиб кетиши ҳақида сигнал берувчи қурилма; ЧК₄— ўлчанаётган параметрнинг юқориғи йўл қўйилган қийматидан чиқиши ҳақида сигнал берувчи қурилма.

Ҳамма асосий (функционал) бўғинлар стабиллашган (барқарорлашган) кучланиш манбаи СКМдан таъминланади, индикация асбобнинг олдинги панелидаги ёруғ махсус диодлар ёрдамида амалга оширилади.

Асбоблардан фойдаланишнинг универсаллигини ошириш ва ишлатиш жараёнида қайта даражалашни осонлаштириш учун ДИСК-250 да анъанавий манганин резисторлар ўрнига $R—2R$ туридаги иккиламчи резистив матрицалардан иборат микройиғмалар қўлланилган.

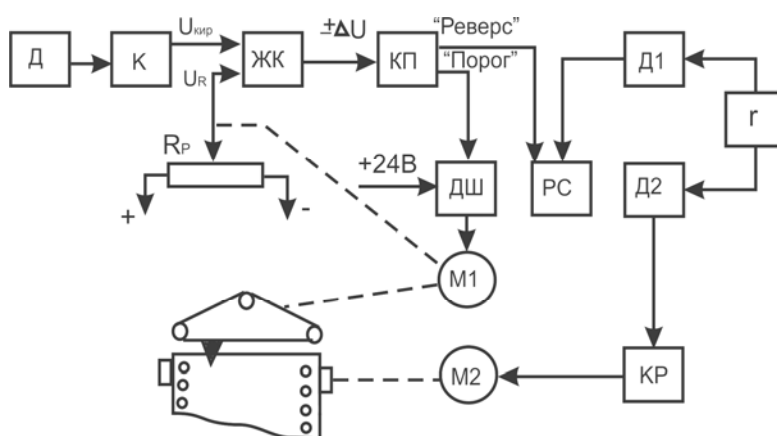
ДИСК-250 асбобларида дастлабки меъёрловчи кучайтиргичли схемаларнинг қўлланилиши КСЗ асбобида фойдаланиладиган механик узел (бўғин) лардан воз кечишга ва кириш сигнали сигнализацияси, ростлаш ва ўзгартириш вазифаларини микроэлектроника элементларини қўллаб, соф электрик усуллар билан чиқиш сигналига ўтказишга имкон берди, бу эса чиқиш қурилмаларининг аниқлигини оширишга, асбобни ихчамлаштиришга, блоклараро монтажни соддалаштиришга, массасини, ўлчамларини, энергия

сиғимини анча камайтиришга ҳамда таъмирланиш даражасини камайтиришга имкон беради.

ДИСК-250 ни ЭПП-М туридаги электро-пневматик ўзгарткич ва ПИ-ростлагич билан биргаликда (бир комплектда) фойдаланиш тавсия этилади.

РП 160 туридаги қайд қилувчи иккиламчи асбоб ўзгармас ток ва кучланишини ўлчаш ва қайд қилиш учун, шунингдек, ўзгармас ток ва кучланиш электр сигналларига ёки актив қаршиликка ўзгартирилган ноэлектрик катталикларни ўлчаш ва қайд қилиш учун мўлжалланган.

Асбоб қаршилиқ термоўзгарткичлари (10П, 50П, 100П, 50М, 100М), термоэлектрик ўзгарткичлар (ТХК, ТХА, ТПР) ва ўзгармас ток чиқиш сигналлари манбалари билан ишлашга мўлжалланган. Асбоб схемаси ўлчанаётган параметрнинг берилган қийматдан шкала узунлигининг 5% дан 25% гача оралиқда четлашишини сигналлаштиришни таъминлайди. Асбобнинг асосий хатолиги $\pm 0,5\%$ (қайд қилинишига кўра $\pm 1\%$).



8.16 – расм. РП 160 иккиламчи асбобнинг структура

РП160 асбобининг тузилиши (структур) схемаси 8.16-расмда келтирилган.

Асбобнинг ишлаш принципи ўзгармас ток кучланишининг иккита сигнадини таққослашга асосланган: бирламчи ўзгарткичнинг $U_{кир}$ кириш сигнали ва U_R тескари боғланиш сигнали, у R_p реохорднинг ҳаракатланувчи контакти (движок) дан олинади.

$U_{\text{кир}}$ бирламчи ўзгарткич сигнали К кучайтиргичнинг чиқишдан жамловчи кучайтиргич ЖК га келади, у ерга тескари алоқа U_R сигнали ҳам узатилади. Жамловчи (йиғинди) кучайтиргич ЖК нинг чиқишидан олинган кучайтирилган фарқий сигнал $\pm \Delta U$ компаратор КП га келади. Компаратор КП иккита сигнални шакллантиради. М1 («Реверс») нинг айланиш йўналишини белгилаб берувчи $\Delta U (\pm \Delta U)$ белги (ишора) сигнали ва М1 («Бўсага» — «порог») статор чулғамига + 24В кучланиш уланишини таъминловчи сигнал. Бу кучланишнинг М1 статорнинг чулғамларида ΔU нинг қийматига, ΔU нинг ишорасига ва асбобнинг берилган тезкорлигига боғлиқ ҳолда коммутациялаш тартибини РС реверсив ҳисоблагич аниқлайди, уни Г генератордан Д1 частота ажратувчи орқали келадиган тўғри бурчакли импульслар ва ДШ дешифратор бошқаради.

$\Delta U \neq 0$ да М1 ротор ΔU нинг ишорасига боғлиқ ҳолда у ёки бу томонга айлана бошлайди. R_p реохорднинг ҳаракатланувчи контакти билан кинематик боғланган ротор ΔU нолга тенг бўлиб қолгунча айланади.

Мувозанат пайтида ($\Delta U = 0$) асбоб шкаласидаги кўрсаткичнинг ҳолати ўлчанаётган параметрнинг қийматини белгилайди.

РП160 асбоби қаршилик термо ўзгарткичлари билан ишлашда юқорида қараб чиқилган барча автоматик кўприклардан фарқли равишда қаршилик термоўзгарткич (ТС) га тўрт симли линия бўйича уланади. Икки сими ТС нинг таъминот линияси, қолган иккитаси — ўлчов линиялари, бу алоқа линияси қаршилигини мослашни талаб этмайди. Алоқа линиясининг йўл қўйиладиган қаршилиги 500 Ом дан ортиқ эмас. ТС орқали ўтадиган ток кучи қиймати кўпи билан 7мА.

Термоэлектрик ўзгарткичлар асбобга ўзларининг чиқишлари билан ёки компенсацияловчи (узайтирувчи) симлари билан уланади. Бунда алоқа линиясининг қаршилиги 1000 Ом дан ошмаслиги керак.

РП160 асбобларида созликни текшириш таъминланган: «Контроль» (назорат) кнопки (тугмачаси) босилганда асбоб кўрсаткичи шкала узунлигининг 50% га мос келувчи белгини кўрсатади.

Асбобда қайд этиш золдирли ёзув билан узлуксиз чизик тарзида амалга оширилади. Технологик жараёнларнинг параметрларини саккизта мустақил канал бўйича ўлчаш, назорат қилиш ва ростлаш учун 9060 ПИМ туридаги ўлчовчи кўп каналли микропроцессорли асбоб мўлжалланган. Асбобга чиқиш сигналлари 0—10; 0—100 мВ; 0—5, 0—20 мА бўлган бирламчи ўзгарткичлар ва турли хилдаги тензорезисторли куч ўлчовчи ўзгарткичлар уланиши мумкин.

Иккиламчи пневматик асбобларнинг киришига узатиладиган аналогли босимларнинг чегараси (диапазони) 20—100кПа ни ташкил этади; улар чанг ва мойдан қуритилган ҳамда тозаланган 140 кПа босимли ҳаво билан таъминланади.

Асбобларнинг ўлчаш механизмининг ишлаш принципи куч компенсацияси усулига асосланган бўлиб, бунда сезгир элемент таъсири орқали вужудга келган момент тескари алоқа пружинаси ҳосил қиладиган момент билан мувозанатланади.

Тузилишига кўра иккиламчи пневматик асбоблар кўрсатувчи, ўзи ёзувчи ва интегралловчи асбобларга бўлинади. Асбобларнинг аниқлик синфи 0,5 ва 0,1.

Рақамли иккиламчи асбобларда ўлчанган параметрнинг қийматлари махсус рақамли индикаторлар ёрдамида рақам шаклида акслантирилади. Ахборотни беришнинг бундай усули идрок қилиш учун анча қулай, шунингдек, у ўлчанаётган параметрнинг қийматларини стрелкали асбобларга нисбатан баҳолашнинг субъектив хатоларини йўқ қилади. Бундан ташқари, рақамли иккиламчи асбоблар махсус келишувчи (мослашувчи) қурилмалар ёрдамида ўлчанган параметрнинг қийматини рақам босувчи қурилмаларда ва перфораторларда қайд қилиш имконини беради, шунингдек, маълумотларни электрон ҳисоблаш машиналарига киритишни таъминлайди. Асбоблар бирламчи ўзгарткичлардан фойдаланган ҳамда физик катталикларни бевосита ўлчаш учун, шунингдек, бир хиллаштирилган ўлчов ўзгарткичлари билан ишлаш учун мўлжалланган.

Рақамли асбоблар ахборот-ўлчаш тизимларида агрегат ўлчаш воситаси сифатида ёки шчит-монтажида автоном (алоҳида) иккиламчи асбоблар сифатида кенг қўлланилмоқда.

8.7-§. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИ ТАНЛАШ

Ҳар бир айрим ҳолда технологик параметрларни улчаш қайд қилиш ва назорат қилиш воситаларини жорий қилиш масалаларини ҳал қилишда ўлчаш воситаларини (ЎВ) танлашни асослашга тўғри келади.

Ўлчаш воситаларини танлаш ЎВ га аниқ талаблар қўйишдан ва ЎВнинг бу талабларга жавоб берувчи турларини танлашдан, ўлчаш алгоритминини ишлаб чиқишдан (ёки аниқлан-тиришдан) иборат. ЎВни танлаш ва танловни асослаш уларнинг умумлашган метрологик тавсифларини ЎВ ни ўлчашда ҳамма иштирок этувчиларнинг таъсирини, қўшимча қурилмаларни, моддалар ва материалларнинг, ўлчаш усуллариининг хусусиятларини ва унинг натижаларига ишлов беришни ҳисобга олишни ҳамда аниқлашни талаб қилади.

ЎВга бўлган талаблар технологик, конструктив, метрологик, иқтисодий, экологик ва ижтимоий характерга эга бўлиб, унга: йўл қўйиладиган хатоликлар чегараси; ўлчаш шароитлари (ўлчаш объекти ва атроф муҳитнинг ЎВ маълумотлари бўйича ўлчанмайдиган, аммо ўлчаш натижасига таъсир этувчи параметрлар); ЎВнинг тез таъсир кўрсатиши; ўлчаш ахборотининг тури (маҳаллий кўрсатишлар, масофадан туриб курсатишлар, автоматик қайд қилиш, интеграллаш, сигнализация ва ҳоказо); микропроцессор ва ЭХМ асосида автоматик бошқариш тизимларида ахборотдан фойдаланиш зарурати ва имкониятлари; ЎВ ни ўрнатиш хоналарига ва шароитларига талаблар; фойдаланиш қиймати ва иқтисодий самарадорлик; ЎВ ва қурилмаларни монтаж қилувчи ҳамда техник хизмат кўрсатувчи ходимларга талаблар.

ЎВни танлаш, одатда, уч босқичда амалга оширилади.

Биринчи босқич ўлчаш объектини таҳлил қилишдан иборат, бунда маҳсулотнинг тегишли турига кўра тегишли норматив-техник ва технологик ҳужжатлар ўрганилади, маҳсулотнинг сифати ва миқдорий кўрсаткичлари

таҳлил қилинади, улар ўлчовларининг чегараси, технологик жараённинг кечиш шароитлари, технологик жараёнлар параметрларини ва маҳсулот сифати кўрсаткичларини ўлчаш ва назорат қилишнинг мумкин бўладиган турлари таҳлил қилинади. Биринчи босқич натижаларига кўра маҳсулотнинг назорат қилинадиган кўрсаткичлари ва технологик жараён параметрлари рўйхати қуйидаги намуна бўйича тузилади: технологик жараён босқичининг номи; параметрнинг номи; параметрнинг ўзгариши мумкин бўлган чегаралари; параметрни назорат қилишнинг мумкин бўладиган тури; жараённинг муҳим тавсифлари.

Иккинчи босқич ЎВ ни танлашда қўлланиладиган ва таклиф этиладиган усулларни таққослаб таҳлил қилишдан иборат. Бу босқичда қандай ўлчашларни — бевосита ёки билвосита ўлчашларни танлаш кераклиги ҳал қилинади; бўлиши мумкин бўлган ўлчаш хатоликлари турли услублар ва воситалар билан баҳоланади ва ЎВ нинг афзал вариантлари танланади; синов танлаб олиш жойлари ёки ЎВ ни ўрнатиш жойлари, кўрсатишларини ёзиб олиш услублари ва даврийлиги аниқланади, ўлчаш натижаларига ишлов бериш алгоритми ва улардан фойдаланиш тартиби ўрнатилади. Иккинчи босқич натижаларига кўра технологик параметрни назорат қилиш схемаси тузилади.

Учинчи босқич таклиф этилаётган ЎВини ва ҳақиқий сифатларини аниқлаш учун ЎВ ни танлаш услубларини тажрибада текшириб кўришдан (тадқиқот синовларидан) иборат.

Ўлчаш воситаларини танлаш ва танлашни асослашнинг қуйида келтирилган тартиби асосан технологик жараёнларнинг параметрларини назорат қилишни автоматлаштириш бўйича ўқув ишларини бажаришда тавсия этилади.

Маълум параметрни ўлчаш бўйича топшириқда (лойиҳалашда у техник вазифа дейилади) қуйидагилар бўлиши керак:

- 1) технологик параметрнинг номи (масалан, ҳарорат, t);
- 2) унинг ўлчанадиган қиймати (масалан, $t_{\text{ўл}}=100^{\circ}\text{C}$);

3) мумкин бўладиган, яъни технологик йўл қўйиладиган четланишлар чегаралари (масалан, $\Delta t_{\text{кўш}} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$);

4) ўлчаш шартлари (масалан, диаметри 500 мм бўлган идишда муҳитнинг босими 0,5 мПа дан ортиқ бўлмаганда);

5) технологик жараённинг кечиш шароитлари (масалан, ҳарорат аста-секин ўзгаради, муҳит агрессив эмас, қовушоқ эмас ва шу каби);

6) назорат қилиш тури (масалан, диски диаграммада кўрсатиш ва қайд этиш);

7) маълумотларни узатиш учун ўлчаш ахборотининг тури (масалан, бир хиллаштирилган унификацияланган) токли сигнал 0-5 мА).

Шундай қилиб, бизнинг мисолимизда диаметри 500 мм бўлган идишда босим 0,5 мПа дан ортиқ бўлмаганда агрессив бўлмаган муҳитнинг $100 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ҳароратини ўлчаш ва қайд этиш учун ЎВ ни танлаш зарур; бунда иккиламчи асбоб бир хиллаштирилган токли сигнал 0—5 мА бўлиши керак.

Топшириқнинг метрологик талабларидан келиб чиқиб ва иқтисодий мақсадга мувофиқликни ҳисобга олган ҳолда ТСМ туридаги қаршилик термоўзгарткичидан (2-бобга қаранг) ва ДИСК-250 туридаги иккиламчи қайд қилувчи асбобдан (8-боб, 6-§ га қаранг) иборат ўлчаш мажмуасини олдиндан аниқлаш мумкин.

ЎВ ўлчашларининг юқори чегараси (N_{max}) қуйидаги ифодаларга кўра аниқланади.

1) секин ўзгарувчи ўлчанаётган катталиқ учун:

$$N_{\text{ўзг}} \leq (3/2) N_{\text{max}};$$

2) тез ўзгарувчи катталиқ учун:

$$N_{\text{ўзг}} \leq 2 N_{\text{max}}.$$

Шундай қилиб, $t_{\text{max}} \geq 3 \cdot 100 / 2 = 150^{\circ}\text{C}$.

Шуни аниқлаштирамизки, ТСМ.-0879 НСХ 100 М (рухсат синфи В) 200°C гача чегарада (диапазонда) ишлайди, яъни топшириқнинг шартлари қаноатлантирилади.

Термоқаршилиқнинг ўрнатиш чуқурлигини 250 мм деб ҳисоблаб, ТСМ турини аниқлаймиз: ТСМ-0879 5Ц2.821 430-58.

Рухсат синфи В бўлган ТСМ нинг асосий йўл қўйиладиган хатолиги 100°C ҳарорат учун $\Delta t_{\text{тк}} = 0,25 + 0,0035t = 0,25 + 0,0035 \cdot 100 = 0,6^{\circ}\text{C}$ ифода билан аниқланади (1-бобга қаранг).

ДИСК- 250 иккиламчи асбоб учун дастлаб N_{max} ўлчашнинг юқори чегарасини аниқлаш зарур. У стандарт қатордан танлаб олинади; $t_{\text{max}} = 150^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{min}} = 0$.

Талаб қилинган N_{max} нинг стандарт қатор қийматлари билан мос тушмаслик ҳолларида N_{max} нинг энг яқин катта қиймати танланади ва хатолик шу қиймат бўйича олиб борилади. Масалан, ҳисоблашда биз $t = 175^{\circ}\text{C}$ қийматни олган бўлсак, у ҳолда юқори чегара 200°C танланган бўлар эди.

Кейин иккиламчи асбобнинг тури танланади: ДИСК-250-1131, аниқлик синфи 0,5.

ДИСК-250 иккиламчи асбобнинг асосий йўл қўйиладиган хатолиги

$$\Delta t_{\text{и.а.}} = \pm \frac{K(t_{\text{max}} - t_{\text{min}})}{100} = \pm \frac{0,5(150 - 0)}{100} = \pm 0,75^{\circ}\text{C}.$$

Шундай қилиб, топшириққа биноан $\Delta t_{\text{тк}} = 0,6^{\circ}\text{C}$ бўлган ТСМ = 08795 ц 2. 821 қаршилиқ термоўзгарткичи ва $\Delta t_{\text{и.а.}} = 0,75$ бўлган ДИСК = 250 — 1131 иккиламчи қайд этувчи асбобдан иборат ўлчаш мажмуаси танланган.

ЎВ ни аниқлиги бўйича танлашни асослашда танланган ўлчаш мажмуаси (ёки алоҳида ЎВ) ўлчанаётган параметрнинг топшириқ бўйича йўл қўядиган четлашишни таъминланишини исботлаш зарур:

$$\Delta t_{\text{к.факт}} = \pm \sqrt{\Delta t_{\text{т.к.}}^2 + \Delta t_{\text{и.а.}}^2} = \pm \sqrt{0,36 + 0,56} \approx 1^{\circ}\text{C}.$$

$\Delta t_{\text{к}} \text{ факт} < \Delta t_{\text{кўш}}$ бўлгани учун танлаш тўғри бажарилган.

Агар $\Delta t_{\text{к}} \text{ факт} > \Delta t_{\text{кўш}}$ бўлган ҳолда танланган ўлчаш воситалари фойдаланиши мумкин эмас ва бирламчи ўзгарткичнинг йўл қўйилган четлашишлари бўйича танлов масаласини қайта кўриб чиқиш зарур ёки аниқлик синфи юқорироқ бўлган иккиламчи асбобни қўллаш ёки бошқа ЎВ ни танлаш зарур.

Бундай турдаги масалалар ҳар бир параметр бўйича асосий технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳал этилади.

Иккинчи даражали параметрларни назорат (технологик назорат, сигнализация ва ҳоказо) одатда, танланган ЎВ нинг ҳақиқий хатоси 1-бобда баён қилинган қоидалар бўйича аниқланади.

8-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Сигнал ўзгарткичлар
2. Масофага ўзатиш тизимлари
3. Куч компенсацияли электр ўзгарткичлар
4. Куч компенсацияли пневматик ўзгарткичлар
5. Пневматик масофага узатиш
6. Электрик масофага узатиш
7. Меъёрловчи ўзгарткич
8. Электр-пневматик ўзгарткич
9. Пневмо-электр ўзгарткич

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Сигнал ўзгарткичларнинг технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимида вазифаси нимадан иборат?
2. Масофага узатиш тизимларини тузилишини изоҳлаб беринг
3. Куч компенсацияли электр ўзгарткичнинг ишлаш принципини тушунтиринг
4. Куч компенсацияли пневматик ўзгарткичнинг схемасини чизиб, ишлаш принципини тушунтиринг
5. Электрик ва пневматик масофага узатиш тизимларида қандай фарқ ҳамда ўхшашлик мавжуд?
6. Меъёрловчи ўзгарткичнинг технологик жараёнларни бошқариш тизимларида роли нимадан иборат?

7. Электр-пневматик ва пневмо-электр ўзгарткичларда қандай фарк ҳамда ўхшашлик мавжуд?

IX боб. ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИДА МИКРОПРОЦЕССОРЛАРНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

9.1- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Технологик ўлчашларни бажаришда бир қатор ҳолларда ўлчанаётган катталикларнинг қийматларини ва ўлчаш хатоликларини аниқлаш билан боғлиқ бўлган турли ҳисоблаш ишларини (операцияларини) бажариш зарур бўлади. Бундан ташқари, технологик параметрларни автоматик назорат қилишни самарали ташкил этиш учун турли хил мантиқий операцияларни бажариш талаб қилинади. Бу масалалар микропроцессор қурилмалар ёрдамида ҳал қилинади.

Ўлчов асбобларида, ўзгарткичларда ва технологик ўлчашлар учун фойдаланиладиган тизимларда микро ЭХМ ва микропроцессорлар қўлланилади. Бу қурилмаларнинг техник асо-си битта кристаллда 10^3 — 10^6 та элементи бўлган катта ва ўта катта интеграл схема (КИС ва ЎКИС)лар ҳисобланади.

Кейинги пайтларда микроэлектроника ва ҳисоблаш техникасининг энг муҳим ютуғи КИС асосидаги микропроцессорларни яратиш ҳисобланади.

Дастлабки микропроцессорли КИС 1971 йилда чет элда яратилди ва ҳисоблаш техникаси ва рақамли автоматика воситаларини ишлаб чиқарувчи — мутахассисларни унинг дастурий бошқаришнинг имкониятлари билан таъминланувчи кенг қўлланиш истикболлари билан ўзига жалб қилди. Ҳозир микропроцессорларнинг пайдо бўлишини электроника ва ҳисоблаш техникаси соҳасидаги экспертлар инқилобий ҳодиса сифатида баҳолаб, уни XX асрнинг

50-йиллардаги биринчи ярим ўтказгичли элементлар ва қурилмалар билан таққослашади.

Микропроцессор — функционал тугалланган, битта ёки бир нечта КИС ёки ЎКИС кўринишида бажарилган, рақамли ахборотни ишловчи, хотирада сақловчи дастур билан бошқарилувчи қурилмадир. Бу қурилмани микропроцессор дейилади, чунки у вазифалари ва тузилишига кўра одатдаги ЭХМ процессорининг соддалаштирилган хилини эслатади. Ихчамлиги, оғирлиги камлиги ва кам энергия истеъмол қилиши микропроцессорни ўлчов қурилмаларининг, автоматик ростлаш ва бошқариш воситаларининг электрон схемасига бевосита улаш имконини беради. Микропроинтеграциялашнинг кичик ва ўртача даражасидаги интеграл схемаларда қурилган процессорларга қараганда анча арзон, ишлатишда тежамлироқ ва ишончлироқдир. Микропроцессор дастурланувчи мантиқли КИС ёки ЎКИС га асослангани учун у қатъий қайд этилган мантиқли интеграл схемаларнинг кўпчилиқ турларининг ўрнини босди. Микропроцессорнинг дастурини ўзгартириб, унинг ёрдамида кўпгина турли хил масалаларни ечиш имкони яратилиши мумкин.

Микропроцессор одатда махсус ишлаб чиқилган ўзининг конструктив-технологик қийматларига кўра бир хил ва ягона бутун йиғилиши мумкин бўлган алоҳида микропроцессорли ва бошқа интеграл схемаларнинг йиғиндисидан иборат бўлган микропроцессор комплекти (тўплами) таркибида фойдаланилади. Комплект таркибига: микропроцессорлар, хотирловчи қурилмалар, ахборотни киритиш, чиқариш, микродастурли бошқарув ва ҳоказоларнинг интеграл схемалари киради.

Микропроцессор комплекtlари микропроцессорли тизимлар, микро ЭХМлар, микроконтроллерлар ва бошқалар каби кенг функционал имкониятларга ва ягона математик таъминотга эга бўлган рақамли бошқарилувчи ҳисоблаш қурилмаларини қуриш учун мўлжалланган.

Микропроцессорли тизим — ишлаётган тизимга ташкил қилинган микропроцессорли комплектнинг ўзаро таъсирланувчи интеграл схемаларининг

ягона бир бутун тўпламига йиғилган тўпламидир, яъни микропроцессорли ҳисоблаш ёки бошқариш тизими ахборотга ишлов бериш бўғини сифатида.

МикроЭХМ — бу конструктив тугалланган ҳисоблаш қурилмаси бўлиб, у алоҳида корпусда интеграл схемаларнинг микропроцессор комплекти асосида тузилган ва таъминот манбаига, бошқарув пултига, ахборотни киритиш-чиқариш бўғинларига эга бўлиб, бу эса ундан ўз дастурли таъминотида эга автоном эркин ишловчи қурилма сифатида фойдаланишга имкон беради.



9.1 – расм. Микро ЭХМ нинг структура

МикроЭХМлар структурасига кўра одатдаги ЭХМлардан анча содда қилиб қурилади. Бу магистрал — модулли деб аталувчи жуда ўзгарувчан структуранинг асосини (9.1-расм) умумий магистрал (умумий шина) ташкил этиб, унга машинанинг бир-бири билан интерфейслар ёрдамида боғланган конструктив тугалланган модуллари кўринишида бажарилган талаб килинган номенклатура ва миқдордаги ҳамма қурилмалари уланади.

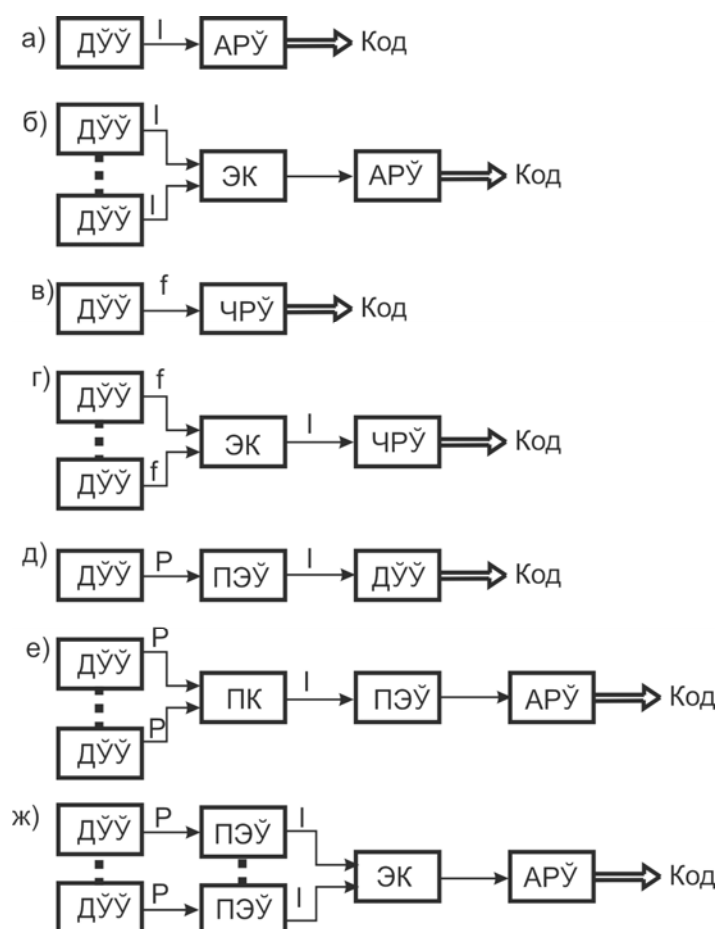
Интерфейс (инглизча *interface* — ўзаро боғланиш) рақамли ҳисоблаш техникаси қурилмалари ўртасидаги ахборот алмашишни амалга ошириш учун мўлжалланган сигнал чизиқлари ва шиналари, электрон схемалар ва алгоритмлар мажмуасини (тўпламини) ифодалайди.

Микроконтроллер (контроллер)—микропроцессорлар ёки микроЭХМ асосида бажарилган мантиқий бошқарув қурилмаси.

9.2- § РАҚАМЛИ ҲИСОБЛАШ ТЕХНИКАСИ ҚУРИЛМАСИГА ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАР ҲАҚИДАГИ АХБОРОТНИ КИРИТИШ

VIII бобда таъкидлаб ўтилганидек, технологик параметрларни ўлчашнинг замонавий воситалари ўзгармас ток, частота ва босим кўринишидаги чиқиш

сигналларига эга бўлади, яъни аналогли бўлади. Бу сигналларни рақамли ҳисоблаш техникаси воситаларига киритиш учун тегишли мословчи қурилмалардан (ёки қўшиш қурилмаларидан) фойдаланиш зарур. Бунда ҳал қилинадиган умумий масала дастлабки ўлчов ўзгарткичлари (ДЎЎ) сигналларини ҳисоблаш техникаси воситалари қабул қиладиган электр кодли сигналга алмаштиришдан иборат. Технологик параметрларни ўлчаш воситаларининг ва ҳисоблаш техникаси воситаларининг ишини мослаштириш учун фойдаланиладиган қурилмаларнинг энг умумий структура схемалари 9.2-расмда кўрсатилган.



9.2 – расм. Ўлчаш ва ҳисоблаш техникаси воситаларининг ишини мослаштириш қурилмаларининг структура схемаси.

Ўзгармас ток I нинг электр сигналлари код сигналларига аналогли рақамли ўзгарткич (АРЎ) ёрдамида (9.2-расм, а, ва б лар), f частота сигналларига эса частотавий рақамли ўзгарткич (ЧРЎ) ёрдамида ўтказилади (9.2-расм, в ва г). Агар айтиб ўтилган ўзгарткичлар бир нечта дастлабки ўлчов

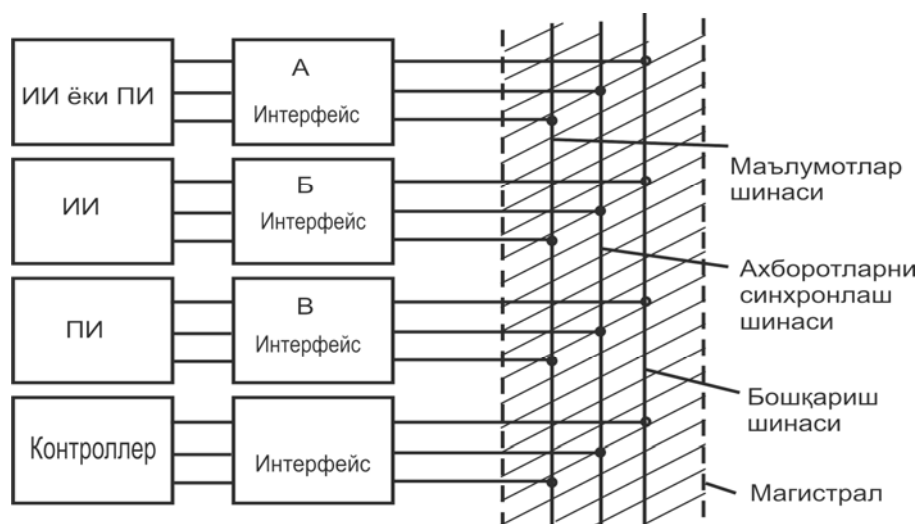
ўзгарткичлари, масалан, $D\ddot{U}\ddot{U}_1—D\ddot{U}\ddot{U}_n$ нинг сигналларини ўзгартириш учун фойдаланилса, у ҳолда сигналлар навбати билан $AP\ddot{U}$ га электр коммутатор ЭК орқали келтирилади (9.2-расм, б).

Пневматик $D\ddot{U}\ddot{U}$ лар ишлаб чиқарадиган сиқилган ҳавонинг босими сигналларини алмаштириш учун одатда пневмоэлектрик ўзгарткич ПЭЎ ёрдамида босимни ўзгармас ток электр сигналига дастлабки алмаштиришдан фойдаланилади (9.2-расм д, е, ж). Бунда агар бир нечта $D\ddot{U}\ddot{U}$ нинг сигналларини алмаштириш учун битта ПЭЎ ва битта $AP\ddot{U}$ қўлланилса, у ҳолда $D\ddot{U}\ddot{U}$ ни ПЭЎ га навбати билан улаш пневматик коммутатор ПК ёрдамида амалга оширилади (9.2-расм, е). Агар ҳар бир ПЭЎ нинг сигналинини ўзгартириш учун шахсий ПЭЎ дан фойдаланилса, у ҳолда ЭК ёрдамида $D\ddot{U}\ddot{U}_1—D\ddot{U}\ddot{U}_n$ ни $AP\ddot{U}$ га навбати билан улаш амалга оширилади (9.2-расм, ж).

Код сигналинини ҳисоблаш техникаси воситаларига киритиш асбобли интерфейслар ёрдамида амалга оширилади.

Ўлчаш воситалари учун интерфейс (асбобли интерфейс) тегишли код кўринишдаги чиқиш сигналига эга бўлган ўлчов воситалари билан рақамли ҳисоблаш техникаси воситалари ўртасида ахборот алмашиш учун мўлжалланган.

Кейинги пайтларда рақамли ҳисоблаш техникаси воситаларинини ўз ичига олган ўлчов тизимларида магистрал турдаги (умумий магистралли) асбобли интерфейслар қўлланилмоқда. Бундай интерфейсларга халқаро электротехник комиссия тавсия этган асбобли интерфейс МЭК (IEC — International Electrotechnical Commission) ва интерфейс КАМАК (CAMAC — Computer Automated Measurement and Control) киради.



9.3 – расм. Бир нечта ўлчаш ва ҳисоблаш қурилмаларини умумий магистралга улаш схемаси.

9.3- расмда бир нечта ўлчаш ва ҳисоблаш қурилмаларини умумий магистралга улаш схемаси кўрсатилган. Бу магистралга уланадиган барча қурилмалар мазкур ҳолда асбоблар дейилади. Интерфейс асбобли ва интерфейсли ахборотларни тезлик билан узатувчи умумий магистралдан ва ўлчов воситаларининг интерфейсли қисмидан ва бошқа уланувчи қурилмалардан (9.3-расмдаги А, Б, В интерфейслар), шунингдек бошқарув (контроллер) қурилмасидан иборат. Магистралга уланган асбоб қуйидаги ҳолатларда бўлиши мумкин:

заҳира, ахборот манбаи (ИИ) сифатида ишлаш ва ахборот қабул қилувчи (ПИ) сифатида ишлаш. Шу тарзда асбоблар иши дастур бўйича бошқарилади.

Дастур бўйича бошқарилувчи асбобларнинг интерфейс қисмлари икки хил кўринишда бажарилади:

асбобнинг орқа панелида стандарт разъем ўрнатилган, асбобнинг ичида таркибий қисми сифати ишланган ва конструктив ўрнатилган схема кўринишида (бу хил кўриниш амалдаги халқаро андозаларга мувофиқ ишлаб чиқарилаётган янги асбобларда қўлланилади);

ялпи ишлаб чиқарилаётган ёки чиқиш сигнали код кўринишидаги илгари ишлаб чиқарилган қурилмаларга уланадиган алоҳида ишланган модуллар кўринишида. Ўлчов қурилмаларининг интерфейс қисми магистрალიга уланганда кодланган адрес берилади.

Магистралда маълум вазифани бажарувчи бир қанча чизиқлар интерфейси шинасига бирлаштирилган, хусусан, маълумотлар шинаси, синхронлаштириш шинаси, бошқарув шинаси (9.3-расм). Маълумотлар шинаси ахборотли маълумотларни узатишда фойдаланилади, уларга ўлчаш натижалари ва бирликлари, ўлчаш кетма-кетлиги (дастури) ва ҳоказолар киради.

Синхронлаштириш ва бошқариш шиналари бўйича магистралга уланган қурилмаларнинг ўзаро таъсирлашувини таъминловчи интерфейсли маълумотлар узатилади. Интерфейс (ли) маълумотларга бу қурилмаларга қуйидаги каби бирор хизмат вазифаларини амалга оширувчи маълумотлар киради: ахборот манбаи, ахборотни қабул қилгич, контроллер, узатишни, қабул қилишни синхронлаштириш, хизмат кўрсатишга сўров, параллел сўров, қурилмани тозалаш, асбобни ишга тушириш, масофадан туриб ва маҳаллий бошқарув.

9.3- §. МИКРОПРОЦЕССОРЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧОВ ВОСИТАЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Асбобсозлик ривожининг ҳозирги босқичи ўлчов воситалари таркибида микропроцессорлар — микропроцессор тизимлари асосига қурилган ҳисоблаш қурилмаларидан кенг фойдаланиш билан ифодаланади. Ўлчов қурилмаларида бундай тизимларининг қўлланилиши натижасида икки мақсадга эришилади: ўлчов қурилмаларининг вазифалари кенгайтирилади ва уларнинг тавсифлари яхшиланади.

Микропроцессор тизимларнинг (МПТ) электр ўлчов воситаларида фойдаланилиши уларни жойлаштиришга ва ишлатиш алгоритмларига янгича ёндошишга, ахборот бериш имкониятларини оширишга, аниқлигини, ишончлилигини ва тез ишлашини янада оширишга имкон беради.

Технологик ўлчашлар соҳасида самарали ечимларни излаш ва МПТ ичига қурилган ўлчов асбоблари ишлаб чиқиш давом эттирилмоқда.

Умумий ҳолда ўлчов қурилмалари таркибига МПТ нинг киритилиши қуйидаги каби асосий вазифаларни ҳал қилишга имкон беради:

ифодалар бўйча ҳисоблаш (шу жумладан линеаризация, масштаблаш, ўлчамлар натижаларига ишлов бериш ва ҳоказолар);

берилган алгоритм бўйича ҳисоблаш;

статистик ишлов бериш;

параметрни таҳлил қилиш (максимумга, минимумга ва ҳоказо);

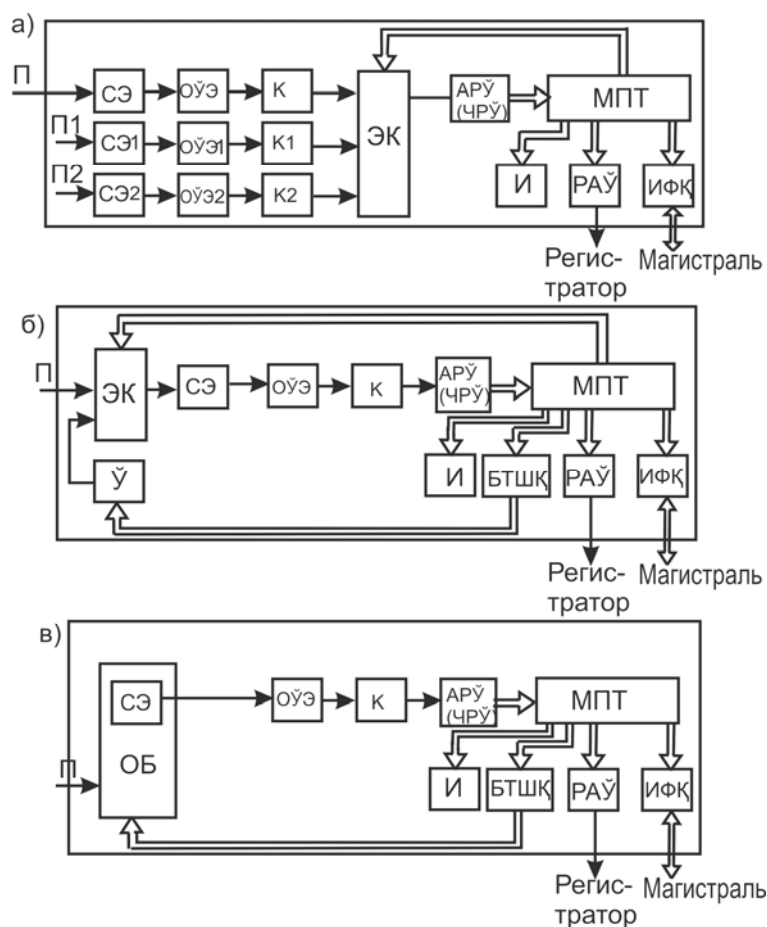
статистик тавсифни тузатиш (жумладан, алмаштириш коэффициентини тиклаш ва сигналнинг нол даражасини тузатиш);

ўлчов қурилмаси уланган тизими билан боғланиш;

ўз-ўзини диагностика қилиш;

ўлчашларни бошқарув;

ўлчов қурилмасининг режим параметрларини стабиллаш ёки дастурий созлаш.



9.4 – расм. Технологик параметрларни ўлчаш учун МПТ ўрнатилган қурилмаларнинг структура схемалари:

СЭ, СЭ1, СЭ2 – сезгир элементлар; ОЎЭ, ОЎЭ1, ОЎЭ2 – оралик ўзгарткичи элементлар; К, К1, К2 – кучайтиргичлар; ЭК – электр коммутатор; ИФҚ – интерфейсли қурилма; Ў – ўлчов (ўлчовлар тўплами); БТШҚ – бошқарувчи таъсирларни шакллантириш қурилмаси; ОБ – операцион бўғин; АРЎ – аналог- рақамли ўзгарткич; ЧРЎ – частотавий – рақамли ўзгарткич; РАЎ – рақамли – аналогли – ўзгарткич; МПТ

Бироқ МПТни ўлчов қурилмалар таркибига уларга бевосита янги ижобий сифатларни бериш билан бир қаторда, киритиш бу қурилмаларнинг анча мураккабланишига олиб келади. Мураккаблиги бўйича МПТ киритилган ўлчов қурилмалари микро ЭХМ қатнашган ўлчов тизимларига яқиндир. Мисол тариқасида ҳозирги вақтда технологик параметрлар ўлчов қурилмаларини яратиш учун фойдаланиладиган структура схемаларни қараб чиқамиз (9.4-расм).

Ёрдамчи ўлчашлар услубини амалга оширувчи схема (9.4 расм, а) энг кўп қўлланилади. Бундай схема бўйича ясалган ўлчов қурилмаси ишида асосий параметр ва ёрдамчи параметрлар П1, П2—таъсир кўрсатувчи катталиклар

(атроф ҳарорати, атмосфера босими ва бошқалар) ҳақидаги ахборотдан фойдаланилади. МПТ ёрдамида таъсир функциялари орқали таъсир кўрсатувчи катталикларнинг таъсирларини ҳисобга олиш ўлчаш қурилмасининг хатосини камайтиради. Бундай схемага кўра босимни, ҳароратни, сатҳни, сарфни, ҳажмни ва бошқаларни ўлчаш қурилмалари қурилади. Бунда асосий ва ёрдамчи параметрлар тўғри ва мувозанатловчи услуб билан ўлчаниши мумкин.

9.4-расм, б да МПТ киритилган ўлчов қурилмасининг структура схемаси кўрсатилган бўлиб, у ўлчашларни намунали сигналлар ва биргаликдаги ўлчашлар услуби билан амалга оширишни таъминлайди. Мазкур қурилманинг ўлчов қисми П параметрни, М ўлчовни (ўлчовлар тўпламини), шунингдек, П параметр ва ўлчовлар тўпламини биргаликда ўлчайди. МПТ ахборотга ишлов беради ва ўлчаш жараёнини бошқаради.

Схема (9.4-расм, в) бўйича қурилган ўлчов қурилмаси таркибига операцион бўғин ОБ киради, унда МПТ буйруқларига кўра бошқарувчи таъсирларни шакллантириш қурилмаси (БТШҚ) ёрдамида элементларни алмаштириш учун зарур ўлчашлар амалга оширилади, буларнинг натижасида ўлчанаётган параметр П нинг сезгир элемент СЭ га таъсири (таъсирлари) шаклланади.

Схемалар (9.4-расм, б, в) масса, ҳажм, суюқ муҳитларнинг зичлиги ва бошқаларни яратишда қўлланилади.

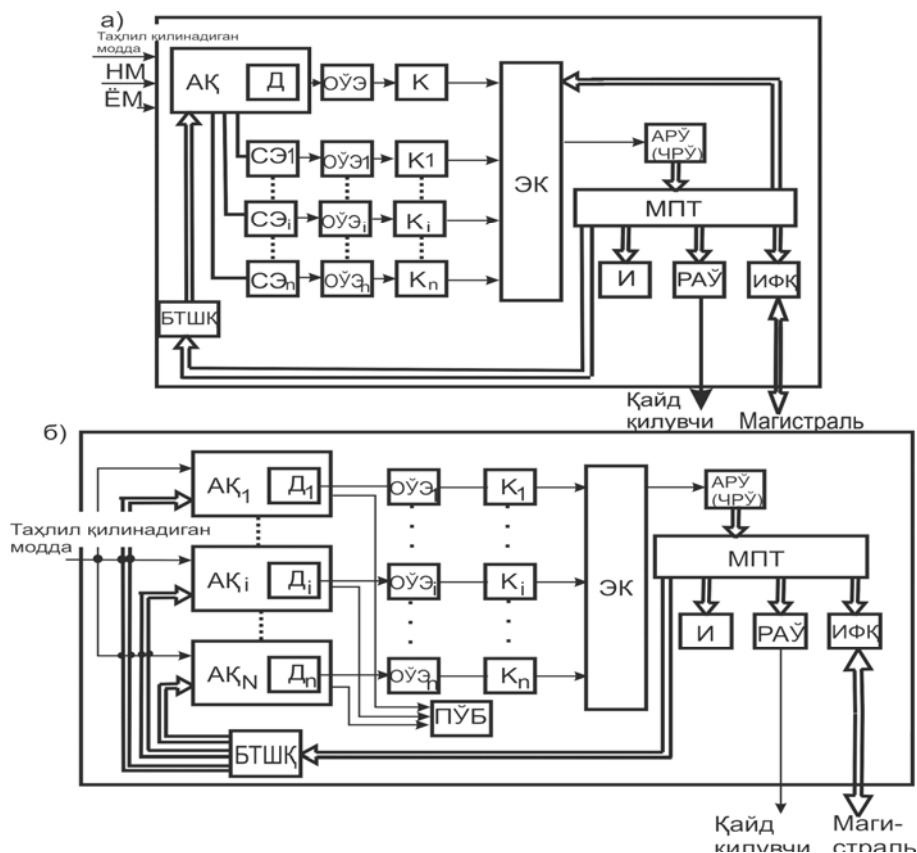
МПТ дан фойдаланишнинг энг самарали усули улардан аналитик техника воситаларида фойдаланиш ҳисобланади, бунда асосий ва бир қатор ёрдамчи параметрларни ўлчаш билан бир қаторда аналитик қурилма бўғинларини (мантикий ва ўхшаш) бошқариш ва ахборотга ишлов бериш билан боғлиқ катта ҳажмдаги ҳисоблашларни бажариш талаб қилинади.

9.5-расм, а да автоматик сифат анализаторининг умумлаштирилган структура (тузилма) схемаси кўрсатилган. Битта параметрни ўлчашни амалга оширувчи анализаторларда ўлчов ахборотининг асосий сигнали у ёки бу детектор Д ёрдамда аналитик қурилма АҚ да шаклланади. Анализаторнинг хатосини камайтириш учун ва унинг бир қатор сезгир элемент ёрдамида

меъёрида ишлашини таъминлаш учун бир қатор параметрларнинг қийматлари бўйича статик тавсиф тузилади, аналитик қурилманинг режимли параметрлари стабиллашади ва таҳлил ўтказиш учун зарур улашлар амалга оширилади. Охирги икки вазифа МПТ томонидан БТШҚ орқали амалга оширилади. Аналитик блокка таҳлил қилаётган ва ёрдамчи модда (ЁМ) лардан ташқари намунавий модда (НМ) ни узатиш имконияти кузатилади, бу эса анализаторнинг даврий равишда ўзини даражалашини таъминлайди.

Таркибни таҳлил қилишнинг кўп параметрли услубини амалга оширувчи анализаторларда (9.5-расм, б), тегишли детекторли бир нечта аналитик қурилмалардан фойдаланилади.

Ёрдамчи ва режимли параметрларнинг барча зарур ўлчашларини аналитик қурилмалар параметрларини ўлчаш блоки ПЎБ бажаради, у ЭК блоки билан коммутацияланади (9.5-расм, б да ПЎБ орасидаги боғланиш кўрсатилмаган).



9.5 – расм. МПТ ўрнатилган анализаторнинг структура схемаси.

АҚ, АҚ1, АҚ2,...,АҚn – аналитик қурилмалар; Д, Д1, Д2,...,Дn – детекторлар;
ПЎБ – аналитик қурилмалар параметрларини ўлчаш блоки (9.4 – расмга қараган)

**МПТ киритилган ўлчов асбоблари ёрдамида ўлчанадиган кимёвий технологик
жараёнларнинг параметрлари**

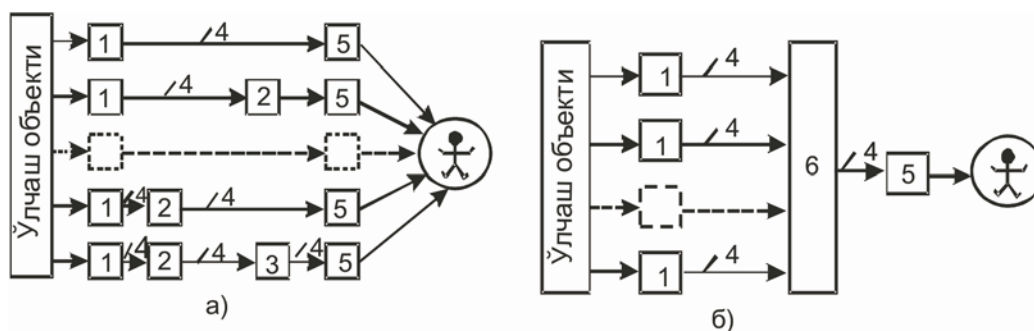
Ўлчанадиган параметр	Ўлчанадиган ёрдамчи параметр	Ҳисоблаш қурилмаси хотирасида сақланадиган ахборот
Босим	Босим СЭ ҳарорати	Босим ва ҳарорат СЭ статик тавсифи. Ҳарорат таъсирининг ўлчов қурилмаси сиргналига таъсирининг ўлчов қурилмаси сиргналига таъсири функцияси
Сарф (тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариши бўйича)	Босим ўзгариши СЭ ҳарорати	Тораювчи қурилманинг статик тавсифи босим ва ҳароратнинг СЭ ўзгариши. Ҳароратнинг ўлчов қурилмаси сиргналига таъсири функцияси.
Ҳарорат (термоэлектрик СЭ)	“Совуқ кавшар”нинг ҳарорати	Термоэлектрик СЭ ва терморезисторларнинг “совуқ кавшар”нинг ҳароратини ўлчаш учун статик тавсифлари.
Ҳарорат (спектрал нисбатнинг параметри билан)		Спектрал нисбатни аниқлаш учун қабул қилинган фотометр, тўлқин узунлигининг статик тавсифи
Резервуардаги суюқликнинг ҳажми(сатҳига кўра)	Сатҳнинг СЭ ҳарорати	Босим, ҳарорат, СЭнинг статик тавсифи. Босимнинг босим ўлчаш ўзгарткичининг сиргналига таъсири функцияси
Физик-кимёвий хоссалар, сифат кўрсаткичлари, концентрация, таркиби	Аналитик қурилманинг ҳарорати таҳлил қилинаётган ёрдамчи ва намунавий модданинг сарфи ва босими, атмосфера босими, электр занжирларнинг режимли параметрлари	Резервуарнинг даражалаш тавсифи Ҳарорат, босим, сарф, ток, кучланиш, СЭ нинг статик тавсифлари. Анализаторнинг статик тавсифини тузатиш амалга ошириладиган параметрлар учун тавсиф функцияси Ўлчов ахбороти ва бошқаларга ишлов бериш учун зарур маълумотлар ва константалар

Бу қурилмалар ишини бошқариш учун зарур сигналлар ва уларнинг режим параметрларини стабиллашни МПТ ишлаб чиқаради ва аналитик қурилмаларга БТШҚ орқали келади. 9.1-жадвалда технологик параметрлар

келтирилган бўлиб, улар учун микропроцессор тизимлари киритилган ўлчов асбоблари яратилган.

9.4-§ МИКРОПРОЦЕССОР ВА РАҚАМЛИ ҲИСОБЛАШ ТЕХНИКАСИ ВОСИТАЛАРИНИНГ ЎЛЧОВ ТИЗИМЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

9.6-расм а, б да тасвирланган ўлчов тизимлари (ЎТ) ҳозирги вақтда кимёвий-технологик жараёнларни автоматик назорат қилиш, ростлаш ва бошқаришда кенг қўлланилмоқда. 9.6-схема, а да ясалган ўлчов тизими ўлчаш объектидаги ҳамма катталикларни бир вақтда ўлчашни ва қайд қилишни таъминлайди. 9.6-схема, б бўйича ясалган ўлчов тизими эса навбати билан ўлчашни ва қайд қилишни таъминлайди.



9.6 – расм. Ўлчов тизимларининг структура схемалари.

Расмда келтирилган ўлчов тизимларидаги ўлчов ахбороти бирламчи ўлчов ўзгарткичлар 1 ёрдамида шаклланади ва сигналлар тарзида алоқа канали 4 га юборилади. Ўлчанаётган физик катталиқнинг турига, бирламчи ўлчов ўзгарткичининг ишлов принципи ва ахборотни узатиш зарур бўлган масофага боғлиқ ҳолда ўлчов тизими таркибига бирламчи ўлчов ўзгарткичлардан ташқари, оралиқ 2 (9.6-расм, а) ва узатувчи 3 ўлчов ўзгарткичлари ҳам киритилиши мумкин. Бунда ўлчов ўзгарткичи бирламчи ўлчов ўзгарткичи

ёнида ёки алоқа каналидан келаётган сигнални ўлчовчи асбоб 5 ёнида жойлашган бўлиши мумкин, бу сигнал одам қабул қилиши учун қулай ва қайд қилувчи бўлади. Ўлчов асбоби 5 ни иккиламчи асбоб деб атаб, бунда у билан бир тўпلام (комплект)даги ўлчов ўзгарткичларининг ҳаммаси бирламчи асбоблар бўлади. Ўлчов тизимида (9.6-рasm, б) бирламчи ўлчов ўзгарткичларнинг асбоб 5 га навбатма-навбат улаш билан коммутатор 6 қўлланилиб, уни ёрдамчи қурилма деб қараш лозим бўлади. Соддалик учун 9.6-рasm, б да таркибида фақат бирламчи ўлчов ўзгарткичлари бўлган ўлчов тизими кўрсатилган. Умумий ҳолда унга оралиқ ва узатувчи ўлчов ўзгарткичлари киритилиши мумкин. Бунда ҳамма ўлчанувчи катталиклар ўзгарткичларининг чиқиш сигналлари 9.6-рasm, а да схема бўйича ясалган тизимдан фарқли равишда табиати ва ўлчаш оралиқларига кўра бир хил бўлиши керак. Ўлчов оралиғи айни бир асбоб 5 билан ўлчаш ва қайд қилиш имкониятини таъминлаш учун зарур.

Бир нечта бирламчи ўлчов ўзгарткичлари БЎЎ бўлган битта иккиламчи асбобли ўлчов тизимларининг (9.6-рasm, б) иш имкониятлари чекланган бўлиб, параметрларни автоматик ростлаш воситаларини мураккаблаштириб юборади.

Бир неча юз параметрларни ўлчаш талаб қилинадиган замонавий кимёвий-технологик жараёнлардаги ҳар бир бирламчи ўлчов ўзгарткичи учун индивидуал иккиламчи асбоби бўлган ЎТ нинг қўлланилиши назорат ва бошқарув шчитларининг ортиши билан ва операторнинг қисқа вақт ичида жуда кўп ахборотни идрок қилиш зарурлиги билан боғлиқ қийинчиликлар билан боғланган. Физиологик чекланишлар туфайли ҳаётда анча тажрибали оператор ҳам бундай ЎТ олган ахборотни зарур тарзда қайта ишлай ва фойдалана олмайди. Шунинг учун бу иш билан бир вақтда бир нечта оператор шуғулланади.

Технологик қурилмалар қувватининг ортиши, шу муносабат билан ўлчанаётган параметрлар сонининг анча ортиши, ахборотларга ишлов беришнинг рақамли техникасининг ривожланиши ва ТЖАБТ ни қўлланиш йўли билан жараёнларни оптималлаштиришга ўтиш ахборот тизими (АТ) нинг

янги йўналишларини, технологик жараёнларда АТ билан бирга, «ахборот-ўлчов тизимлари» (АЎТ) тушунчаси билан бирлаштирилган шаклларни ажрата олиш тизимини ҳам қўлланишни белгилаб берди.

АЎТ билан боғлиқ ўлчов техникаси соҳасида қуйидаги тушунчалар фойдаланилади.

Ўлчаш-ҳисоблаш тизими (ЎХТ)—бу таркибига дасту билан бошқарилувчи рақамли ҳисоблаш қурилмаси (микропроцессор, микро ва мини ЭХМ ва ҳоказолар) қирувчи АЎТ дир.

Ўлчаш-ҳисоблаш мажмуаси (ЎХМ) — ЎХТ нинг универсал ядроси бўлиб, унга ўлчов ахборотига рақамли ишлов бериш, сақлаш, қайд этиш ва акслантириш қиради (бундан бирламчи ўлчов ўзгарткичлари мустасно).

Электрик катталикларни ўлчашда ЎХТ ва ЎХМнинг техник воситалари бир хил бўлиши мумкин, чунки ахборотни бирламчи ўзгартириш амалда бўлмайди.

АЎТ нинг ўлчов ва ахборотини олиш, ишлов бериш ва узатиш воситаларининг маҳаллий автоматик ишлашини тизимли ташкил этишдан иборат асосий концепцияси (йўналиши) кўп жиҳатдан ривожланувчи рақамли ҳисоблаш техникаси таъсирида XX асрнинг 60-йилларнинг бошларида ифодаланган эди. Ўша вақтлардаа АЎТ нинг биринчи авлоди яратилган бўлиб, улар ахборотни АЎТ га кирган махсуслаштирилган ҳисоблаш қурилмалари ёрдамида ишлов бериш билан марказлашган циклик олиш билан ифодаланади. Бундай АЎТларнинг элементлар базаси дискретли — ярим ўтказгичли техника бўлади.

Технологик жараёнларда биринчи авлод АЎТлар марказлашган назорат тизими кўринишида фойдаланилар эди. Бу АЎТлар кимёвий-технологик жараёнларда унинг кечиши тарихи ва анъанасини аниқлашни қийинлаштирувчи ўлчаш ахборотини ифодалашнинг жадвал шакли туфайли, шунингдек, жараёнда фойдаланиладиган ўлчашлар ва бошқаришнинг шчитли тизими функцияларини такрорлаш туфайли кенг қўлланилади.

АЎТларнинг иккинчи авлоди XX аср (70-йиллар) ахборотни адресли тўплаш, уни АЎТ таркибига кирувчи ЭХМ ёрдамида ишлаш ва кичик ҳамда интеграция даражасидаги микроэлектрон схеманинг элемент базаси сифатида фойдаланиш билан ифодаланади.

АЎТларнинг ҳозирги вақтда ривожланаётган учинчи авлоди уларнинг таркибига катта микросхемалар, микропроцессорли комплект ва микроЭХМларнинг фойдаланиши билан ифодаланиб, бу АЎТ нинг кўпгина тавсифларини анча яхшилашга ва ахборотни тўплаш, ишлов бериш ҳамда сақлаш жараёнини маълум даражада марказлаштирмасликка имкон беради. Бу АЎТ ларда микропроцессор воситалар ҳисобига ахборотни олиш жойига максимал даражада яқинлаштирилган жойларда, масалан, қараб чиқилган МПТ ичига қурилган ўлчов қурилмаларида ахборот ишланади ва оралиқ сақланади.

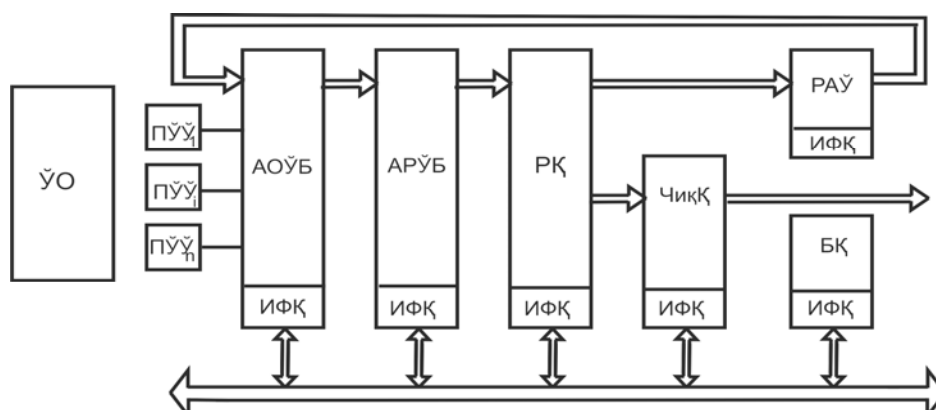
Марказий ЭХМ бунда анча мураккаб ва тезкор масалаларни бажаради. Иккинчи ва учинчи авлод ахборот-ўлчов тизимлари юқорида келтирилган таърифга мувофиқ АХТ ни ифодалайди.

Ҳозирги вақтда саноатда АХК ларнинг бир қанча турлари ишлаб чиқарилмоқда, уларга АЎТ ни яратиш учун тегишли ўлчов қурилмаларини улаш етарли.

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда, технологик параметрларни ўлчаш масаласи ростлаш ва бошқариш масалалари билан узвий боғлиқ ҳолда ҳал қилинганда АХТ лар ТЖАБТ доирасида унинг таркибига кирувчи бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БХМ) ёки бошқарувчи ҳисоблаш комплекслари (БХК) асосида яратилади. ТЖАБТ ни ташкил этиш ўз мафкурасига кўра учинчи авлод АЎТ лари учун АХК ни ташкил этишга ўхшаш.

Замонавий АХТ ва БХК да магистрал модул структура бўйича ясалган микропроцессорлар, мини ва микроЭХМларнинг кенг қўлланилиши аппарат воситаларининг кўпайишининг соддалигини ва АХТ ёки БХК ҳал қиладиган масалаларни дастурлаш йўли билан ўзгартиришга имкон беради. Буни АЎТ ларининг барча турлари, хусусан, ахборотни тўплаш ва ишлов бериш ўлчов тизимлари, автоматик назорат тизимлари, техник диагностика ва техник

шаклларни ажратиш тизимлари асосан бир хил структурага эга бўлиши белгилаб беради, бу структура умумлаштирилган кўринишда 9.7-расмда кўрсатилган.



9.7 – расм. Ахборот – ҳисоблаш тизимининг структура схемаси.

Бирламчи ўлчов ахбороти, масалан, кимёвий-технологик жараённинг (ўлчов объекти — ЎО) параметрлари ҳақидаги ахборот бирламчи ўлчов ўзгарткичлари (БЎЎ) томонидан ишлаб чиқилади, БЎЎ сигналлари аналогли оралик ўзгарткичлари блокида (АОЎБ) энергиянинг шакли ва турига қараб бир хиллаштирилади ва шакли ўзгаради (масалан, пневматика электр энергияга айланади). Аналог-рақамли ўзгарткичлар блокида (АРЎБ) бир хиллаштирилган аналогли электр каналлар кодга алмаштирилади ва рақамли қурилмага (РҚ) келади, бу вазифани замонавий АХТ да мини ёки микроЭХМлар ўтайди. Хусусий ҳолларда рақамли қурилмалар сифатида микропроцессорлар, махсуслаштирилган ҳисоблаш қурилмаларидан фойдаланилади. АХТ да чиқиш қурилмаси сифати дисплей, рақамли индикаторлар, сигнализаторлар, магнит ленталарида тўплагичлар ва ҳоказолардан фойдаланилади.

Рақамли-аналогли ўзгарткичлар (РАЎ) блоки ўлчанаётган катталикларни ўзгартириш жараёнида компенсацияловчи таъсирларни шакллантириш учун хизмат қилади. АХТ нинг барча иш (функционал) блоклари ўзаро стандарт интерфейс қурилмалар (ИФҚ) орқали бирлаштирилиши мумкин. АХТ ни бошқариш эса бошқариш қурилмаси (БҚ) орқали амалга оширилади. Хусусий ҳолларда АХТнинг юқорида номлари зикр этилган блокларидан баъзилари бўлмаслиги мумкин. Масалан, агар АХТда чиқиш сигнали код кўринишда

бўлган юқорида қараб чиқилган ўлчов қурилмаларидан фойдаланилса, у ҳолда АХТ га АОЎБ ва АРЎБ блокларини киритиш зарурати қолмайди.

Кимёвий – технологик жараёнларни автоматлаштиришда АХТ лар айна бир ПЎЎ лардан келаётган ўлчов ахборотларидан фойдаланиб, ўлчаш, назорат ва техник диагностика вазифаларини бажаради, бу вазифалар АХК дастур воситалари билан амалга оширилади.

АХТ нинг асосий вазифаларидан бири ўлчаш ахборотини тўплаш ва ишлов беришдир. Бунда АХТ ҳам бевосита, ҳам билвосита ўлчашларнинг бажарилишини, шу билан бирга жарённинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобининг бажарилишини таъминлайди. 9.2-жадвалда АХТ дан билвосита мажмуа ўлчашларни бажаришда фойдаланишга мисоллар кетирилган.

9.2-жадвал

Кимёвий-технологик жараёнларда АХТ ёрдамида амалга ошириладиган билвосита ва мажмуа ўлчашлар

Параметр	Ўлчанадиган параметрлар	Функция	АХТ хотирасида сақлана- диган ахборот
Газнинг сарфи (тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариш принципида)	$\Delta P, P_p, T_p, \rho_H$	$G = K \sqrt{\rho_H \frac{P_p}{T_p} \Delta P}$	Ўлчанаётган параметрлар-нинг бирламчи ўлчов ўзгарткичлари статик тавсифлари ва тораювчи қурилманинг статик тавсифи
Газ ёки суюқликнинг массавий сарфи (тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариш принципида)	$\Delta P, \rho_p$	$G = K \sqrt{\rho_p \Delta P}$	Юқоридагининг ўзи
Масса (турбинали счетчик қисоблагич билан)	n, ρ_p, η_p	$m = f(n, \rho_p, \eta_p)$	Бирламчи ўлчов ўзгарткич-ларининг статик тавсифлари Таъсир функциялари
Иситиш печининг фойдали иш коэффициентлари	G_c, G_r, t_1, t_2	$\eta = \frac{G_c (C_{c2} t_2 - C_{c1} t_1)}{G_r q}$	Бирламчи ўлчов ўзгарткич-ларининг статик тавсифлари C_{P_1}, C_{P_2}, q нинг қийматлари
Кўп компонентли	Физик-кимёвий хоссалари	6-бобга қаранг	Анализаторларнинг
	t, Q	$W = t \cdot \tau^a = t(V / Q)^a$	

аралашмаларнинг таркиби (бир нечта анализатор билан) Бикрлик функцияси (деструктив жараёнларда) Суюқлик оқими иссиқлик энергияси сарфи	G, t_2, t_1	$\theta = G \cdot C_c (t_2 - t_1)$	статик тавсифлари Тенгламалар системасининг коэффициентлари Бирламчи ўзгарткичнинг статик тавсифлари V ва a нинг қийматлари Бирламчи ўлчов ўзгарткич-ларининг статик тавсифлари C_c нинг қиймати

АХТ ёрдамида олинган ахборотни оператив, статистик ва ҳисобот турларига бўлиш қабул қилинган.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш учун фойдаланиладиган ахборот **оператив ахборот** дейилади. Техник-иқтисодий параметрлар ҳақидаги ахборот унинг муҳим қисми ҳисобланади.

Кўп марта ўлчамлар асосида олинадиган ва технологик жараённинг сифати ҳақида узоқ вақт давомида (бир неча соат, кун, ой) ҳукм юритишга имкон берувчи ахборотга **статистик ахборот** дейилади.

Хома шё микдори, сифати ва тури, технологик жараённинг оралиқ ва пировард маҳсулотлари ҳақидаги маълумотларни ўз ичига олган ахборот **ҳисобот ахбороти** дейилади.

АХТ дан фойдаланишнинг ҳозирги пайтда жадал ривожланаётган иккинчи муҳим йўналиши курилманинг носозлиги ва шикастланишлари ҳақида ахборот берувчи техник диагностика ҳисобланади, унинг асосида шикастланган жойларни топиш ва бу шикастланиш ҳамда бузилиш асбобларини аниқлаш масаласи ҳал қилинади. Техник диагностика масаласи жараённинг назорат карталаридан, жараён моделларининг ўзгарувчан ҳолатлари ва параметрларини баҳолашдан, техник образлар, ахборот графларини танлаш услубларидан фойдаланиб ҳал этилади.

9.2 — жадвалдаги белгилашлар:

ΔP — тораювчи курилмада босимнинг ўзгариши (фарқи);

P_p ва T_p — газ оқимининг мутлақ босими ва ҳарорати;
 ρ_n — газнинг нормал шароитдаги зичлиги;
 ρ_p — газнинг ишчи шароитидаги зичлиги;
 n — турбинанинг айланишлари сони;
 η_p — ишчи шароитдаги динамик қовушоқлик;
 G_c ва G_T — хом ашё ва ёнилғининг массавий сарфи;
 t_2 ва t_1 — хом ашёнинг печдан чиқиш ва киришдаги ёки истеъмолчини
 иссиқлик энергиясининг ҳарорати;
 q — ёнилғининг энг қуйи масса ёниш иссиқлиги;
 C_{p2} ва C_{p1} — хом ашёнинг ўзгармас босимда печдан чиқиш ва киришдаги
 иссиқлик сиғими;
 t — деструктив жараённинг ўзига хос ҳарорати;
 τ — контакт вақти;
 Q — ўртача ҳажмий сарф;
 V — реактор ҳажми;
 a — ўзгармас катталиқ;
 C_c — суюқликнинг иссиқлик сиғими.

9-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Микропроцессор
2. МикроЭХМ
3. Микроконтроллер
4. Интерфейс
5. Аналогли рақамли ўзгарткич
6. Электр коммутатор
7. Пневматик коммутатор

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Дастлабки микропроцессор қачон яратилган?
2. Микропроцессорлар қандай вазифаларни бажаради?

3. МикроЭХМнинг технологик жараёнларни автоматлаштиришда роли нималардан иборат?
4. Аналогли рақамли ўзгарткич (АРЎ) қандай вазифани бажаради?
5. Электр ва пневматик коммутаторлар нима билан фарқ қиладилар?
6. Микропроцессорларнинг технологик жараёнларни назорат қилишда ва автоматлаштиришда роли нималардан иборат?
7. Рақамли ҳисоблаш техникаси воситасининг автоматлашда қўлланиши нима беради?

И К К И Н Ч И Б Ё Л И М

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ

Х 606. АВТОМАТИК РОСТЛАШНИНГ ВАЗИФАСИ

10.1-§. АСОСИЙ ТУШУНЧА ВА ҚОИДАЛАР

Технологик жараёнларда одамнинг иштирок этишига кўра автоматлаштиришни куйидагиларга ажратиш мумкин: автоматик назорат, автоматик ростлаш ва автоматик бошқариш.

Автоматик назорат - технологик жараён ҳақида оператив маълумотларни автоматик равишда қабул қилиш ва уни қайта ишлаш учун керакли бўлган шароитларни таъминлайди.

Автоматик ростлаш - технологик жараёнларнинг тегишли параметрларини автоматик ростловчи асбоблар ёрдамида талаб қилинган сатҳда сақланишини назарда тутди. Бу ҳолда одам фақат автоматик ростлаш тизимининг (АРТ) тури ишлашини назорат қилади. **Автоматик бошқариш** - технологик операцияларни белгиланган муттасиллигининг автоматик равишда бажарилишини ва бошқарув объектига нисбатан бўладиган таъсирларнинг муайян муттасиллигини ишлаб чиқишдан иборат.

Автоматлаштириш - технологик жараёнларни одам иштирокисиз бошқарадиган техник воситаларни жорий этиш демакдир. Автоматлаштириш - ишлаб чиқариш жараёнидаги одам иштирок этмаган саноатнинг янги босқичи бўлиб, бунда, технологик ва ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш функциясини автоматик қурилмалар бажаради. Автоматлаштиришни жорий этиш ишлаб чиқаришнинг асосий техника-иқтисодий кўрсаткичларининг яхшиланишига, яъни ишлаб чиқарилаётган маҳсулот қиймати ва сифатининг ошиши ҳамда таннархининг камайишига олиб келади.

Замонавий ишлаб чиқариш жараёнларининг кўпчилиги тўлиқ автоматлаштирилганлиги билан характерланади. Автоматлаштириш барча ускуналарнинг авариясиз ишлашини таъминлайди, бахтсиз ҳодисаларнинг ва

атроф-муҳитнинг заҳарланишини олдини олади. Шунингдек, кимё ва озиқ-овқат саноатларида портлаш ҳамда ёнғин чиқиш хавфи кўплиги ҳам жараёнларни максимал даражада автоматлаштиришни талаб қилади.

Ишлаб чиқариш жараёнларининг автоматлаштирилиши ҳозирги вақтда уч даврга бўлинади.

Биринчи давр - айрим технологик жараёнларни автоматлаштириш билан характерланади. Жараённинг айрим параметрлари автоматлаштирилган агрегат яқинида йирик габаритли асбобларнинг кўрсатишига мувофиқ автоматик равишда ростланади. Бунда, асбобларни машина ва аппаратлар яқинига жойлаштириш деярли қийинчилик туғдирмайди. Автоматлаштиришнинг бу даврида шкаласи яхши кўринадиган йирик габаритли асбоблар ишлатилади. Бунда бир корпусга ўлчаш асбоби, ростлагич ва задатчик жойлаштирилади.

Иккинчи давр - айрим жараёнларнинг комплекс автоматлаштирилишидир. Бунда ростлаш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар бўйича олиб борилади. Йирик габаритли асбоблардан фойдаланиш – шчитни бир неча метрга чўзилиб кетишига олиб келади ва шчитни назорат қилиш қийинлашади. Автоматлаштиришнинг бу даврида шчитдаги асбобларнинг ҳажмини кичиклаштириш зарурати пайдо бўлади. Бу масалани ҳал қилиш учун кичик габаритли иккиламчи асбоблар ишлатилади.

Учинчи давр (тўлиқ автоматлаштириш даври)- агрегат ва цехларни ялписига автоматлаштириш билан характерланади. Бу даврнинг характерли хусусияти шундаки бошқариш ягона диспетчерлик пунктига марказлаштирилади. Шу билан бирга митти иккиламчи асбобларни ишлатиш эҳтиёжи пайдо бўлади. Доимий назоратни талаб қилмайдиган ўлчаш ва ростлаш асбоблари (йирик габаритли) шчитдан ташқарига ўрнатилади.

Сигнализация, муҳофаза ва назорат қилиш саноат жараёнларини бошқариш ҳамда ростлашни бундан кейинги автоматлаштирилиши, чиқарилаётган маҳсулот сифатини яхшилаш, технологик жараёнларни оптимал тартибда олиб бориш, технологик ускуналар ишини интенсивлаш вазифаларидан келиб чиқади.

Ҳар бир технологик жараён (технологик жараён параметрлари деб аталувчи) ўзгарувчан физикавий ва кимёвий катталиклар (босим, сарф, температура, намлик, концентрация ва ҳоказо) билан характерланади. Технологик аппаратура жараённинг тўғри ўтишини таъминлаши учун муайян жараённи характерловчи параметрларни берилган қийматда сақлаши лозим.

Қийматини стабиллаш ёки бир текисда ўзгаришини таъминлаш зарур бўлган параметрга *ростланувчи катталик* деб аталади. Ростланувчи катталикнинг қийматини стабиллаш маълум қонун бўйича ўзгаришини амалга ошириш учун мўлжалланган асбоб *автомат ростлагич* дейилади. Ростланувчи катталикнинг айна пайтда улчанган қиймати *ростланувчи катталикнинг айна қиймати* дейилади. Ростланувчи катталикнинг технологик регламент бўйича айна вақтда доимий сақланиши шарт бўлган қиймати *ростланувчи катталикнинг берилган қиймати* дейилади. Технологик регламент *ростланувчи катталикнинг ҳозирги ва берилган қийматларини вақтнинг ҳар бир ониди тенг бўлишни талаб қилади*. Аммо ички ёки ташқи шароитларнинг ўзгариши сабабли *ростланувчи катталикнинг айна қиймати берилган қийматидан четга чиқиши мумкин*. Шу пайтда ҳосил бўлган қийматлар фарқини *хато ёки номослик* дейилади.

Хато ёки номослик нолга тенг бўлган технологик жараён *турғунлашган режим* дейилади. Турғунлашган режимда моддий ва энергетик баланслар қатъий сақланади.

Амалда кўпинча хом ашёнинг сарфи ва таркиби, аппаратлардаги температура, босим ва ҳоказоларнинг ўзгариши кузатилади. Технологик жараённинг мақсадга мувофиқ равишда оқиб ўтишига тескари таъсир кўрсатувчи ҳамда тизимлардаги моддий ва энергетик балансини бузувчи ўзгарувчилар ғалаёнланишлар деб аталади. Ғалаёнланишлар таъсирида хато пайдо бўладиган технологик жараён режими турғунлашмаган режим дейилади.

Ҳар бир бошқариш тизимида кириш ва чиқиш параметрлари (ўзгарувчилари) бўлади. Кириш параметрларига хом ашёнинг бошланғич ҳолатини характерловчи ўзгарувчи ҳамда вақт ўтиши билан ўзгарадиган ускуна

параметрлари, технологик жараённинг оқиб ўтишини аниқловчи ўзгарувчилар киради. Кириш ўзгарувчилари ростланадиган ва ростланмайдиган бўлиш мумкин.

Чиқиш параметрларига чиқарилган маҳсулот сифатини (кимёвий таркиб, зичлик ва бошқалар) характерловчи кўрсаткичлар, шунингдек, ҳисоблаш йўли билан аниқланадиган техника-иқтисодий (ускуналарнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги, маҳсулотнинг таннари) кўрсаткичлар киради.

Тизимнинг ишлаш вақтида ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати берилган қийматига мос келиши учун тизимга таъсир кўрсатиш керак (бошқариладиган ўзгарувчи орқали). Бошқариладиган ўзгарувчи тизим бошқарув таъсирининг (ҳом ашёнинг сарфи, таркиби ва бошқалар) сонли характеристикасидир.

Шундай қилиб, саноатнинг энг муҳим талабларидан бири - технологик жараённинг турғунлашган режимини сақлашдан иборат. Моддий ва энергетик балансга риоя қиладиган машина ёки аппарат *ростланувчи объект* дейилади.

Технологик жараёнларни автоматик бошқаришнинг вазифаси ростлагич ёрдамида ростланувчи объектдаги керак бўлган технологик шароитни автоматик равишда сақлаш, агар бу шароит бузилса, уни қайта тиклашдан иборатдир. Автоматик ростлаш вақтида (ростланувчи объектга ростлагичнинг таъсири туфайли) ростланувчи катталиқнинг айна қиймати берилган қийматга тенг ёки шунга яқин бўлади.

Автоматик тизимлар бир-бирлари билан маълум кетма-кетликда боғланган бўлиб, ҳар бири тегишли вазифани бажарувчи алоҳида элементлардан иборат. Мустақил функцияни автоматик тизим таркибининг бирор қисми *автоматика элементи* дейилади. Автоматика элементларини уларнинг функционал вазифасига кўра таснифлаш мақсадга мувофиқ. Автоматик тизим элементларининг таркибига кирувчи функционал боғланишни ифодаловчи схема *функционал схема* деб аталади. Бундан ташқари, шу автоматик тизимни турли динамик хусусиятларига эга бўлган ва бир-бирлари билан боғланган содда бўғинлар шаклида тасвирлаш ҳам мумкин. Бу

ҳолда автоматик тизимнинг схема бўғинларнинг боғланишини акс эттиради ва тизимнинг тузилиш схемаси дейилади.

Ростланувчи объект ва автоматик ростлагич бирлиги автоматик ростлаш тизими (АРТ) ташкил қилиб, ростлаш контури номли берк занжирни ҳосил қилади. Бу занжир АРТнинг тузилиш схемасига эмас, балки функционал схемасига тегишли.

10.2 -§. ЧЕТГА ЧИҚИШЛАР БЎЙИЧА РОСТЛАШ.

Четга чиқишлар бўйича ростлаш принциpidан биринчи марта (1765 йили) И.И. Ползунов узи яратган буғ машинаси козонидаги сув сатҳини ростлаш тизимида фойдаланган. 1784 йилда Ж. Уатт ҳам буғ машинаси валининг айланиш тезлигини-ростлаш тизимида шу принципни қўллаган.

Ползуновнинг қалқовичли ростлагичи ва Уаттнинг марказдан қочма ростлагичида бир-биридан мустақил равишда бир принцип қўлланилган ва бу принцип Ползунов - Уатт ростлаш принциpi (ёки четга чиқишлар бўйича ростлаш принциpi) номини олган. Бу принципнинг моҳияти шундаки, ростлаш жараёнида ростлагич ростланувчи объектга ростланувчи катталикининг ҳозирги ва берилган қийматлари орасида тенгсизлик ҳосил бўлгандагина ўз таъсирини кўрсатади. Бу принципни амалга оширувчи автоматик тизим берк тизимдир, чунки сигнал ростланувчи объектнинг чиқиш қисмидан тенгсизликни қайта ишлаб объектнинг киришига таъсир кўрсатувчи автоматик ростлагичнинг кириш қисмига келади. ўлчовнинг четга чиқиш қийматини кучайтириш тизими мураккаблаштиришга олиб келади. Хатонинг қандай ғалаёнланишлар таъсирида пайдо бўлишдан қатъий назар, автоматик ростлагичнинг бу хатони қайта ишлаши ушбу тизимнинг афзаллиги ҳисобланади. Бу хусусият муҳим аҳамиятга эга, чунки саноатдаги ростланувчи объектларга қандай ғалаёнланишлар таъсир қилишини аввалдан билиш мумкин. Четга чиқишлар бўйича ростлаш принципини амалга оширувчи АРТларнинг яна бир афзаллиги битта ростловчининг таъсирида бир нечта ғалаёнланишларнинг зарарли оқибатини йўқотиш мумкинлигидадир.

Бу принципнинг камчилиги шундаки, ғалаёнланиш пайдо бўлиш билан улар бошқарилувчи параметрга таъсир қилмай, балки ростланувчи объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ бўлган вақт ўтгандан сўнг таъсир кўрсата. Автоматик ростлагич бир оз кечикиб таъсир кўрсатади, шу сабабли ростланувчи параметр белгиланган қийматидан анчагина четга чиқишга улгуради. Бу ҳолларда ростловчининг таъсирини жадаллаштирувчи автоматик ростлагичлар яратиш йўлидан бориш мумкин. Аммо бундай ростлагичлар тенгсизликни бутунлай компенсация қилибгина қолмай, балки унинг тескари йуналишда ривожланишига олиб келади. Шу сабабли четга чиқишлар бўйича ишлайдиган АРТлари учун ростланувчи параметр қийматининг берилган қийматга нисбатан тебранишлари билан ифодаланувчи оралиқ жараёнлар характерлидир. Четга чиқишлар бўйича ишлайдиган АРТларни шундай лойиҳалаш керакки, бу тебранишлар сўнувчи хусусиятга эга бўлиб, хатонинг қиймати нолга (ёки минимумга) етсин.

10.3- §. ҒАЛАЁНЛАНИШ БЎЙИЧА РОСТЛАШ

1830 йилда француз математиги Понселе ғалаёнланиш (юк) бўйича ростлаш принципини (Понселе принципи) таърифлаб берган. Ижро этувчи механизм ростловчи органининг объект юки таъсирида ҳаракатга келадиган ростлаш тизими *ғалаёнланиш бўйича* АРТ дейилади.

Ғалаёнланиш бўйича ростлаш сезиларли тенгсизлик пайдо бўлишдан аввалроқ ғалаёнланишнинг зарарли таъсирини йўқотишга имкон беради. Автомат ростлагич бундай тизимларда фақат конкрет ғалаёнланиш таъсирига жавобан ҳаракатга келади. Ростланувчи объектга эса бир неча ғалаёнланишлар таъсир қилиши мумкин. Ростланувчи объектга таъсир қилиши мумкин бўлган ғалаёнланишлар сони нечта бўлса, бу объект шунча автомат ростлагичлар билан таъминланиши керак дегани.

Ростланувчи объект ҳақида аниқ маълумотларсиз уни ғалаёнланиш бўйича ростлаш мумкин бўлмайди.

Агар хом ашё хоссаларининг ўзгариши аввалдан маълум бўлса, хом ашё захираси ва турли аралаштиргичлардан фойдаланиб таъминлашнинг таркиби сақланади, ёки хом ашё хоссаларининг ўзгаришига йўл қўйиб, жараёнга берилган вазифани ўзгартириш йўли билан чиқиш параметрларининг доимийлиги сақланади.

Ғалаёнланиш бўйича ростлаш тизимида ростлаш сифати жараён параметрларининг аввалдан берилган маълумотларнинг аниқлигига боғлиқ. Бу тизимлар асосий ғалаёнланишлари маълум ва ўлчовли бўлган объектлар учун қулай. Юк бўйича ростлашда вақтнинг ҳар бир онида узатиш ва истеъмол қилиш ўртасидаги тенгликни таъминлаш жуда қийин.

АРТ билан ғалаёнланиш компенсациясининг хусусияти – улар очик ростлаш тизимларидан иборат эканлигидир. Бу тизимларда ростланувчи параметр билан автомат ростлаш ўртасида алоқа йўқ. Бундай очик ростлаш тизимларининг камчилиги ростлагич иши ва натижа орасида алоқа йўқлигида. Вақт ўтиши билан тизимда пайдо бўлган энг кичик хато ҳам ростланувчи катталиқнинг четга чиқишига олиб келади. Шунинг учун, юқори даражада аниқликка эга бўлган ростлагичлар яратиш зарур бўлиб, буни амалга ошириш катта қийинчиликлар билан боғлиқ.

10.4-§. КОМБИНАЦИЯЛАШГАН РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИ

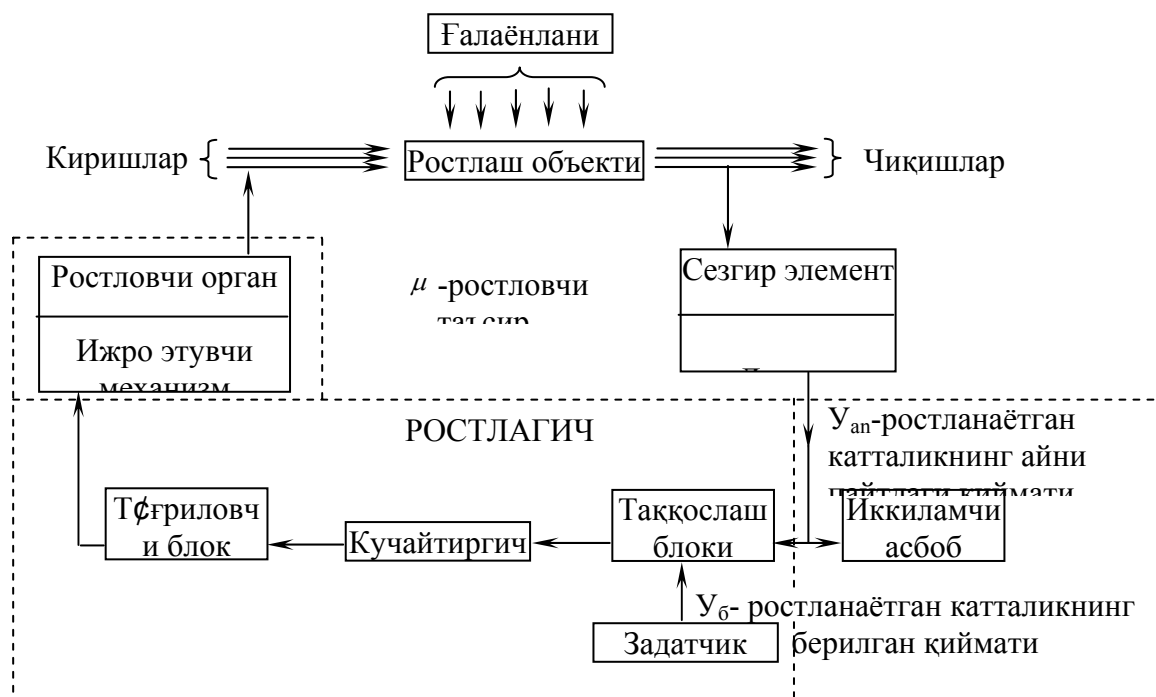
Четга чиқишлар ва ғалаёнланиш бўйича ростлаш тизимларининг афзалликларини ўз ичига олган комбинациялашган ростлаш принцини бўйича ишлайдиган тизимларда асосий ғалаёнланишни компенсация қилиш учун ғалаёнланиш учун АРТ қўлланилади. Бунда қўшимча равишда четга чиқишлар принцинга асосланган яна бир ростлаш контури ишлатилади. Бу контурда туғрловчи ростлагич четга чиқишга нисбатан сигнал ишлаб чиқаради, сигнални ўз навбатида ғалаёнланиш бўйича ростлаш контурининг ростлагичи топшириқ сифатида қабул қилади. Шундай қилиб, асосий ғалаёнланиш таъсири ва тизимда пайдо бўладиган хатога сабаб бўлган барча ғалаёнланишлар тез суръатларда компенсация қилинади. Комбинациялашган ростлаш тизими, анча

аниқ ростлаш натижасини таъминлайди ва бошқа тизимларга караганда мураккаб, шу сабабли четга чиқишлар бўйича АРТ талаб қилинган даражада аниқ ростлашни бажара олмаган ҳолдагина бундай тизимлар қўлланилади.

Комбинациялашган тизимлар орасида энг мукаммали ростланувчи катталиқнинг тизимга кўрсатадиган ғалаёнланишлари таъсиридан озод этувчи инвариант тизимлардир. Инвариантликка тизимдаги ғалаёнланишлар таъсири бўйича алоқалар киритиш орқали эришилади. Бунда, ростланувчи катталиқнинг стабиллашишига ёки ўзгараётган топшириқнинг қайта тикланиш сифати яхшиланишига интилинади. Агар мутлоқ инвариантлик шартлари бажарилса, ростланувчи катталиқ ғалаёнланишлар таъсирига боғлиқ бўлмайди. Бошқача қилиб айтганда, нол қийматдан бошқа ғалаёнланишлар таъсирида тизимдаги ростланувчи катталиқнинг тебраниш қиймати нолга тенг.

10.5-§ АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМИНИНГ ТУЗИЛИШИ

10.1-расмда тасвирланган бир контурли АРТнинг функционал схемасини куриб чикамиз.



10.1-расм. Автоматик ростлагич тизимининг бир контурли берк функционал схемаси.

Четга чиқишлар принципи бўйича ишлайдиган АРТда ростланувчи катталиқнинг айти ва берилган қийматлари айирмаси ўлчанади ва тенгсизлик ишорасига кўра автомат ростлагич объектга нисбатан ростловчи таъсир ишлаб чиқариб тенгсизликни йўқотади. Бундай тизим ёпиқ цикл бўйича ишлаб, ёпиқ тизим дейилади. Ростланувчи объектнинг чиқишига датчик ўрнатилади. Бу махсус қурилма ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қийматини қабул қилиб, уни ростлаш тизимидаги кейинги бўғинларга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартиради.

Датчиклар содда (бевосита таъсир этувчи) ва мураккаб (билвосита таъсир этувчи) бўлади. Сизгир элемент билан датчик бир бўлган қурилма бевосита таъсир этувчи датчик ҳисобланади. Билвосита таъсир этувчи датчикларда эса бу элементлар мустақил ишланади. Датчик ишлаб чиқарган ростланувчи катталиқнинг айти қиймати ҳақидаги маълумот автомат ростлагичнинг киришига келади. Айти вақтда шу маълумот кўрсатувчи, жамловчи (интегралловчи), қайд қилувчи, сигнал берувчи ёки комбинациялашган иккиламчи ўлчаш асбобини киришига ҳам келади. Ростлагич технологик режимни сақлаб туради. Тизимда автоматик ростлагич бўлса иккиламчи асбобнинг бўлиш шарт эмас. Лекин автоматлаштиришда одамнинг вазиғаси ўлчаш асбоблари, ростлагичлар ва ижро этувчи механизмларнинг ишини назорат қилишдан иборат бўлгани учун, АРТда кўпинча иккиламчи ўлчаш асбобидан фойдаланиш назарда тутилади. Юқорида айтилганидек баъзан, ростлагичлар ва ўлчаш асбоблари бир корпусда ишланади, бундай ростлагичлар асбоб турида бўлади.

Автомат ростлагич таркибига солиштириш блоки қиради. Бу датчик ва задатчик сигналларини алгебраик жамлаш (интеграллаш) операциясини бажарадиган қурилмадир. Солиштириш блоки ўзининг чиқишида айти ва берилган қийматлар айирмасига тенг қийматли сигнални, яъни тенгсизлик қийматини ишлаб чиқаради. Шунинг учун, солиштириш блокига келадиган сигналларнинг физик хоссалари бир хил бўлиш керак.

Задатчик - ўзининг чиқишида ростланувчи катталиқнинг берилган қийматиға мутаносиб сигнал ишлаб чиқаришға мўлжалланган қурилма. Аммо тенгсизлик сигналининг қуввати, одатда, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ҳаракатға келтириш учун камлик қилади. Шунинг учун, автоматик ростлагич орқали амалға оширилувчи ростлаш қонунига мувофиқ, бу сигнал кучайтирилиб тузатилади. Бу операцияни кучайтиргич ва тузатувчи блок бажаради. Ростланувчи катталик билан кириш сигнали ўртасидаги функционал боғланишға *ростлаш қонуни* деб аталади.

Сигнал автоматик ростлагичнинг чиқишидан ижро этувчи механизм киришиға келади. Ростлагичнинг буйруқ сигналени ўзидаги ростловчи органнинг тегишли сигналиға ўзгартирувчи қурилма *ижро этувчи механизм* дейилади.

Қўрилган бир контурли АРТ учун ростлаш тизими контурининг ёпиқ ҳолати характерлидир. Бу тизимнинг яна бир хусусияти унинг детекторлаш қобилиятиға эғалиғи ҳисобланади. Шунинг учун, ростлаш контуридаги, таъсир фақат бир йуналишда бўлади.

Функционал белгиларига кўра автоматик ростлаш тизимидаги элементларни қуйидаги гуруҳларға бўлиши мумкин: 1) сезгир элементлар; 2) датчиклар; 3) солиштириш элементлари; 4) топшириқ бергич ёки бошқарувчи элементлар (задатчик); 5) ўзгартирувчи элементлар (бирор физик хоссаларға эға бўлган сигналларни иккинчи хил физик хоссаларға эға бўлган сигналларға айлантиришға мўлжалланган); 6) кучайтиргичлар; 7) тузатувчи элементлар (тизимни талаб қилинган динамик сифатлар билан таъминлайди); 8) ижро этувчи элементлар; 9) стабилизаторлар (тизимнинг иш пайтида берилган физик катталик тебранишларини стабиллашға мўлжалланган); 10) сигналларни узатиш учун хизмат қиладиган тақсимлагичлар (турли элементларни бири-бириға кетма-кет улашға мўлжалланган); 11) ҳисоблаш элементлари (конкрет технологик масалаларини ечиш ва маълум математик операцияларни бажаришға мўлжалланган).

Истеъмол қилинадиган энергиянинг турига кўра автоматик ростлаш тизими элементлари электрик, пневматик, гидравлик ва комбинациялашган бўлади. Автоматик тизимларнинг хусусиятлари уларнинг элементлари хусусиятларига боғлиқ.

Ҳар бир элементнинг умумий ва асосий характеристикаси унинг ўзгартириш коэффициенти, яъни элемент чиқиш катталигининг кириш катталигига бўлган нисбатига тенг. Автоматика тизимларининг элементлари қиймат ва сифат ўзгаришларини бажаради. Қиймат ўзгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошқа коэффициентларни назарда тутди. Сифат ўзгартиришларда бир физик катталик иккинчисига ўтади. Бу ҳолда ўзгартириш коэффициенти *элемент сезгирлиги* дейилади.

Автоматика элементининг яна бир муҳим характеркаси - элемент (кириш катталиги ўзгаришига боғлиқ бўлмаган) чиқиш катталигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган ўзгартириш хатосидир. Бу хатога сабаб атроф-муҳит температурасининг таъминлаш кучланишининг ўзгариши ва ҳоказолар бўлиши мумкин. Элемент характеристикаларининг ўзгариши натижасида пайдо бўлган хато *ностабиллик* деб аталади.

Баъзи элементларнинг кириши ва чиқиш катталиклари ўртасида кўп қийматли боғланиш мавжуд. Бунга қуруқ ишқаланиш, гистерезис ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бундай катталикнинг ҳар бир кириш қийматига унинг бир неча чиқиш қийматлари мос келади. Сезгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ҳодиса билан боғлиқ.

Кириш катталигининг элемент чиқишидаги сигнаolini сезиларли даражада ўзгартириш қобилиятига эга бўлган қиймати сезгирлик чегараси дейилади. Автоматика элементлари мустахкамлик билан ҳам характерланади. Элементларнинг саноатда ишлатилишида ўз параметрларини йўл қўйилган чегараларда саклаш қобилиятига *мустахкамлик* деб аталади. Мустахкамлик элементи лойиҳалаш вақтида ҳисобланади ва уни ишлаб чиқарилгандан сўнг ишлатиш жараёнида синалади.

10-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Автоматик назорат
2. Автомат ростлагич
3. Автоматик ростлаш
4. Автоматика элементи
5. Автоматлаштириш
6. Ижро этувчи механизм
7. Задатчик
8. Мустаҳкамлик
9. Ностабиллик
10. Ростланувчи катталик
11. Ростланувчи объект
12. Ростланувчи катталикнинг айна қиймати
13. Ростлаш қонуни
14. Сезгирлик чегараси
15. Турғунлашган режим
16. Функционал схема
17. Элемент сезгирлиги
18. Ғалаёнланиш бўйича автоматик ростлаш тизимлари

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Автоматик назорат деганда нимани тушунасиш ва унинг автоматик ростлашдан фарқи нимада?
2. Автоматлаштиришни жорий этиш ишлаб чиқариш кўрсаткичларига қандай таъсир этади?
3. Қандай параметрларга ростланувчи катталик дейилади?
4. Хато ёки номослик нолга тенг бўлган жараён нима деб аталади?
5. Қандай тизимларга комбинациялашган ростлаш тизимлари дейилади?
6. Задатчик қандай курилма?
7. Функционал белгиларига кўра автоматик ростлаш тизимидаги элементлар қандай гуруҳларга бўлинади?

8. Элемент сезгирлиги деганда нимани тушунасиз
9. Элемент характеристикаларининг ўзгариши натижасида пайдо бўлган хато нима деб аталади?
10. Мустаҳкамлик қачон ҳисболанилади ва қай пайтда синалади?

XI боб. АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ТАҲЛИЛИ

11.1- §. ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МАТЕМАТИК ТАВСИФИ, АҲАМИЯТИ ВА ИШЛАТИЛИШИ

Автоматик ростлаш тизими (АРТ)нинг сифатли ишлаши тизим элементларининг тўғри танланиши ва ростланишига боғлиқ. Бунинг учун, ростланувчи объект ва АРТ лар барча элементларининг характеристикасини билиш керак.

Ростланувчи объектлар хилма-хилдир. Улар бир-бирларидан ҳажми, оқиб ўтадиган физик-кимёвий жараёнлари, аппаратларининг шаклланиши ва яна бир қанча омиллари билан фарқ қилади. Аммо АРТ ларни таҳлил қилишда, объектлар ва АРТ элементлари турлича бўлишига қарамай, уларнинг бир хил ёки бир-бирига ўхшаш бўлган хусусиятларини аниқлаш ҳамда объектларни шу хусусиятлар бўйича намунали объектларга тавсифлаш мақсадга мувофиқдир. Намунали ростлаш объектларининг хоссаларини билиш муайян саноат объектларини таҳлил қилиш вазифасини осонлаштиради. Бу вазифа текширилаётган объект турини аниқлашдан иборат бўлиб, объект хусусиятлари тегишли намунали объект хусусиятлари ўхшаш деб қабул қилинади.

Ростлаш объекти ва АРТ элементлари хусусиятларини тавсифлашда математик моделлаш усули қўлланилади. Математик моделлаш – моделларни қуриш ва ўрганиш босқичларини ўз ичига олади. Бунда, ўрганилаётган объект ўрнига модел деб аталувчи моддий объект олинади. ўрганилаётган объектга ўхшаш моделнинг жараёнлари бошқа физик ҳодисага мос, лекин бир хил тенгламалар билан тавсифланади. Математик моделлар ҳисоблаш машиналари ёки тўғри аналогли қурилмаси орқали амалга оширилади. Ҳисоблаш

машиналарида ўрганилаётган ҳодиса ёки жараённинг математик тавсифини бир қатор элементар математик операциялар бажариб тикланади. Бу операциялар бир нечта элементларни бир вақтда ечиш ёки битта элементни кўп марта ечиш билан бажарилади. Тўғри аналогли моделлар, ҳисоблаш машинасидан фарқли равишда алоҳида элементларга булинмайди. Улар бошланғич нисбатларни қурилмада ўтаётган ҳодиса хусусиятларига кўра тиклайди. Бунда доимо модел ва ҳақиқий жараён параметрлари ўртасидаги бир маъноли мослашуви (танланган аналогия тизимига кўра) кўрсатиш мумкин.

Ўрганилаётган объектнинг кириши ва бошқарувчи параметрлари ўртасидаги нисбатан аниқловчи тенгламалар тизими *математик тавсиф* дейилади. Объектнинг математик моделини куриш ва уни ўрганиш бир қатор ўзаро боғлиқ бўлган босқичларни бажариш демакдир.

Моделлаш вазифасини аниқлаш:

- объектни ўрганиш ва тавсифнинг шаклланиши;
- математик тавсифни тузиш;
- моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш;
- олинган модел ва ҳақиқий жараённинг мослигини аниқлаш;
- моделлаш (объектнинг математик моделини тадқиқ қилиш);
- олинган маълумотни таҳлил қилиш.

Моделлаш вазифасини аниқлаш - барча босқичлар ичида энг муҳими, чунки математик моделлашнинг аниқ ва равшан ифодаланишидан масаланинг ечилиш йўллари келиб чиқади. Моделлашнинг мақсади турлича бўлиши мумкин, лекин уларнинг негизи ускуналарни оптимал лойиҳалаш, лойиҳалашнинг ўзини автоматлаштириш ва объектни оптимал бошқаришдан иборат. Қўйилган бу мақсадга математик тавсифнинг услубини танлаш ҳам боғлиқ.

Объектни ўрганиш ва тавсифнинг шаклланиши босқичида масаланинг негизидаги ҳодисалар механизми буйсунадиган функционал қонунлар аниқланади. Бу босқичга кириш ва чиқиш ўзгарувчилари; ғалаёнловчи ва бошқарувчи таъсирлар белгиланади, кириш ва чиқиш

ўзгарувчилари ўртасидаги боғланиш аниқланади, дастлабки тажрибалар утказилади. Олинган маълумотлар асосида жараённинг структурали схемаси тузилади.

Математик тавсифни тузиш. Ечилаётган масалага мувофиқ танланган физик модел асосида математик тенгламалар тизими ёзилади. Бу босқичда, агар имкон бўлса, тенгламанинг аҳамиятсиз аъзолари олиб ташланиб, тенгламалар соддалаштирилади. Бунда тенгламадан олиб ташланаётган аъзо масалани ечишда ҳақиқатан аҳамиятсиз эканлигига ишонч ҳосил қилиш керак.

Моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш масаласи математик тавсифнинг тенгламалар тизимини ечиш усулини топишдан иборат. Модел қандай машинада, яъни ракамли (РХМ), аналог (АХМ) ёки комбинациялашган (АРХТ) машинада амалга оширилишига кўра алгоритмни ишлаб чиқиш усули танланади. Конкрет ҳисоблаш машинасининг турини танлаш ечилаётган тенглама тури ва ҳисоблаш ҳажмига боғлиқ.

Модел ва ҳақиқий жараённинг мослигини аниқлаш босқичида жараёни характерловчи катталиклар солиштирилади. Аниқлик етарли даражада булмаса, математик моделга тузатиш киритиш керак.

Моделлаш босқичида жараённинг математик модели тадқиқ қилинади, олинган маълумотлар таҳлил қилинади ва натижада конкрет амалий натижалар ишлаб чиқилади.

11.2-§. СТАТИК ВА ДИНАМИК МОДЕЛЛАР

Автоматик ростлаш тизимларининг статик ва динамик хоссалари тизимдаги таркибий элементларнинг шу характеристикалари орқали аниқланади.

Элемент ёки тизимнинг статик характеристикаси деб ўрнатилган режим жараёнидаги чиқиш ва кириш параметрларининг нисбатига айтилади. Бу нисбат аналитик ёки график усул билан ифодаланади ва ҳисоблаш ёки тажриба усуллари билан аниқланади.

Чизиқли ва чизиқли бўлмаган статик характеристикалар мавжуд. Агар характеристика чизиқли тенгламалар орқали тавсифланиб тўғри чизиқ билан тасвирланса, бу чизиқли статик характеристика бўлади. Чизиқли статикага эга бўлган элемент (ёки тизим) *чизиқли элемент (ёки тизим)* дейилади. Агар ўрнатилган иш режимида бўғин тавсифи чизиқли бўлмаган тенглама орқали берилса ва характеристикаси эгри ёки синик чизиқлар билан тасвирланса, бу бўғин *чизиқли бўлмаган характеристика* дейилади. Люфт ва курук ишқаланишлар статик характеристикаларни чизиқли бўлмаган кўринишга олиб келади. Чизиқли бўлмаган автоматик тизимларни ҳисоблаш ғоят мураккабдир.

Тизимнинг статик характеристикасини аналитик усулда аниқлашда тизимнинг турғунлашган ҳолати учун энергетик ва моддий баланс тенгламалари тузилади. Баланс тенгламаларидан номаълум катталиклар топилиб, АРТ даги ростланувчи объект ёки бўғиннинг чиқиш ва кириш параметрларининг нисбати аниқланади.

Объектнинг статик характеристикасини тажриба орқали аниқлашнинг фаол ва пассив усули мавжуд. Фаол усулда модда ёки энергияни объектга узатувчи линияда ўрнатилган ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи ёрдамида объектнинг бир неча мувозанат ҳолати бирин-кетин ўрнатилади, бунда катталикнинг кириш қиймати ҳар хил бўлиб, тегишли чиқиш координатлари ўлчанади. Олинган маълумотларга кўра тузилган графикдан объектнинг кучайиш коэффициенти аниқланади. Объектнинг чиқиш катталиги, одатда, бир неча кириш катталикларига боғлиқ, бу ҳолда статик характеристикалар тўплами ҳар бир канал бўйича аниқланади: Статик характеристикани экспериментал аниқлашнинг *пассив* усули эҳтимоллик назарияси ва математик статистикага асосланган. Бу усулни қўллаб, объектларнинг нормал ишлатиш шароитларида кириш ва чиқиш катталикларининг ўзгариши ҳақида жуда кўп маълумотлар тупланади. Статистик материал тегишли алгоритмлар бўйича ишланади. Бу сермехнат масала бўлиб марказлаштирилган назоратнинг ахборот тизими ёки ЭҲМ ёрдамида ечилиши мумкин. Динамик тизимлар синфига тегишли АРТнинг

фақат статик характеристикасини билиш камлик қилади, унинг динамик характеристикасини ҳам билиш зарур. Элемент ёки тизимнинг *динамик характеристикаси* деб, вақт ўтиши билан чиқиш катталигининг ўзгариши ўрнатилган режимнинг бузилиш давридаги кириш катталигининг ўзгаришига боғлиқлиги айтилади. Кириш катталигининг ўзгариши турлича бўлиши мумкин. Шунинг учун, битта ростланувчи объектнинг динамик характеристикаларини ифодаловчи графиклар ҳам турлича бўлади.

Турли элемент ва тизимларнинг динамик характеристикаларини солиштириш учун кириш катталиклари ўзгаришнинг намунали қонунлари ишлатилади. Тўғри тўртбурчакли импульс шаклидаги бир поғонали ва синусоидал таъсирлар кенг тарқалган. Динамик характеристикалар *аналитик усуллар* билан ҳам аниқланади. Динамик хусусиятлар аналитик равишда дифференциал тенгламалар орқали тавсифланади. Агар тизим ёки бир бўғиннинг ҳаракати мустақил ўзгарувчиларнинг якуний қийматига боғлиқ бўлса, у параметрлари мужассамланган объект бўлади. Бундай объектларнинг эркинлик даражаси қиймати тизимнинг мустақил ўзгарувчилари қийматига тенг. Бу тизимларнинг динамик хусусиятлари тавсифи тўлиқ ҳосилали тенгламалар орқали берилади.

Параметрлари тақсимланган тизимлар эркинлик даражасининг чексиз қийматига эга. Бу тизимда параметрлар катта узунликда ёки вақт мобайнида тақсимланади. Уларнинг динамик характеристикаси хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар билан тавсифланиб, бу тенгламаларни таҳлил қилиш кўпинча қийинлашади. Ҳисоблашлар учун баъзан бу тизим параметрлари мужассамлашган тизим каби қурилиб, соддалаштирилади. Бундай йўл қўйишлар жуда кўпол натижалар берадиган ҳолатларда, яъни параметрлари тақсимланган тизимлар бирин-кетин уланганда, параметрлари мужассамланган бир нечта тизимларда кечикиш билан алмаштирилади. Масалага бундай ёндашиш тизимнинг динамик хусусиятларини оддий дифференциал тенгламалар орқали аниқлаш имконини беради, тенгламалар эса чиқиш координатасининг тегишли ўзгариш қонуни бўйича ечилади. Тизимнинг

мувозанат ҳолатидаги чиқиш ва кириш катталикларининг туташган қийматларини аниқлаб, тизимнинг динамик хусусиятларига кўра унинг статик хусусиятларини аниқлаш мумкин.

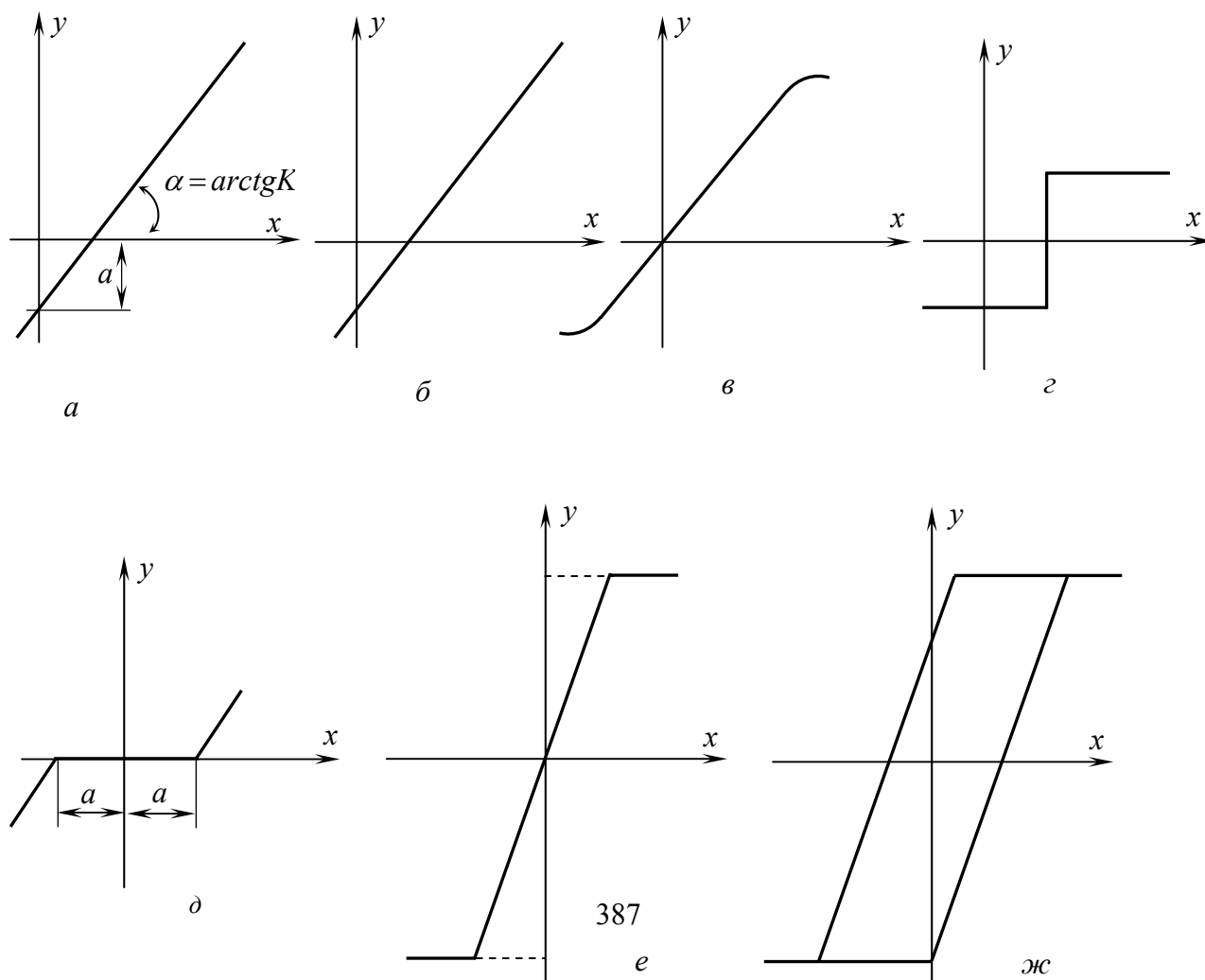
11.3- §. РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ СТАТИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Тизим ёки айрим бўғинларнинг статик характеристикасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$y = f(x)$$

бу ерда, y - чиқиш катталиги; x - кириш катталиги.

11.1-расмда АРТ статик характеристикаларининг турлари тасвирланган. 11.1-расм, а, б, даги статик характеристикалари чизикли, колганлари эса чизикли бўлмаган статик характеристикалардир.



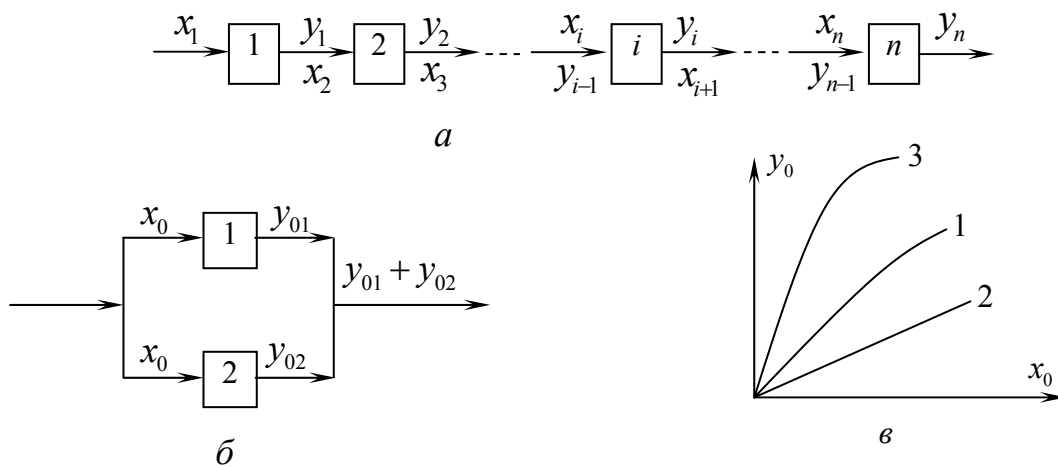
11.1-расм. АРТ статик характеристикалари.

Чизиқли статик характеристика (11.1-расм, а) аналитик равишда қуйидаги ифода билан тавсифланади:

$$y = a + kx,$$

бунда a - доимий катталиқ, $k = \operatorname{tg} \alpha$ статик характеристикасининг абциссалар уки томон оғиш бурчагини ифодаловчи доимий катталиқ.

11.1 – расм, б га мувофиқ $y = kx$ шаклида ёзиш мумкин, бу ерда, k - узатиш коэффициенти, у тизимнинг кучайиш коэффициенти ёки статик характеристиканинг тиклигини ифодалайди.



11.2- расм. Бўғинларнинг кетма-кет (а) ва параллел (б) уланиши, .бўғинларнинг статик характеристикаси (в)

11.1-расм в, да эгри чизиқли характеристика, 11.1-расм г да эса узиладиган, чизиқли бўлмаган статик характеристика тасвирланган, «а» - сезгирлик зонаси чизиқли бўлмаган характеристика 11.1-расм, д да келтирилган. 11.1-расм, г да туйиниши чизиқли бўлмаган характеристика кўрсатилган. Носезгирлик зонаси, туйиниш ва тизимнинг турли ишлаш

катталигига эга бўлган, гистерезис сиртмоғи шаклидаги чизикли бўлмаган характеристика 11.1- расм, ж да келтирилган.

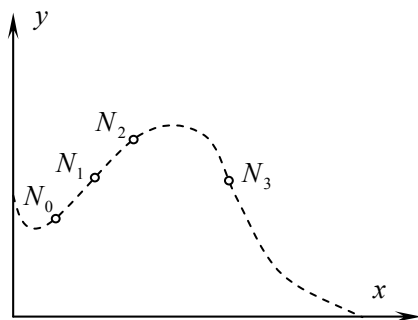
Бўғинларнинг кетма-кет уланишида (11.2-расм, а) олдинги бўғиннинг чиқиш катталиги кейинги бўғин учун кириш катталиги бўлади. Бу ҳол қуйидаги муносабатлар кўринишида акс этади:

$$x_2 = y_1; \quad x_3 = y_2; \dots; \quad x_i = y_{i-1}; \dots; \quad x_n = y_{n-1}$$

Ҳар бир бўғин алоҳида-алоҳида ўзининг мос статик характеристикаларига эга:

$$y_1 = f_1(x_1); \quad y_2 = f_2(x_2); \dots; \quad y_i = f_i(x_i); \dots; \quad y_n = f_n(x_n);$$

Демак, кетма-кет уланган бўғинларнинг характеристикаси шу бўғинларнинг статик характеристикаларидан аниқланади:



11.3-расм. $y=F(x)$ функция эгри чизиғи

$$y_n = f_n(x) = f_n(y_{n-1}) = f_n[f_{n-1}(x_{n-1})] = f_n[f_{n-1}(y_{n-2})] = f_n\{f_{n-1}[f_{n-2}(x_{n-2})]\} = f_n\{f_{n-1}[f_{n-2}(y_{n-2})]\} \dots$$

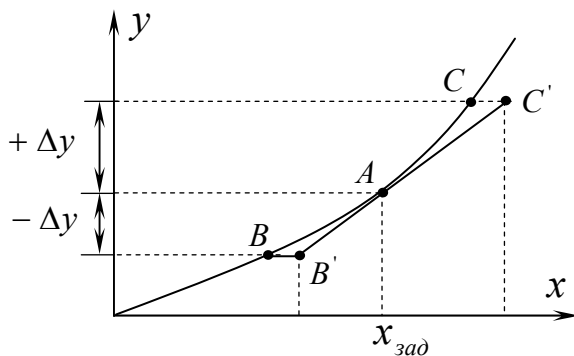
Агар тизимга кирган бўғинларнинг барча характеристикалари чизикли бўлса, умумий характеристикаси ҳам чизикли бўлади. Биргина бўғиннинг характеристикаси чизикли бўлмаган бўлиб қолади.

Бўғинларнинг параллел уланишида (11.3-расм, б) бўғинларнинг кириш катталиги умумий бўлиб, чиқиш катталиклари ўзаро алгебраик қўшилади. Демак, бўғинлари параллел қўшилган тизимнинг статик характеристикаси тегишли ординаталар статик характеристикаларининг жамланишидан аниқланади.

11.4-§. АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИН ЧИЗИҚЛАНТИРИШ

Амалдаги элемент ва тизимларнинг математик модели, кўпинча, чизиқли бўлмаган тенгламалар билан тавсифланади, уларнинг таҳлили эса кўп қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун, ҳисоблашларда чизиқли бўлмаган математик моделлар чизиқли моделлар билан алмаштирилади. Аниқлик бир оз йўқолишига қарамай, чизиқли моделлар содда ва мукаммал усуллар бўйича таҳлил қилишга имкон беради. Чизиқли бўлмаган математик моделларни чизиқли моделга тақрибий алмаштириш операцияси *тўғри чизиққа келтириш* дейилади. Агар раван ўзгараётган эгри чизиқ шаклидаги график статик характеристика мавжуд бўлса, график тўғри чизиққа келтириш усулидан фойдаланиш мумкин. Бунинг моҳияти статик характеристиканинг иш тармоғини объектнинг берилган иш режими нуқтасидаги бошланғич статик характеристикасига уринма тўғри чизиқ билан алмаштиришдан иборат. График тўғри чизиққа келтириш жараёни 11.4 расмда кўрсатилган.

График тўғри чизиққа келтиришдан ташқари чизиқли бўлмаган боғланишларни тўғри чизиққа келтириш усули, яъни функцияни Тейлор қаторига кириш сигналининг кичик орттирмалари бўйича ёйиш усули мавжуд. Автоматик ростлаш тизими учун ростланувчи катталиikka нисбатан чизиқли бўлмаган дифференциал тенглама ўринлидир. Унинг умумий кўриниши қуйидагича:



11.4-расм. Ночизиқ статик характеристикани графикавий
тўғри чизиққа келтириш.

$$F\left(x, \frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}, \dots, \frac{d^m x}{dt^m}, y, \frac{dy}{dt}, \frac{d^2y}{dt^2}, \dots, \frac{d^n y}{dt^n}\right) = 0 \quad (11.1)$$

бу ерда, x - кириш катталиги, y - чиқиш катталиги.

АРТ статик характеристикасини топиш учун (11.1) тенгламадаги барча ҳосилаларнинг x ва y вақтидаги қийматларини нолга тенглаштириш керак:

$$f(x, y) = 0 \quad (11.2)$$

(11.1) тенгламани « y » га нисбатан ечсак, (11.2) статик характеристиканинг чизиқли бўлмаган тенгламасини оламиз:

$$y = f(x) \quad (11.3)$$

Бу чизиқли бўлмаган боғланиш (11.2) доимий x қийматлари (11.5-расм) тармоғига тегишли бўлган x нуқта атрофидаги Тейлор қаторига ёйилиши мумкин. Бу тармоқдаги бошланғич (11.3) узлуксиз ҳосилалик узлуксиз функциядир. Агар ёйилишнинг чизиқли аъзолари билан кифояланилса, функция ва ҳосилаларнинг узлуксизлиги тўғри чизиққа келтиришнинг муайян пайтидаги зарур ва етарли шарт бўлади.

(11.3) функцияни x_0 нуқта атрофида Тейлор қаторига ёямиз:

$$y = f(x) = y(x_0) + \frac{y'(x_0)}{1!} \Delta x + \frac{y''(x_0)}{2!} x \Delta x^2 + \dots$$

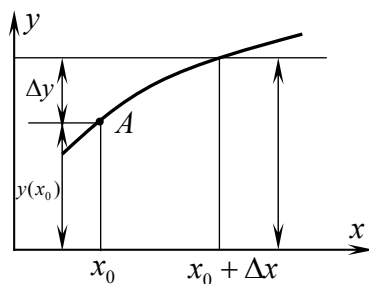
Δx нинг қиймати кичик бўлганда эса:

$$y = f(x) \approx y(x_0) + K \Delta x; K = \text{const}$$

Энди координаталар тизимининг бошланиши A ни нуқтага кўчирсак 11.5 расм 11.4 расм боғланиш янада соддалашади:

$$\Delta y = K \Delta x;$$

бу ерда, K - кучайтириш коэффициентини. Бу коэффициент ўлчамга эга. Бу коэффициентнинг ўлчамини йўқотиш операцияси-ростланувчи катталикларнинг четга чиқишлари ёки таъсирларини уларнинг тегишли базис қийматларига бўлишдан иборат.



11.5 расм. $y = f(x)$ чизикли бўлмаган узлуксиз боғланишни Δx кириш сигнаlines

Тейлор қаторига орттормалари бўйича тўғри чизикқа келтириш усули.

Тўғри чизикқа келтиришдан сўнг (11.1) тенгламанинг ўлчамсиз кўриниши қуйидагича бўлади:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + b_m x; \quad (11.5)$$

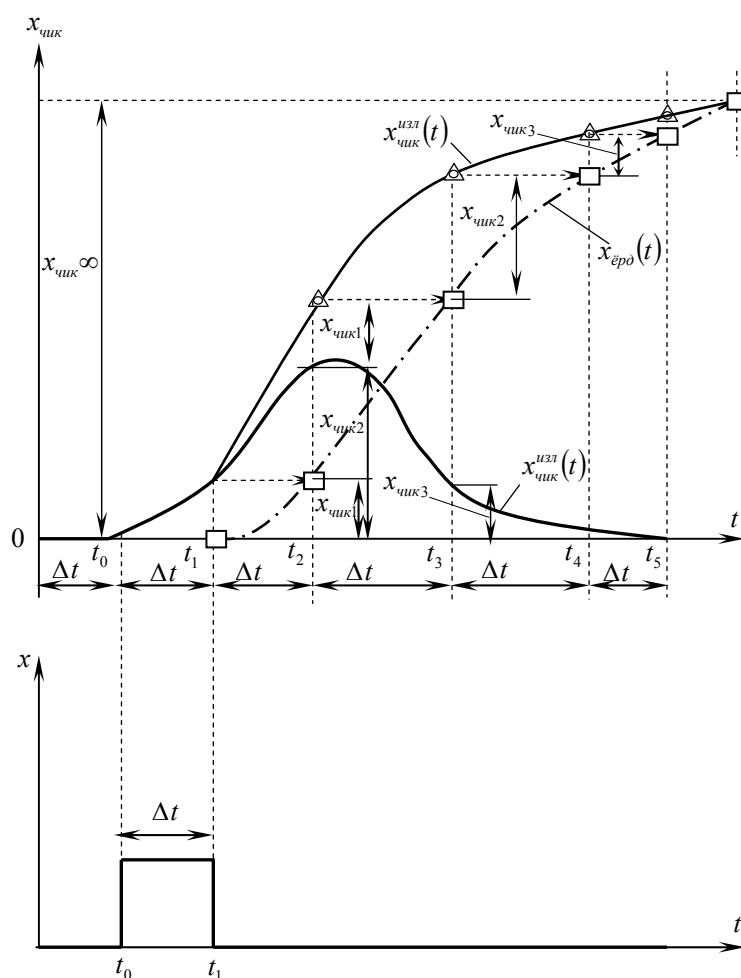
бу ерда, m ва n - ихтиёрий мусбат бутун сонлар (одатда $m \leq n$); $a_0, a_1, \dots, a_n; b_0, b_1, \dots, b_m$ - тизим параметрларига боғлиқ бўлган доимий коэффициентлар.

11.5- §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРНИНГ ЎТИШ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Ростланувчи объектларга турли манбалардан ғалаёнланишлар таъсир қилиши мумкин. Бунда ростловчи органнинг таъсири натижасида кириш катталигида руй берган ўзгаришга жавобан объект реакциясини билиш муҳим. Объектнинг тарқалиш эгри чизиклари импульсли ва частотали ўтиш характеристикалари мавжуд. Ростланувчи катталикларнинг намунали ғалаёнловчи таъсири туфайли вақт мобайнида ўзгариши *ўтиш характеристикаси* дейилади.

Тарқалиш эгри чизиги қуйидагича топилади. Объектда турғунлашган ҳолатга эришилади. Ростловчи органи кескин силжитиб, объектнинг киришига бирламчи сакрашсимон ғалаёнланиш киритилади. Вақт ва ғалаёнланиш катталиги белгиланиб, вақт ўтиши билан ростланувчи катталикларнинг руй берган ўзгаришининг характеристикаси кайд қилинади. Параметр-нинг кайд қилиниши янги мувозанат ҳолати ўрнатилгунча давом этади. Ғалаёнловчи таъсирнинг қиймати, одатда, кириш катталигининг максимал ўзгариш чегарасига нисбатан тахминан 10%. Агар ростловчи орган энг кичик қийматга

силжитилса, объектдаги халакитлар билан кизиктирган натижа, деярли ўзгартириб юборади. Ғалаёнланишнинг қиймати 10% дан кўп бўлса, ростловчи объект чизиқли бўлмаганлиги туфайли хатолар пайдо бўлиши мумкин. Тегишли шартларга риоя қилинса, тарқалиш эгри чизиғи объектнинг асосий динамик хусусиятларини акс эттиради. Агар узок давом этадиган сакрашсимон ғалаёнланиш технологик регламентдан жиддий четга чиқишларга олиб келса, объектнинг импульсли ўтиш характеристикасини (ёки вазн функциясини) экспериментал равишда топиш қулайдир. Импульсли ўтиш характеристикасини (ёки вазн функцияси) кириш ғалаёнланишнинг тўғри тўртбурчак импульси таъсирида ростланувчи катталигининг вақтидаги ўзгариш нисбатидан иборат.



11.6-расм. Объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизиғини қуриш

Ростланувчи катталиқнинг максимал четга чиқиши кириш импульсининг катталигига ва давомига боғлиқ. Импульсли ўтиш характеристикасини

экспериментал равишда аниқлаш усули тарқалиш эгри чизикларини усулига ўхшаш. Бу усулларнинг фарқи шундаки, объектга вақт мобайнида бир оз тафовут билан йуналишлари қарама-қарши ва қийматлари тенг иккита ғалаёнланиш бирин-кетин киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган импульсли характеристика бўйича бир оз тартибни ўзгариш йўли билан объектнинг тарқалиш эгри чизигини топиш мумкин.

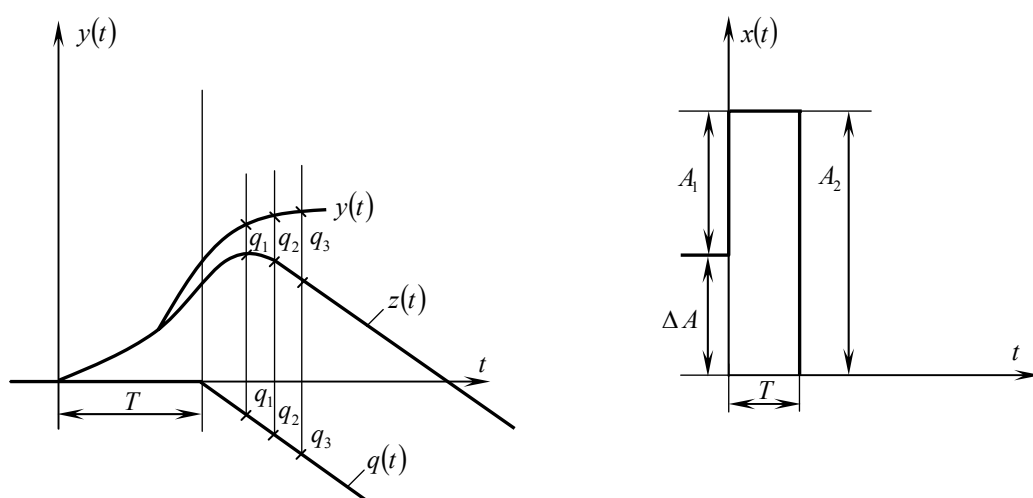
11.6 - расмда ростланувчи объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизигининг тасвирланган. $x_{чик}^{изл}(t)$ импульсли характеристика вақтнинг t_0 пайтидан ёрдамчи $x_{ёрд}(t)$ эгри чизик бошланади, бу чизик вақтнинг t_1 дан t_2 гача даврида t_0 дан t_1 гача давридаги изланаётган эгри чизик тармоғига мос келади $x_{чик}^{изл}(t)$ изланаётган тарқалиш эгри чизигининг t_2 пайтидаги пайтидаги ординатасининг $x_{чик}^{изл}(t)$ ва $x_{ёрд}(t)$ эгри чизикларининг t_2 пайтидаги ординаталари йиғиндисидан аниқланади. $x_{чик}^{изл}(t)$ нинг топилган ординатаси $x_{ёрд}(t)$ эгри чизикни $t_2 - t_3$ вақт ораллиғидаги қийматини тузишга ёрдам беради. Изланаётган эгри чизикнинг t_3 пайтига мувофиқ нуқтасини топиш учун $x_{чик}^{изл}(t)$ ва $x_{ёрд}(t)$ эгри чизикларнинг t_3 пайтдаги ординаталари қўшилади. Кейин $x_{чик}^{ион}(t)$ нинг топилган янги тармоғи бўйича $x_{ёрд}(t)$ эгри чизик вақтнинг t_3 дан t_4 гача даврида давом эттиради ва ҳоказо. Баён қилинган усулга асосланган ҳолда изланаётган тарқалиш эгри чизиги аниқланади.

Чизикли тизимлар учун суперпозиция принципи ўринлидир. Бу принципнинг моҳияти кириш сигналлари йиғиндисига чизикли тизимнинг бўлган реакцияси унинг ҳар бир кириши таъсирига бўлган алоҳида реакциялари йиғиндисига тенглигида.

Шундай қилиб, объект хусусиятлари поғонали функция шаклидаги таъсирлардан фойдаланишга йўл кўймаса, тўртбурчакли импульс типдаги аperiодик синаш таъсирини танлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу таъсир юқорида айтилганидек $+A$ ва $-A$ амплитудали поғонали иккита таъсир йиғиндисидан иборат. Бунда олинган экспериментал эгри чизик эса,

суперпозиция принципига асосланган ҳолда, келтирилган поғонали таъсирларга жавобан объектнинг реакциялари йиғиндиси каби қурилади. Лекин бундай таъсир кўрсатилганда, объектнинг (масалан, ностационар технологик жараён ўтаётган аппарат) киришида баъзан бузилган тарқалиш эгри чизиғи олинади, бу ҳол суперпозиция принципига амал қилинмаганлигидан дарак беради.

Келтирилган ишда энтобактерин ишлаб чиқаришда микро биологик синтезнинг даврий жараёни кетаётган ферментернинг ўтиш функциясини тузиш мисоли кўрсатилган. Ферментерни совитаётган сув сарфи бўйича таъсирининг асимметрик температурасининг ўзгариш каналидан иссиқлик чиқараётган тармоғи тадқиқ қилинади. Синаш таъсири сифатида $+A_1$ ва $-A - A_1 + \Delta A$ (ΔA – кириш координатасининг энг кичик қиймати) амплитудали тўғри тўртбурчак импульс туридаги аperiодик ғалаёнланиш ишлатилади (11.7-расм). Импульснинг давомийлиги ўтиш функцияси ўзгаришга улгурадиган вақт оралиқларининг энг кичик қийматидан ошиб кетмаслиги керак. Яна бир мезон шундан иборатки, синаш импульсининг давомийлиги объект вақт доимийсининг тўртдан бир қисмидан ошмаслиги керак. Олинган экспериментал характеристикаларни қўшимча қайта ишлаб чиқиб, ўтиш характеристикаларига ўзгартириш киритиш керак.



11.7-расм. Объектнинг ўтиш функциясини қуриш.

Объектнинг $y(t)$ чиқиш координатаси стабиллаштирилади. Вақтнинг маълум даврида $y(t) = \text{const} = y_0$ эканлигига ишонч ҳосил қилиб, асимметрик ғалаёнловчи таъсир киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган $r(t)$ вақтли боғланиш орқали аппаратдаги суюқликлар температурасининг ўзгаришини характерловчи $y(t)$ ўтиш функция шаклини тиклаш керак. Бунинг учун асос бўлиб тажриба ўтказишга танланган вақт даврида иссиқликни чиқариш тезлигининг доимий эканлиги хизмат қилади. Вақтнинг $(0 \dots T)$ оралиғида $y(t) = z(t)$ ва $z(t)$ эгри чизикдан совитиш тўхтатилгандаги температурасининг ўсишини ифодаловчи $\partial(t)$ функция олиб ташланади. У ҳолда вақтнинг исталган nT давридаги функцияни аниқлаш учун $(n = 1, 2, \dots, k)$ $T \leq t \leq n \cdot T$ даги $y(t) = z(t) + \partial(t - T)$ боғланиши бошланғич $\partial(t - T) = 0$ функция билан бирга қўллаш лозим (бунда $n = 1$, яъни $0 \leq t \leq T$).

Микроорганизмлар физиологик ривожланиши динамикасининг хусусиятлари синов таъсирини киритиш усули ва унинг турини танлашга ўз таъсирини кўрсатади, шунингдек, тажриба ўтказаётганда жараёнга фазали хослигини назарда тўтиш заруриятини ҳам изоҳлайди. Синов таъсирининг асимметрик шаклини қўллаш ҳар бир тажрибани вақт ва температуранинг қисқа диапозонида олиб боришга имкон беради, шунингдек, юқорида баён қилинган экспериментал эгри чизикларни ўтиш функциясига айлантириш усулига асос бўлади.

Ростланувчи объектнинг частотали характеристикаси деб, объект кириш катталигининг ўзгариши, унинг турғунлашган гармоник тебраниш частотасига боғлилигига айтилади. Чизикли турғунлашган объект киришига доимий частотанинг гармоник тебранишлари таъсир қилиб турса, ўтиш жараёнининг тугашига кадар объектнинг ростлануви қиймати гармоник ўзгариб боради. Лекин чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси ва фазаси кириш катталигининг тебраниш частотаси ҳамда объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ.

Объект киришига бериладиган даврий ғалаёнланиш синусоидал қонун бўйича ўзгаради деб фараз қилайлик:

$$x = A_1 \sin \omega t,$$

бу ерда, A_1 - кириш таъсирининг тебраниш амплитудаси, ω - тебранишларнинг бурчак частотаси, 1/с.

Ўтиш жараёни тугагандан сўнг, объект чиқишида мажбурий тебранишлар ўрнатилади, яъни:

$$y = A_2 \sin(\omega t + \varphi);$$

бу ерда, A_2 - чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси;

φ - фаза бўйича кечикиш бурчаги.

A_2 / A_1 нисбат билан φ фаза бўйича кечикиш бурчаги ω тебраниш бурчак частотаси ўзгариши билан ўзгариб боради. Кириш катталигининг тебраниш частотаси қанча кўп бўлса ростланувчи катталикнинг тебраниш амплитудаси шунча кичик бўлади. Амплитудалар нисбати ва фаза бўйича кечикиш қийматлари объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бошқача қилиб айтганда, бу параметрлар объект динамикасини ифодалайди.

Ҳар бир объект учун кесиш частотаси мавжуд бўлиб, бу частотадан юқорида объект «фильтр»га айланиб, юқори частотали тебранишларни ўтказмайди. Шунинг учун, частотали характеристика ростланувчи объект тебраниш хусусиятига эга бўлгандаги частота диапазонида экспериментал аниқланади. Частотали характеристикаларни экспериментал аниқлаш усули юқорида келтирилган ҳолларга ўхшаш бўлиб, унга фақат қўшимча равишда тебранишлар генератори уланади. Бу генератор киришнинг синов таъсирларига синусоидал характер беради. Бу усул орқали ростланувчи объектларнинг динамик хусусиятлари ишончлироқ аниқланади.

11.6- §. ЧИЗИҚЛИ АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИ

Агар автоматик ростлаш тизими (11.5) чизикли дифференциал тенглама орқали тавсифланса, тизим чизикли дейилади. Бу тенглама тизимнинг

турғунлашмаган режимдаги вақт мобайнида ўзгаришини тавсифлайди. Тизим ҳаракатининг турғунлашган жараёни учун (11.5) тенгламадаги ҳосилаларнинг нолга айланиши характерлидир, чунки чиқиш параметри «у» ўзгармайди. Бу ҳолда (11.5) дифференциал тенглама алгебраик тенгламага айланади:

$$y = \frac{b_0}{a_0} x$$

Стационар режимдаги тизимнинг чиқиш ва кириш координаталарини боғловчи бу тенглама чизиқли тизимнинг статик характеристикасидир.

Чизиқли тизимда оқиб ўтаётган ростлаш жараёнининг қандай ўтаётганлигини аниқлаш учун киришнинг ғалаёнланиш таъсири ва бошланғич шартлари маълум бўлган (11.5) дифференциал тенгламани ечиш керак. Доимий коэффициентли чизиқли дифференциал тенгламанинг ечими $y_{эрк}(t)$ эркин ва $y_{маж}(t)$ мажбурий ечимни ташкил этувчилар йиғиндисидан иборат:

$$y(t) = y_{эрк}(t) + y_{маж}(t).$$

Чизиқли дифференциал тенгламани ечиш учун бир жинсли тенгламанинг умумий ва хусусий ечимини топиш, бир жинсли бўлмаган тенгламанинг умумий ечимини аниқлаш, ва ниҳоят, бир жинсли бўлмаган дифференциал тенгламанинг ечимига эга бўлиш керак. Чизиқли тизим суперпозиция принципига бўйсунганлиги сабабли тенгламалардаги бир неча ғалаёнланишларнинг бир йўла таъсирлари натижасини тизим ҳаракатини текширишнинг кераги йўқ, бунда ғалаёнланишлардан бирининг таъсири етарлидир. Одатда бизни ростланувчи катталиқнинг вақт бўйича ўзгариши қизиқтиради, шунинг учун, тизимнинг кириш ва чиқиш координаталари иштирок этган битта дифференциал тенглама (11.5) нинг ўзи кифоя.

Амалда типавий ташқи таъсирлар, яъни бир маротабалик оний сакраш, оний импульс ёки синусоидал кириш таъсири тарқалган. Одатда оний сакраш ёки импульслар алоҳида олинади. Бу усулда олинган ечимни, керак бўлганда, сакраш ёки импульснинг амалдаги қийматига кўпайтириш мумкин.

Алоҳида сакрашнинг қийматини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$x_{кир}(t) = y(t)$$

ёки

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= 0, \text{ агар } t = -0 \text{ ва } t < 0 \\ y(t) &= 1, \text{ агар } t = +0 \text{ ва } t > 0 \end{aligned} \right\}$$

$t = 0$ пайтга t нинг мусбат ва манфий томонларидан яқинлашиш мумкин бўлганлиги учун, $t = 0$ пайтни $t = +0$ ва $t = -0$ пайтларга бўлиш мумкин.

Алоҳида импульс ҳолати учун қуйидаги ифода ўринлидир:

$$x_{\text{куп}}(t) = y(t), \quad 11.6$$

бу ерда,

$$y'(t) = \lim x_{\text{куп}}(t_0 h);$$

h – импульснинг давомийлиги.

Импульснинг амплитудаси импульснинг h га тескари катталиқдир. Агар $t < 0$ ва $t > h$ бўлса, $x_{\text{куп}}(t, h)$ функция нолга тенг, агар $t \geq 0$ ва $t \leq h$ бўлса, $x_{\text{куп}}(t, h)$ функция $1/h$ га тенг бўлади:

$$\left. \begin{aligned} x_{\text{куп}}(t, h) &= 0, \text{ агар } h < t < 0 \\ x_{\text{куп}}(t, h) &= \frac{1}{h}, \text{ агар } h \leq t \leq 0 \end{aligned} \right\}$$

$x_{\text{куп}}(t, h)$ функциянинг моҳияти шундаки, унинг юзаси h нинг исталган қиймати (хатто $h \rightarrow 0$) да бирга тенгдир. Шундай қилиб (11.6) ифодага ўгсак, $x_{\text{куп}}$ нинг давомийлиги нолга тенг бўлган ҳолда унинг чексиз катта қийматига эга бўламиз, импульснинг катталиги (ёки юзаси) эса бирга тенг.

$y(t)$ алоҳида сакраш $y'(t)$ алоҳида импульснинг интегралли эканлигини кўрамиз:

$$\int_0^{\infty} y'(t) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^{\infty} x_{\text{куп}}(t, h) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^h \frac{1}{h} dt = 1.$$

(11.5) дифференциал тенглама учун $t=0$ бўлганда, бошланғич шартлар қуйидагича бўлади:

$$\frac{d^n y}{dt^n} = \left(\frac{d^n y}{dt^n} \right)_{t=0};$$

$$\frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}} = \left(\frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}} \right)_{t=0}; \dots, y = (y)t = 0$$

Бу шартлар тизимнинг $t=0$ пайтидаги ҳолатини аниқлайди. Кўрилатган тизимдаги жараённинг тадқиқи айна шу пайдан бошланади.

Оний таъсирлар (сакраш ёки импульс) кўрсатиладиган тизимларда $t=0$ пайтни $t=-0$ (сакрашнинг бошланиши) ва $t=+0$ (сакрашнинг тугаши) пайтларга бўлиш физик аҳамиятга эга.

Бу икки пайт тизимнинг икки турига, бир-бирига жуда яқин, аммо координаталар тезлик ва бошқа ўзгарувчи қийматлари билан фарқ қиладиган ҳолатларига мос келади.

11.7- §. ОПЕРАЦИОН ҲИСОБЛАРНИНГ ЧИЗИҚЛИ АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИ ТАҲЛИЛИДА ИШЛАТИЛИШИ

Автоматик ростлаш тизимининг таҳлили фақат ҳаракатдаги тизимларга тааллуқли. АРТларнинг синтези вазифалари янги ростлаш тизимларини лойиҳалаш даврида кўтарилади.

АРТнинг таҳлили таркибий элементлар бўйича дифференциал тенглама тузиш, уни ечиш ва ўтиш жараёнининг графикларини аниқлашдан иборат. Графиклар амалдаги тизимнинг сифатини аниқлайди.

АРТнинг синтези ростлаш сифатининг энг юқори кўрсаткичларини таъминловчи тизим структурасини аниқлаш ва тегишли тенгламаларни тузишдан иборат.

АРТнинг таҳлили ва синтезида кўпинча узатиш функцияларидан фойдаланилади, чунки улар дифференциал ва интеграл тенгламаларга кўра анча қулай. Шунинг учун, ростлаш тизимларининг таҳлили ва синтези усуллари, кўпинча, Лапас алмаштириши математик аппаратига асосланган.

Лапас алмаштириши ҳақиқий ўзгарувчи функцияни (шу жумладан вақт функцияси) комплекс ўзгарувчи функцияга ўзгартиради. Лапас

алмаштириши дифференциал ва интеграл тенгламалар ўрнига алгебраик тенгламалардан фойдаланишга имкон беради - дифференциаллаш ва интеграллаш операциялари кўпайтириш ва бўлиш операциялари билан алмаштирилади. Бундан ташқари, дифференциал тенгламаларнинг оператор шаклида ёзилиши вақт соҳасидан частота - соҳасига ўтишни енгиллаштиради. АРТни ҳисоблашда частотали усул кенг ишлатилади.

Маълум ($f(t)$) вақт функцияси учун Лаплас алмаштириши қуйидагича ёзилади:

$$F(p) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt,$$

бу ерда, p - комплекс ўзгарувчи;

L -Лаплас тўғри алмаштириши операциясининг симболи. Алмашинаётган $f(t)$ функция оригинал дейилади ва у чекланади:

$$f(t) = 0, \text{ бу ерда, } t < 0$$

Лаплас алмаштириши натижасида олинган функция *тасвир* дейилади. Шундай қилиб, $f(t)$ оригинал $F(p)$ тасвирга мос бўлади.

Маълум тасвир бўйича оригинални топиш операцияси *Лаплас тескари алмаштириши* дейилади.

$$f(t) = L^{-1}[F(p)] ,$$

бу ерда, L^{-1} -Лаплас тескари алмаштириши операциясининг симболи.

Дифференциал ёки интеграл тенгламаларини операцион ҳисоб ёрдамида ечишдан мақсад алгоритми моддий ўзгарувчилик функцияни комплекс ўзгарувчилик функцияга алмаштириш, комплекс ўзгарувчилик соҳада ечимларни излаш, ва ниҳоят, тескари, яъни топилган ечимни комплекс ўзгарувчилик соҳадан моддий ўзгарувчилик соҳага алмаштиришдан иборат. Лаплас алмаштиришининг асосий хоссалари қуйида келтирилган.

1. Лаплас алмаштириши чизиқли операциядир, шунинг учун, оригиналлар йиғиндиси қўшилувчилар сонидан қатъий назар уларнинг тасвирлар йиғиндисига мос:

$$L[f_1(t) \pm f_2(t) \pm \dots \pm f_n(t)] = F_1(p) \pm F_2(p) \pm \dots \pm F_n(p)$$

бу ерда,

$$F_1(p) = L(f_1(t)); F_2(p) = L(f_2(t)); \dots; F_n(p) = L(f_n(t))$$

2. Чизиқлилиқ хоссасига кўра доимий катталиқка кўпайтирилган оригиналга мос тасвир шу катталиқка кўпайтирилган оригинал тасвирга тенг:

$$L[Kf(t)] = KF(p);$$

бу ерда,

$$F(p) = L[f(t)] K = \text{const.}$$

3. Оригинални дифференциаллаш операцияси тасвир ва оператор кўпайтмасига мос:

$$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = pF(p)$$

бу ифода $t = 0$ да, $f(t) = 0$ ҳолатида ўринли.

4. Оригинални интеграллаш операцияси тасвирнинг P операторга бўлиниши билан тенг:

$$L\left[\int_0^t f(t)dt\right] = \frac{F(p)}{P}$$

5. Агар ҳақиқий ўзгарувчи соҳасида кечикиш содир бўлса, оригинал аргументининг τ доимий катталиқка силжишига тасвирнинг $e^{-p\tau}$ кўпайтириш операцияси мос келади:

$$L[f(t - \tau)] = f(p)e^{-p\tau};$$

бу ерда,

$$\tau = \text{const}, f(t - \tau) = 0; t < \tau.$$

6. Оригиналнинг якуний ва бошланиши ҳақидаги теоремалар оригинал қабул қиладиган нол ва чексизликдаги қийматлари тасвирнинг чексизлик ва нолдаги қийматларидан ҳамда P оператор кўпайтмасидан аниқлашини билдиради:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} pF(p); \lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{p \rightarrow 0} pF(p),$$

7. Ўхшашлик теоремаси қуйидагича: t вақт масштабининг доимий қийматга ўзгариши тасвир ва комплекс ўзгарувчининг шу қийматга бўлинишига мос:

$$L[f(Kt)] = \frac{1}{K} F\left(\frac{p}{K}\right).$$

8. Силжиш теоремаси оригиналнинг t дан келиб чиққан кўрсаткичли функциясига кўпайтирилиши тасвир силжишига мослигини билдиради:

$$L[e^{\pm \alpha t} \cdot f(t)] = F(p \mp \alpha)$$

Йиғилиш деб, икки функция устида бажарилган интеграл операцияга айтилади. Бу икки функциянинг йиғилиши шу икки функция тасвирларининг кўпайтмасига мос келади. Агар

$$F_1(p) = L[f_1(t)] \quad \text{ва} \quad F_2(p) = L[f_2(t)]$$

бўлса, у ҳолда

$$F_1(p) \cdot F_2(p) = L\left[\int_0^t f_1(t-\tau) \cdot f_2(\tau) \cdot d\tau\right].$$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда дифференциал тенгламаларнинг оператор шаклидаги ёзилиши унинг дифференциаллаш операцияси P орқали ифодаланган символ шаклда ёзилишдир:

$$P = \frac{d}{dt},$$

$$(a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0) \cdot y(t) = (b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0) \cdot X(p).$$

Одатда бизни y чиқиш катталигининг ўзгариши x кириш сигналига боғлиқлик нисбати қизиқтиради:

$$\frac{y(t)}{x(t)} = \frac{b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0}{a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0} = W(p) \quad (11.1)$$

11.1-жадвал

$j(t)$ нинг оригинали	$F(p)$ нинг тасвири	$j(t)$ нинг оригинали	$F(p)$ нинг тасвири
$1(t)$	$\frac{1}{p}$	$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$

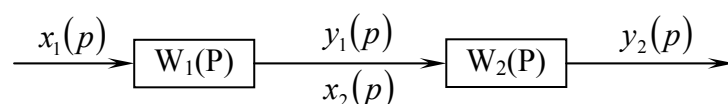
t	$\frac{1}{p^2}$	$\frac{1}{(n-1)!}t^{n-1}$	$\frac{1}{p^n}$
t^n	$\frac{n!}{p^{n+1}}$	$\frac{1}{\omega} \sin \omega t$	$\frac{1}{p^2 - \omega^2}$
e^{-at}	$\frac{1}{p+a}$	$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 - \omega^2}$
t_e^{-at}	$\frac{1}{(p+a)^2}$	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(p+a)^2 + \omega^2}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$	$e^{-at \cos \omega t}$	$\frac{p+a}{(p+a)^2 + \omega^2}$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда чиқиш катталигининг тасвири кириш катталиги тасвирининг нисбатидан иборат бўлган (11.7) ифода тизимнинг узатиш функцияси дейилади. Узатиш функцияси тизимнинг параметрларига боғлиқ бўлиб, кириш катталигига боғлиқ эмас. У тизимнинг динамик хусусиятларини аниқлайди. Амалда ишни осонлаштириш мақсадида ҳар сафар Лаплас алмаштириши операциясини бажармай, кўп учрайдиган функцияларнинг тасвир оригиналлари ҳисобланган жадвалдан фойдаланиш қулай.

Келтирилган жадвалдан тескари тартибда, яъни маълум $F(p)$ тасвири бўйича тегишли $f(p)$ оригинални топиш учун фойдаланиш ҳам мумкин.

11.8- §. АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ

Блок-алгебра қоидалари кўп таркибий бўғинлардан ташкил топган АРТнинг таҳлили ва синтезини анча соддалаштиради. АРТнинг динамик хусусиятлари таркибий элементлар характеристикалари ва уларнинг бири-бирига уланиш тартибига кўра аниқланади. Шунинг учун, бир хил бўғинларнинг турлича қўшилиши турли динамик хоссали тизимларни ташкил қилади.



11.8-расм Бўғинларнинг кетма- кет уланиши.

Бўғинларнинг кетма-кет уланиши. 11.8-расмда $W_1(p)$ ва $W_2(p)$ узатиш функцияларига эга бўлган кетма-кет уланган иккита бўғиндан ҳосил бўлган тизимнинг схемаси келтирилган.

Занжирли узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$W(p) = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{x_2(p)}{x_2(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{y_1(p)}{x_2(p)} = W_1(p) \cdot W_2(p).$$

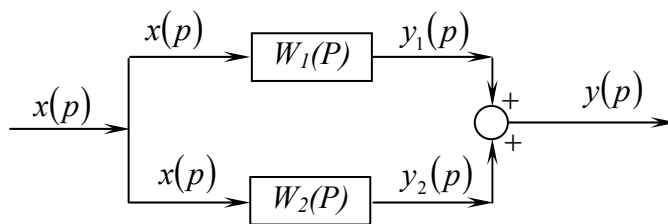
n та элементлардан ҳосил бўлган занжирнинг узатиш функцияси

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \dots W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p).$$

Бошқача қилиб айтганда кетма-кет уланган занжирининг узатиш функцияси таркибий бўғинлар функцияларининг кўпайтмасига тенг. Бундай тизимнинг кучайиш коэффиценти таркибий элементлар кучайиш коэффицентларининг кўпайтмасига тенг.

$$K = K_1 \cdot K_2 \dots K_n = \prod_{i=1}^n K_i.$$

Кетма-кет уланган элементар очик бўғинлар занжирининг АФХ си шу бўғинларнинг АФХ лари кўпайтмасига тенг:



11.9 –расм. Бўғинларнинг параллел уланиши.

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \dots W_n(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega).$$

Бўғинларнинг параллел уланиши. Бўғинларнинг параллел уланишида (11.9- расм) битта кириш сигнали бир неча бўғинларнинг киришига берилади, чиқиш сигналлари эса жамланади. $W_1(p)$ ва $W_2(p)$ узатиш функцияли иккита параллел уланган бўғинларнинг узатиш функциясини аниқлаймиз:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p) + y_2(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p)}{x(p)} + \frac{y_2(p)}{x(p)} = W_1(p) + W_2(p).$$

n та параллел уланган бўғинлар тизимининг узатиш функцияси ҳар бир бўғин узатиш функциясининг йиғиндисиغا тенг:

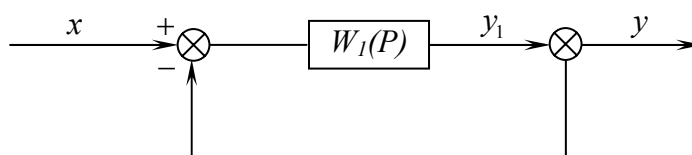
$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots W_n(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

Элементнинг тескари алоқа билан қамралиши. Баъзан бўғиннинг киришига кириш таъсиридан ташқари чиқиш сигналининг бир қисми берилади. $W_1(p)$ узатиш функциясига эга бўлганган элемент манфий тескари алоқа билан қамралишини кўриб чиқамиз (11.10-расм):

$$x_1(p) = x(p) - x_2(p); \quad y(p) = x_2(p) = y_1(p); \\ y_1(p) = W_1(p) \cdot x_1(p).$$

Бир оз ўзгартиришлардан сўнг:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)}$$



11.10-расм. Манфий тескари алоқалар элементи.

Охириги ифодани умумлаштирсак қуйидагича хулоса қилиш мумкин: агар бир ёки бир неча бўғин бирламчи манфий тескари алоқа билан қамралса, тизимнинг узатиш функцияси қуйидагича бўлади:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Агар тескари алоқа занжирида ўзининг $W_{m\bar{o}}(p)$ узатиш функциясига эга бўлган бўғин мавжуд бўлса тизимнинг эквивалент узатиш функцияси қуйидаги келади:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p) \cdot W_{T.B}(p)}$$

Бир ёки бир неча бўғинлар бирламчи мусбат тескари алоқа билан қамралса, тизимнинг умумий узатиш функцияси

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 - \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Бўғинларнинг аралаш уланиши. Автоматик ростлашда, тескари-яъни алоқа билан қамралган, кетма-кет ва параллел уланган, яъни оралиқлари уланган бўғинлар кенг ишлатилади. Бундай ҳолларда блок-алгебра коидалари ёрдамида эркин структурали бўғин ва тизимлар таҳлил учун қулайроқ шаклга келтирилади.

11-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Аналитик усул
2. Бўғин
3. Динамик характеристика
4. Лаплас алмаштириш
5. Математик тавсиф
6. Модель
7. Моделловчи алгоритм
8. Оригинал
9. Статик характеристика
10. Тарқалиш эгри чизиғи
11. Тасвир
12. Тўғри чизиққа келтириш

13. Частотали характеристика
14. Чизиқли элемент
15. Чизиқли бўлмаган характеристика
16. Ўтиш характеристикаси
17. Қора қути

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Автоматик ростлаш тизимлари деганда нимани тушунасиш?
2. Математик модел нима?
3. Математик тавсиф нима ва у қандай тузилади?
4. Моделлаш вазифасини аниқлаш неча босқичдан иборат?
5. Математик моделнинг аналогияси неча даврда кечади?
6. Статик ва динамик моделлар нима, улар ўртасида фарқ нималардан иборат?
7. Тизим ва бўғинларнинг статик характеристикаси деганда нимани тушунасиш.
8. Чизиқли бўлмаган математик моделларни чизиқли моделга тақрибий алмаштириш нима деб аталади?
9. Тарқалиш эгри чизиғи нима?
10. Объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси деганда нимани тушунасиш?
11. АРТ да тизим қачон чизиқли бўлади?
12. Лаплас алмаштиришига таъриф беринг.

ХII бoб. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАР

12.1§. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг технологик жараёнлари ўзларининг мураккаблиги ва хилма-хиллиги билан ажралиб туради. Бунга сабаб, ишлатиладиган хом ашё турларининг кўплиги, зарур энергия манбаларининг

турлари ва хом ашёни қайта ишлаш жараёни босқичларининг сони жараён даврлари характеристикаларининг вақтдаги ўзгаришларидир.

Кимёвий технологик жараёнлар билан боғлиқ бўлган корхона бошқариш структурасининг дастлабки поғонаси кимёвий ва озиқ-овқат саноати технологиясининг муайян аппарат шаклидаги типавий жараёнлари ва уларни локал бошқариш тизимидан иборат. Жараёнларни бошқариш сифатида уларнинг бирор типавий жараёнга оидлиги физик-кимёвий хусусиятларининг ўхшашлигидан аниқланади. Муайян аппарат шаклидаги ҳар бир типавий жараёнлар улар орасидаги ўзаро боғланишлар йиғиндиси ўз кириш ва чиқишига эга бўлган тизимлар каби қурилди. Жараённинг кириш ўзгарувчилари ғалаёнловчи ва бошқарувчи (назорат қилинадиган ва қилинмайдиган) таъсирларга ажратилади.

Ҳар бир технологик жараён ўзининг керакли йўналишда ўтишига тескари таъсир қилишга интилган, яъни ички ва ташқи кучлар таъсирига учрайди. Тизимнинг ишлаш пайтида жараённинг чиқиш ўзгарувчилари берилган шартларга мувофиқ бўлиши учун тизимга бошқарувчи (одатда, хом ашё таркиби ёки бошқа хусусиятларни ўзгартириш каби) таъсирлар кўрсатилади. Типавий жараёнлар узлуксиз ёки дискрет (узлукли) бўлиши мумкин. Хом ашё, энергия, катализаторлар берилиб, бошқарувчи таъсир кўрсатилиши мобайнида технологик жараёнда узлуксиз маҳсулот ишлаб чиқарилса, бу жараён узлуксиз дейилади. Нисбатан қисқа вақт, яъни минут, соат, кунлар оралиғида муайян қийматда (кўпинча донали) маҳсулот ишлаб чиқариладиган жараён дискрет (узлукли) дейилади. Бунда хом ашё ва ярим фабрикатлар регламентда кўрсатилган қийматда аввалдан белгиланган кетма-кетликда киритилади.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган тизимлари иккала жараён учун ҳам қўлланилади, лекин сўнгги вақтларда узлуксиз технологик жараёнларни бошқариш борасида катта ютуқларга эришилмоқда.

Типавий жараёнларнинг бошқа таснифи учун қайта ишлаб чиқариладиган хом ашё агрегат ҳолатининг белгиси ва унинг фазали ўзгаришлари асос бўлиши мумкин. Бунга суюқ, газсимон, бўтқасимон, қаттиқ, сочилувчи, толали

материаллар оқимини бошқарувчи тизимларни мисол қилиш мумкин. Технологик жараёндаги (механик, гидромеханик, иссиқлик ва масса алмашувчи, диффузион, кимёвий, микробиологик ва комбинациялашган) боғланишларга асосланган тасниф мукамал таснифлардан биридир. Типавий жараёнлар, кўпинча, детерминациялашган тизимлардан иборат бўлиб, кириш ва чиқиш ўзгарувчилари аввалдан маълум ва ўзгарувчилар ўртасида муайян бир маъноли боғланиш мавжуд.

Технологик жараёнларни типларга ажратиш уларнинг математик тавсифини ва аппаратурали шаклланишининг умумийлигини аниқлашдан иборат.

Кимёвий ва озиқ-овқат саноатининг типавий жараёнлари қуйидагилардан иборат:

1) механик жараёнлар – силжитиш, ташиш, тарозида тортиш, грануллаш, дозалаш, майдалаш, аралаштириш, ковлаш, бойитиш;

2) гидродинамик жараёнлар – суюқликларни узатиш ва суюқ ҳолдаги бир жинсли бўлмаган аралашмаларни ажратиш (суюқ, бўтқасимон ва сочилувчи), материалларни аралаштириш;

3) модданинг агрегат ҳолати ўзгармаган ҳолда иссиқлик, масса алмашинуви ва термодинамик жараёнлар – сиқилиш, кенгайиш, қизиш, совиш, гиперфилтрация, конденсациялаш, вентиляция;

4) модданинг агрегат ҳолати ўзгарадиган иссиқлик ва масса алмашинувили (диффузион) жараёнлар – газ аралашмаларининг бўлиниши, экстракция бўғлатиш, конденсация, ректификация, дистилляция, қуритиш;

5) кимёвий жараёнлар – оксидланиш, қайтарилиш, гидрооксидларнинг ҳосил бўлиш, нейтраллаш, дегидратация ароматлаштириш, сульфидлаш, гидролиз, ҳайдаш, филтрлаш;

6) микробиологик жараёнлар – хом ашёни тайёрлаш ва сақлаш, ачитиш, стерилизация, фиксация, бўғлатиш, ҳайдаш, дозалаш.

Автоматлаштириш схемасини ишлаб чиқишда технологик жараён белгиловчи фактордир. Автоматлаштириш бўйича типавий схемани ишлаб

чиқиш ҳар бир хусусий ҳол учун автоматлаштиришнинг принципаал схемасини тузиш вазифасини анча енгиллаштиради. Технологик параметрлари оптимал бўлган, агрегатларнинг стационар шароитларида юқори сифатли ишлашини таъминлаш учун жараён ҳақида керакли маълумотларни етказиб бериб, бошқариш аниқлигини таъминлаш имконига эга бўлган бошқариладиган катталиклар ва уларни назорат қиладиган нукталарни тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга.

Технологик жараёнларни тадқиқ қилишда саноат корхоналарини бошқаришнинг ташкилий принциплари билан боғлиқ бўлган тизимлар структурасини ўрганиш мақсадга мувофиқ. Бунда тизимлар бир-бирига, бўйсунадиган тизимчаларга ажратилади. Кимё ва озиқ-овқат саноатлари учун уч босқичли бошқариш структураси хосдир. Бўйсунуш тартибининг дастлабки босқичи типавий технологик жараёнларга асосланган. Маҳсулот ишлаб чиқаришда муайян технологик вазифани амалга оширувчи жараён ва аппаратлар йиғиндиси ўрта босқични ҳосил қилади. Умуман, саноат корхонаси тартибининг юқори босқичидир. Бу тартибнинг қуйи босқичи учун бошқаришнинг вазифаси технологик жараёнларларни стабиллаштириш ва оптималлаштиришдан иборат. Структуранинг ўрта босқичидаги цехларни автоматлаштиришда энергетик ва моддий сарфнинг кичик қийматда ишлаб чиқаришни юксалтириш вазифалари бажарилади. Учинчи босқич учун бошқаришнинг вазифаси ишлаб чиқариш техника иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш масалаларини ҳал қилишдан иборат.

Шундай қилиб, бўйсунуш тартибининг биринчи босқичи автоматик ростлашнинг намунали жараён ва тизимларига асосланган. Уларнинг вазифаси технологик режимларни стабиллаштиришдир. Бўйсунуш тартибининг иккинчи боқичини агрегат, технологик комплекс ва технологик жараёнларни бошқаришдаги автоматлаштирилган тизимлари ташкил қилади. Улар аппаратлар ишини оптимал координациялаш ва юкларни уларнинг ўртасида ўзаро оптимал тақсимлаш вазифаларини бажаради. Учинчи босқични цехлар йиғиндиси ишлаб чиқариш корхонаси, хом ашё захираларини режалаштириш

ва маҳсулотни амалга оширишларини оператив бошқариш тизими, яъни саноат корхонасини автоматик бошқариш тизими ташкил қилади.

Ростлаш жараёнига ростланувчи объект ва тизимнинг бошқарувчи қисмининг хусусиятлари таъсир кўрсатади. Ростланувчи объект хусусиятларини ўрганиш автоматик ростлаш тизимини асосли лойиҳалаш имкониятини беради.

Ростланувчи объектнинг асосий хусусиятлари: ўз-ўзидан тўғриланиш; сиғим, юк, тарқалиш вақти, тезлиги ва кечикиш.

12.2- §. ЎЗ-ЎЗИДАН ТЎҒРИЛАНИШ ХУСУСИЯТИ. СТАТИК, АСТАТИК ВА НОТУРҒУН ОБЪЕКТЛАР

Объектнинг ғалаёнланиш пайдо бўлганидан сўнг одам ёки автомат ростлагич ёрдамисиз яна мувозанат ҳолатига қайтиш хусусияти ўз-ўзидан *тўғриланиш* дейилади. ўз-ўзидан тўғриланишнинг сонли қиймати ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси (коэффициенти) ва тарқалиш тезлиги орқали баҳоланади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ρ ғалаёнловчи таъсирнинг шу таъсир натижасида содир бўладиган ростланувчи катталикнинг четга чиқишига бўлган нисбатига тенг:

$$\rho = \frac{d(g_1 - g_2)}{d\Delta\alpha} = \frac{d\Delta g}{d\Delta\alpha};$$

бу ерда, g_1 - объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий қўшилиши; g_2 - объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий айирмаси сарфи; $g\Delta$ - ростланувчи объектдаги қўрилаётган вақт мобайнида ёки энергиянинг қўшилиши ва сарфининг нисбий айирмаси; $\Delta\alpha$ – ростланувчи объектнинг нисбий четга чиқиши; ρ – ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ўлчовсиз катталик.

Чизиқли объектлар учун $\rho = const$ ўз-ўзидан тўғриланиш коэффициенти кириш сигналининг қўрилаётган ўтиш канали бўйича объектнинг кучайиш коэффициентиға тескари катталикдир. Шунинг учун, ρ қанча катта бўлса, ростланувчи объектнинг бир қийматли ғалаёнловчи таъсир кучидаги қолдиқли четга чиқиши шунча кичик бўлади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш қобилятига эга бўлмаган ($\rho = 0$) объектлар нейтрал ёки астатик дейилади. Ғалаёнловчи таъсир бўлмаса, бундай объектлар ростланувчи катталиқнинг исталган қийматида мувозанат ҳолатда бўлади. Агар мувозанат ҳолати бузилса, ростланувчи катталиқнинг ўзгариш тезлиги ғалаёнланиш катталигига тўғри мутаносиб бўлади. Ўз-ўзидан тўғриланиш ростланувчи объектнинг киришида ҳам, чиқишида ҳам мавжуд бўлиши мумкин. Ноллик қийматидан ташқари, у мусбат ёки манфий бўлиши мумкин.

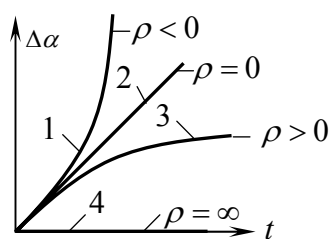
Ўз-ўзидан тўғриланиши маълум ($\rho < 0$) қийматга эга бўлган объектлар модда ёки энергиянинг берилиши ва истеъмоли ўртасидаги тенгликни тиклаш қобилятига эга. Бундай объектлар *турғун* ёки *статик* дейилади.

Агар ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси $\rho = \infty$ бўлса, объект *идеал* ўз-ўзидан тўғриланишига эга бўлади. Бу демак, объект ўзининг мувозанат ҳолати ва ростланувчи катталигининг ўзгармас қийматини ҳар қандай ғалаёнловчи таъсирлар қийматида ҳам сақлаб қолади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш ($\rho < 0$) бўлмаган объектларнинг стационар режими мувозанат ҳолати бўзилганда қайта тикланмайди. Бундай объектлар нотурғун дейилади.

Ички энергия манбаига эга бўлмаган содда объектлар, одатда, турғун бўлади. Бундай манбалари бўлган физик тизимлар (масалан, тизимда ўтаётган жараён экзотермик реакция билан биргаликда кетиши мумкин) нотурғун бўлиши мумкин. Бу каби объектларни ростлаш қийинлашади, айрим ҳолларда эса улар автоматлаштириш имкони умуман бўлмайди.

12.1-расмда статик, астатик, нотурғун объектлар ва идеал ўз-ўзидан объектларнинг тарқалиш эгри чизиқлари келтирилган. Шунинг ҳам айтиш керакки, ўз-ўзидан тўғриланишли объектлар учун автомат ростлагичнинг ҳожати йўқ. Лекин, идеал ўз-ўзидан тўғриланиш аниш қобилятига эга бўлган асосий катталиқни объектда технологик жараёни ростлаш учун ростланувчи катталиқ сифатида ростлаш талабларига тўғри келадиган ёрдамчи катталиқни танлаш керак. Масалан бир компонентли суюқликнинг доимий босимда қайнаш жараёнини ростлаш керак.



12.1-расм. Ростлаш объектларининг югуриш эгри чизиклари.

1-нотурғун объект; 2 - нейтрал объект; 3 - турғрун объект; 4 - идеал, ўз- ўзидан тўғриланадиган объект $\Delta\alpha$ - ростланувчи катталиқнинг нисбий четга чиқиши.

Аппаратнинг моддани қайнатиш учун етарли бўлган иссиқлиги ҳар қандай қийматда бўлса ҳам, суюқликнинг қайнаш температураси доимий бўлгани учун асосий катталиқ ҳисобланган қайнаш температурасининг ростлагичидан фойдаланмасликка тўғри келади. Бир компонентли суюқликнинг қайнаш интенсивлигини бошқариш учун ёрдамчи ростланувчи катталиқ сифатида (агар аппаратнинг гидравлик қаршилигидан ўтадиган буғ тезлигининг ўзгариши натижасида босим деярли ўзгарса) буғланувчи суюқликнинг буғ босими (агар суюқлик буғланиш тезлигининг доимий керак бўлса), иссиқлик ташувчининг аппаратга узатиш температураси тезлиги ёки (ўзгарувчи юкли буғлалатгичнинг ишини таъминлаш керак бўлса) иссиқлик ташувчининг узатиш тезлиги ва қайта ишланаётган суюқлик ўртасидаги муносабатлари танланади.

Турли объектлар учун ўз-ўзидан тўғриланиш жараёнининг ўтиш вақти турлича бўлади. Бу вақт ростланувчи катталиқнинг ўзгариш тезлигининг ғалаёнловчи таъсири қийматига бўлган нисбатидан иборат тарқалиш тезлиги орқали таърифланади. Тарқалиш тезлигини баъзан ростланувчи объектнинг сезгирлиги дейилади. Бу кўрсаткичларнинг физик маъноси шундаки, у тарқалиш вақтига тескари қийматли катталиқдир. *Тарқалиш вақти* деб, чиқиш катталигининг модда ёки энергиянинг кириши ва чиқиши ўртасидаги максимал нобаланслик ҳолатидаги нолдан ўзининг номинал қийматига етгунча ўзгариш вақтига айтилади. Назарий жиҳатдан чексизликка тенг тарқалиш тезлиги кириш параметрининг ўзгариш вақтидаги чиқиш параметрининг ўзгариши бир онда содир бўлишини билдиради.

12.3- §. БИР ВА КЎП СИҒИМЛИ ОБЪЕКТЛАР

Берилган вақтда объект ичидаги модда ёки энергиянинг қиймати сиғим дейилади. Демак, сиғим объектнинг ёки энергиянинг йиғиш қобилияти ва унинг инерционлигини ифодалайди. Сиғимлари қанча катта бўлса, объектга кўрсатилган таъсир натижасида ростланувчи катталиқнинг ўзгариши шунча паст бўлади. Сиғимлари катта бўлган объектлар сиғимлари кичик бўлган объектларга нисбатан турғунроқдир.

Ростланувчи катталиқнинг қиймати ўзгариши билан объект сиғими ўзгаради. Объект сиғимининг ростланувчи катталиқка кўрсатган таъсирини баҳолаш учун *сиғим коэффициент*и тушунчаси ишлатилади. Сиғим коэффициенти ростланувчи катталиқни бир ўлчов бирлигига ўзгартириш учун объектга қанча модда ёки энергия киритиш ёки ундан узоқлаштириш кераклигини кўрсатади. Умуман, ростлаш жараёни модда ёки энергияни объект яқинлашиши ва ундан узоқлашишига таъсир кўрсатиш йўли билан ростланувчи катталиқни маълум бир қийматда ушлаб туришдан иборат. Ростланувчи объектга келган модда ёки энергия қиймати ΔQ ни объект ташқи режимининг сонли параметри деб атаймиз. Унинг қиймати модда ёки энергиянинг яқинлашиш Q_y ва узоқлашиш қийматлари айирмасига тенг:

$$\Delta Q = Q_y - Q_y.$$

Ростланувчи объектнинг ички режими сифатини таърифловчи параметр одатда ростланувчи катталиқ φ дан иборат. Объектнинг мувозанат ҳолатида $Q_y = Q_y$. бўлиб, φ сифат параметри вақт мобайнида ўзгармас қолади. Агар мувозанат бузилса ($Q_y \neq Q_y$). параметр ростланувчи объект хусусиятларига мувофиқ, вақт бўйича ўзгаради.

Объектнинг сиғими объектнинг мувозанатда бўлмаган ҳолатидаги ($Q_y \neq Q_y$). ростланувчи катталиқининг вақт бўйича ўзгариш тезлигини таърифлайди. Бу боғланишни умумий кўриниши қуйидаги функция орқали ифдаланади.

$$\frac{d\varphi}{dt} = f(\Delta Q)$$

Қисқа вақт оралиқлари учун амалда бу функцияни чизикли деб ҳисолаш мумкин:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\Delta Q}{c},$$

бу ерда, c - сизим коэффициенти.

Сизим коэффициентига тескари катталиқ объектнинг ғалаёнланувчи таъсирларига бўлган сезгирлигини ифодалайди. Объектнинг ростланувчи параметри бўйича сизими ростланувчи катталиқ қиймати ва сизими коэффициентларининг кўпайтмасига тенг:

$$C = \varphi c$$

Шундай қилиб, *сизим ўлчови* модда ёки энергиянинг объектга кириш ва объект чиқишининг ўзгаришига сарфланган қийматидан иборат.

Объектга бирор қийматда модда ёки энергия киришда объектга маълум қаршиликлардан ўтиш керак (қизитишда объектга берилган иссиқлик оқими термик қаршиликка учрайди; аппаратга суюқлик берилганда оқим гидравлик қаршиликка учрайди). Қаршилик ўлчови потенциаллар фарқининг бир ўлчов бирлигига тенг бўлгандаги модда ёки энергиянинг объектга берилган қийматидан иборат. Объектнинг инерционлиги унинг сизими ва қаршилигига боғлиқ. Сизим ва қаршилик қанча катта бўлса, объектнинг инерционлиги шунча катта бўлади.

Инерционлик ўлчови чиқиш катталигининг доимий тезлик билан ўзгариб, ўзининг турғунлашган ҳолатига етгунча кетган вақтини кўрсатувчи вақт доимийсидир.

Бир ва кўп сизимли ростланувчи объектлар мавжуд. Бир сизимли объект битта сизим ва битта қаршиликдан иборат. Бундай объектларда модда ёки энергия балансининг бузилиши бир вақтда ростланувчи объектнинг ҳар бир нуктасидаги ростланувчи катталиқнинг бирламчи ўзгаришига олиб келади. Кўп

сиғимли объектларда ўтиш қаршиликлари билан бўлинган икки ёки ундан кўпроқ сиғим мавжуд.

Бир сиғимли объектлар - сатҳни ростловчи аппаратлар яъни босим ёки сарфни сақлаб турадиган қувур. Саноатда кўп сиғимли объектлар бир сиғимли объектлардан анча кўп ишлатилади. Кўп сиғимли объектларнинг мувозанат ҳолатида ростланувчи катталиқнинг қиймати турли нуқталарда турлича бўлади, мувозанат ҳолати бузилганда эса уларда қонунлар бўйича турли вақтларда ўзгаради. Оқиб кириш (узатиш) томонидаги сиғим ва сарф (истеъмол) томонидаги сиғимлар мавжуд. Яқинлашиш томонидаги сиғим ростланувчи катталиқка ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи орқали таъсир кўрсатувчи модда ёки энергиянинг характеристикалари бўйича аниқланади. Сарф томонидаги сиғим ростланувчи муҳит характеристикалари орқали аниқланади. Баъзан сиғимсиз объект тушунчаси учрайди. Бунда жуда кичик сиғимли объектлар назарда тутилади (улар унча катта бўлмаган қу-вурлардир).

12.4-§. ЮКЛАМА

Юклама - объектга кўрсатиладиган ташқи таъсир. Бу таъсирнинг қиймати аппарат иш режими орқали аниқланади ва технологик эҳтиёжлар учун объектдан олинадиган модда ёки энергия қийматини ифодалайди. Ростланувчи объектдан модда ёки энергия ўтишида аппарат юкламасининг (ишлаб чиқариши) ўзгариши ростланувчи катталиқнинг ўзгаришига олиб келади.

Ростланувчи объект юкламасининг ўзгариши ғалаёнланиш манбаларидан биридир. Модда ёки энергия сарфини уларнинг объектга келишидан аввал стабиллаштириш мумкин бўлса, берилаётган хом ашё таркибини стабиллаш бирмунча ийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун, объектга келадиган модда қийматининг тебраниши ғалаёнланишининг яна бир манбаларидан биридир. Ностационар объектларда ғалаёнланишлар объект характеристикаларининг ўзгариши сабабли ҳам келиб чиқиши мумкин.

Юклама - модда ёки энергиянинг объектдан оқиб чиқишига кўрсатиладиган объект қаршилигини ифодалайди. Объект юкламасининг ўзгариши ростланувчи катталик ўзгаришинининг тезлигини оширади. Юкламанинг ўзгариш частотаси ҳақида ҳам худди шуни айтиш мумкин. Юклама тебранишларининг амплитудаси ҳам, частотаси ҳам ростлаш сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Ростланувчи объектнинг юкламасини ўзгартириш, яъни объектнинг бир иш режимидан иккинчисига ўтиш эҳтиёжи пайдо бўлса, бу амални секинлик билан бажариш керак, бунда ростлаш тизими объектни янги иш режимига равон, кескин тебранишларсиз ўтказди. Юкламанинг катта ўзгаришларида автомат ростлагичларни қайтадан ростлаш эҳтиёжи пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳол юкламанинг ўзгариши ростланувчи объектнинг статик ва динамик характеристикаларининг ўзгаришига олиб келиши мумкин. Масалан, юклама камайиши билан соф кечикиш кўпаяди, ўз-ўзидан тўғриланиш, сиғим коэффицентлари ва бошқарилувчи объектнинг ҳар хил юкламаларига автомат ростлагичларнинг турлича оптимал ростланишлари тўғри келади.

12.5-§. ОБЪЕКТЛАРДА КЕЧИКИШ

Агар ростланувчи объектга ғалаёнланувчи ёки бошқарилувчи таъсир кўрсатилса, объект чиқишидаги ростланувчи катталик шу заҳоти эмас балки бирмунча вақт ўтгандан сўнг ўзгаради яъни объектда жараённинг кечикиши ҳосил бўлади. Модда (энергия) нинг яқинлашиш ёки сарф ўзгариши бўйича оний (поғонали)ғалаёнланиши объект учун энг ёмон ҳолдир. Шунинг учун, ростлаш тизимлари поғонали ғалаёнланиш учун мос ҳисобланади.

Объектдаги кечикиш қаршиликлар мавжудлиги ва тизимнинг инерционалиги билан изоҳланади. Соф (транспорт) ва оралик (сиғимли) кечикишлар мавжуд.

Ғалаёнловчи ёки бошқарувчи таъсир кўрсатилган пайтдан бошлаб ростланувчи катталик объект чиқишида ўзгара бошлаган пайтгача ўтган вақт *соф кечикиш* дейилади. Бу вақт таъсир кўрсатилган нукта билан ростланувчи

катталиқнинг модда ёки энергия оқимининг ҳаракат тезлиги ва ғалаёнловчи ҳозирги қиймати ўлчанадиган нуқта орасидаги масофада аниқланади. Соф кечикиш ташқи таъсирнинг шакл ва қийматига таъсир қилмай, фақат объект чиқишидаги реакцияни вақт мобайнида силжитади. Агар кириш таъсири синусоидал характерга эга бўлса, объект соф кечикиши мавжудлиги чиқиш сигналининг фаза бўйича кечикишига олиб келади:

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau_m}{T} = \omega^\tau m.$$

Агар объектдаги модда ёки энергия ҳаракатининг тезлигини чексиз катталиқкача етказиш мумкин бўлса, соф кечикишни нолга тенглаштириш мумкин бўлар эди. Соф кечикишни минимумга етказиш учун датчик сезгир элементини ва ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини бир-бирига ҳамда ростловчи объектга мумкин қадар яқин жойлаштириш лозим.

Оралиқ кечикиш ростланувчи объектда гидравлик ва иссиқлик қаршиликлари билан ажратилган бир ёки бир неча ўзаро боғланган сиғимларнинг мавжудлиги билан изоҳланади. Бу қаршилиқлар объектда модда ёки энергия ҳаракатига тўсқинлик қилиб, тарқалиш эгри чизиғининг трансформациясига сабаб бўлади. Оралиқ кечикишни объектнинг тарқалиш эгри чизиғида график равишда ростланувчи катталиқнинг ўзгариши бошланган пайдан тарқалиш эгри чизирига ўтказилган уринманинг абсцисса ўқи билан кесишган нуқтасигача ўтган вақт даври билан аниқлаш мумкин. Оралиқ кечикиш ўтиш жараёнининг, айниқса, дастлабки даврида объект тарқалиш эгри чизиғининг трансформациясига олиб келади. Оралиқ кечикишнинг қиймати қанча катта бўлса, ғалаёнловчи таъсир натижасида ростланувчи катталиқнинг ўзгариши шунча паст бўлади. Шундай қилиб, кичик ўзгаришли ўтиш жараёнларида оралиқ кечикиш автоматик ростлаш вазифаларини енгиллаштиради.

Оралиқ кечикиш объектдаги сиғимлар сони ва оралиқ қаршилиқлар қиймати билан аниқланади. Оралиқ қаршилиқларнинг вақт бўйича ўзгариши оралиқ кечикиш қийматининг ортишига олиб келади. Ростланувчи объектнинг

тўлиқ кечикиш вақти τ соф кечикиш вақти τ_m билан оралиқ кечикиш вақти τ_n нинг йиғиндисидан иборат:

$$\tau = \tau_m + \tau_n$$

Кечикиш ростлаш жараёнининг сифатига ёмон таъсир қилиб, тизимнинг турғунлик коэффицентини камайтиради. Тулиқ кечикиш вақти қанча кўп бўлса, объект ишини ростлаш шунча қийинлашади. Баъзан кечикишнинг ҳаддан ташқари катталиги объектда ростлашни қийинлаштиради. Шунинг учун, тўлиқ кечикиш қийматини иложи борича камайтириш мақсадга мувофиқдир.

12-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Ўз-ўзидан тўғриланиш
2. Сиғим коэффицентини
3. Тарқалиш вақти
4. Инерционлик ўлчови
5. Соф кечикиш
6. Сиғим ўлчови
7. Оралиқ кечикиш
8. Тўлиқ кечикиш вақти

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ростланувчи объект деганда нимани тушунасиш?
2. Тарқалиш вақти нима?
3. Объектнинг қандай хусусияти ўз-ўзидан тўғриланиш дейилади?
4. Бир ва кўп сиғимли объектлар деганда нимани тушунасиш?
5. Юклама нима ва у қандай аниқланади.
6. Объектларда кечикишлар қай ҳолатда бўлиши мумкин?
7. Тўлиқ кечикиш вақти деганда нимани тушунасиш?

ХIII боб. РОСТЛАШ СИФАТИ

13.1-§.ЧИЗИҚЛИ АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУРҒУНЛИГИ

Автоматик ростлашнинг ҳар қандай тизими ҳам турғун бўлиши керак. Фақат нодаврий ёки сўнувчи тебранишли жараёнларга хос бўлган чизиқли АРТ *турғун тизим* деб аталади.

Ўтиш жараёнининг турғунлигини тадқиқ қилиш дефференциал тенглама ёки ростлаш тизими частота характеристикасининг таҳлилига асосланган. АРТнинг турғунлиги таркибий бўғинларнинг динамик хусусиятлари бирикмасига боғлиқ. Тузилиши жиҳатидан турғун тизимлар объектдаги динамик характеристикалар ва ростлагичлар параметрларининг муайян қийматида нотурғун тизимга айланади.

А.М.Ляпунов чизиқли тизимлар турғунлигининг қуйидаги шартларини ифодалаган: 1) агар характеристик тенгламалар илдизларининг барча ҳақиқий қисмлари манфий бўлса, тенглама турғун бўлади; 2) агар бу тенглама илдизларидан биронтаси мусбат бўлса, тизим нотурғун бўлади.

АРТнинг эркин ҳаракати бир жинсли дефференциал тенглама орқали тавсифланади:

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = 0$$

Бу чизиқли дефференциал тенгламанинг ечими:

$$y = C_1 e^{W_1 t} + C_2 e^{W_2 t} + \dots + C_n e^{W_n t};$$

Бу ерда, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ -бошланғич шартлардан аниқланадиган ихтиёрий доимимийлар; $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$ -характеристик тенглама илдизлари:

$$a_n \omega^n + a_{n-1} \omega^{n-1} + \dots + a_1 \omega + a_0 = 0$$

Шундай қилиб, дифференциал тенгламани ўзгартирсак характеристик тенглама деб аталадиган алгебраик тенглама ҳосил қиламиз.

Агар характеристик тенглама тўртинчи тартибдан юқори бўлса, у умумий ҳолда ечилмайди. Шунинг учун, тизимнинг турғунлиги ҳақида фикр юритиш учун баъзи белгиларни аввалдан билиш мақсадга мувофиқдир. Бу белгилар вазифасини турғунлик мезонлари бажаради.

13.2- §. РАУС - ГУРВИЦ АЛГЕБРАИК МЕЗОНИ

Бу мезон 1877 йилда инглиз олими Раус ва 1893 йилда немис математиги Гурвиц томонидан таърифланган:

n - тартибли чизиqli тизимнинг тургун бўлиши учун берилган тизимнинг характеристик тенгламасида коэффициентлардан ташикил топган *n* та аниқловчилар мусбат бўлиши зарур ва етарли:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + a_2 p^{n-2} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0$$

Бунда қуйидаги қоидаларга асосан, коэффициент $a_0 > 0$ бўлиши керак:

1) асосий диагонал бўйича ўсиш тартибида a_0 дан a_1 гача барча координаталар кўчириб ёзилади;

2) аниқловчининг барча устунлари диагоналдан юқорига индекслари ўсаётган коэффициентлар, диагонал элементларидан пастга эса индекслари камаювчи коэффициентлар билан тўлдирилади;

3) энг катта тартибли Гурвиц аниқловчиси тизим характеристик тенгламаси даражасига тўғри келади;

4) *n* дан катта индексли коэффициентлар нолга тенг;

5) индекслари нолдан кичик бўлган коэффициентлар нолга тенглаштирилади;

6) охириги Δ_n аниқловчи $a_n \Delta_{n-1}$ га тенг. Шунга мувофиқ Гурвиц аниқловчилари қуйидагича бўлади:

$$\Delta_1 = a_1, \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}; \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix}. \quad \text{ва ҳоказо}$$

Гурвиц аниқловчисининг умумий кўриниши эса:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 \dots 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 \dots 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \dots 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \dots 0 \\ 0 & . & . & . & . & . & . & a_n \end{vmatrix}.$$

Раус-Гурвиц мезони асосида энг содда тизимлар турғунлигининг қуйидаги шартлари келиб чиқади: 1) агар биринчи ва иккинчи тартибли тизимларда характеристик тенгламанинг барча коэффициент мусбат бўлса, бу тизимлар турғун бўлади; 2) агар учинчи тартибли тизимда характеристик тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиб, $a_1 a_2 > a_0 a_3$ бўлса, тизим турғун бўлади; 3) агар характеристик тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиб, $a_1 a_2 a_3 > a_0 a_3^2 a_4 a_1^2$ бўлса, тўртинчи тартибли тизим турғун ҳисобланади.

Раус-Гурвиц мезонидан фойдаланилганда Δ_1 дан Δ_n гача барча аниқловчиларни ҳисоблашнинг кераги йўқ. Масалан, учинчи тартибли тизимнинг турғунлигини аниқлаш керак бўлса, учта аниқловчидан бирини топишнинг ўзи кифоя. a_4 ва a_5 коэффициентлар Δ_3 аниқловчида нолга тенг:

$$\Delta_2 < \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3.$$

Агар Δ_2 аниқловчи мусбат бўлса, Δ_3 аниқловчи ҳам мусбат бўлади. $\Delta_3 = a_3 \Delta_2 > 0$ чунки $a_3 > 0$. Δ_1 аниқловчи эса маълум ($\Delta_1 = a_1$) ва мусбат (чунки $a_1 > 0$). Алгебраик мезон бешинчи тартибдан ошмайди ва у кечикишсиз чизиқли тизимлар учун анча қулай.

13.3- §. МИХАЙЛОВ ГЕОМЕТРИК МЕЗОНИ

Чизиқли автоматик ростлаш тизимининг турғунлик мезони А.В Михайлов томонидан 1938 йилда таклиф этилган. Комплекс ўзгарувчининг текислигидаги ростлаш тизимининг характеристик тенгламаси орқали

аниқланувчи вектор тизим характеристик тенгламаси (13.1) даги ω катталиқ мавҳум $i\omega$ аргумент билан алмаштириш йўли билан топилади:

$$L(j\omega) = a_n(j\omega)^n + a_{n-1}(j\omega)^{n-1} + \dots + a_1(i\omega) + a_0; \quad 13.2$$

$j = \sqrt{-1}; j^2 = -1; j^3 = j; j^4 = 1; \dots$ эканлигини эсга оламиз. 13.2 характеристик функция таркибига кирган барча жуфт даражали $j(\omega)$ қўшилувчилар ҳақиқий, тоқ даражалиги эса мавҳум катталиқ бўлади. Демак:

$$L(j\omega) = M(\omega) + jN(\omega),$$

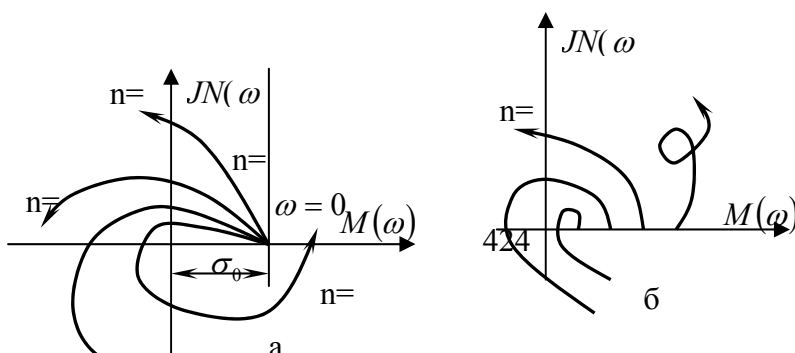
бу ерда,

$$M(\omega) = a_0 - a_2\omega^2 + a_4\omega^4 - \dots,$$

$$N(\omega) = a_1\omega - a_3\omega^3 + a_5\omega^5 - \dots$$

Агар ω ни 0 дан ∞ гача кетма-кет ўзгартирсак Михайлов годографи номли эгри чизиқни ҳосил қилади. Комплекс текисликдаги годограф шакли бўйича тадқиқ қилинаётган тизимининг турғунлиги ҳақида фикр юритиш мумкин. Михайлов мезони қуйидагича ифодаланади: агар $L(j\omega)$ характеристик функциясининг годографи ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгаришида мусбат йуналишида комплекс текисликнинг n квадрантларни айланиб чиқса (n - қурилаётган тизим характеристик тенгламасининг даражаси), ростлаш тизими турғун бўлади. Бу хусусий ҳолда соат стрелкасининг ҳаракатига тескари йўналиш мусбат ҳисобланади.

Агар 13-1 ёки 13-2 ифодаларда $\omega = 0$ деб фараз қилинса, $L(j\omega) = a_0$ бўлади. Бошқача қилиб айтганда $\omega = 0$ бўлса, годограф ҳақиқий ўқни координата бошидан a_0 масофада турган нуқтада кесиб ўтади. Агар $M(\omega)$ ўзгарувчи ω нинг жуфт, $N(\omega)$ эса тоқ функцияси эканлигини эътиборга олсак, годограф ҳақиқий ўққа нисбатан симметрик жойлашади деган хулосага келамиз. Шунинг учун, ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгаришида годографнинг ярим тармоғини қуришнинг ўзи кифоя.



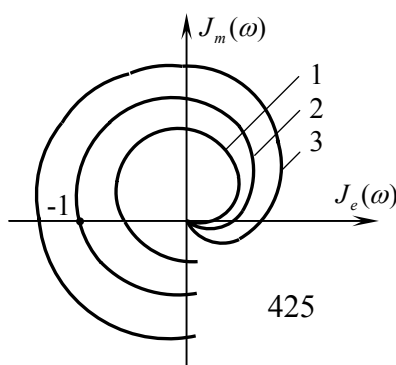
13. 1- расм. Михайлов годографлари.

а - турғун тизимлар учун; б - нотурғун тизимлар учун.

13-1-расмда биринчи тартибдан бешинчи тартибгача бўлган турғун ва нотурғун тизимлар учун Михайлов годографлари кўрсатилган. Биринчи тартибли тенгламага - мавҳум ўққа параллел бўлиб, ундан a_0 масофада турган тўғри чизиқ мос келади. Юқори тартибли тизимларга эгри чизиқлар мосдир. Михайлов мезонидан кечикишга эга бўлган турғун тизимларни ўрганишда ҳам фойдаланиш мумкин.

13.4-§. НАЙКВИСТ-МИХАЙЛОВ ЧАСТОТА МЕЗОНИ

Бу мезон 1932 йилда электрон кучайтиргичларнинг турғунлигини тадқиқ қилиш учун Найквист томонидан таклиф этилган. Автоматик ростлаш назарияси частота мезони 1936 йилда умумлаштирилган ҳолда қўлланилган. Очиқ тизимнинг таҳлилида Найквист-Михайлов амплитуда-фаза мезонидан фойдаланиб, ростлаш тизимининг турғунлиги ҳақида фикр юритилади. Турғунликни бу усул бўйича ўрганишда экспериментал равишда аниқланган амплитуда-фаза характеристикалардан фойдаланилади. Ниҳоят, мезон тизимнинг турғунлик даражаси ҳақида маълумот олишга имкон беради. Агар тизим нотурғун бўлса, Найквист - Михайлов мезони тизимни стабиллаштириш ва тўғриловчи бўғин ҳамда контурлар ёрдамида ёпиқ тизимнинг исталган характеристикасига эришиш йўллари кўрсатади.



13.2-расм. Турли тизимлар учун амплитуда фаза характеристикаларнинг намуналари.

1-турғун тизимлар учун; 2-турғунликка яқин тизимлар учун; 3-нотурғун тизимлар учун

Бу мезоннинг ифодаси қуйидагича: *очиқ ҳолатда турғун бўлган автоматик ростлаш тизими агар очиқ тизимнинг амплитуда фаза характеристикаси ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгаришида $(-1, 10)$ координаталарга эга бўлган нуқтага етмаса, ёпиқ ҳолатда ҳам турғун бўлади.*

13.2 - расмда турғун ва нотурғун, шунингдек, турғунлик чегарасида турган тизимларнинг очиқ ҳолатидаги амплитуда-фаза характеристикалари келтирилган. Биринчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали тавсифланувчи тизимларнинг АФХ си бир квадрантда жойлашади. Иккинчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали тавсифланувчи тизимларнинг АФХ си икки квадрантга жойлашади. Характеристик тенгламаларнинг коэффицентлари мусбат бўлса, бу тизимлар турғун бўлади. Учинчи ва ундан юқори тартибли тенгламалар орқали тавсифланувчи тизимларнинг характеристик ёки дифференциал тенгламалари коэффицентлари мусбат бўлса ҳам бу тизим нотурғун бўлади.

13.5- §. РОСТЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ СИФАТИ

Бирор автоматик ростлаш тизимининг амалда ишлатилиши унинг турғунлик талабларини бажаришига боғлиқ (булар фақат зарур бўлган шартлардир). АРТ нинг ишлатилиши учун етарли бўлган шарт - тизимнинг талаб қилинган ростлаш сифатини таъминлаш қобилиятидир. Бу сифат ростлаш тизимидаги ўтиш жараёнларининг шаклига боғлиқ.

Тизимнинг турли параметрлари ростлаш жараёнига кўрсатилган дифференциал ёки характеристик тенгламаларнинг умумий кўринишини ечиш учун лозим.

Агар тизим тўртинчи тартибдан юқори бўлса ечиш мумкин бўлмайди, чунки унинг илдизлари радикаллар орқали ифодаланмайди. Шунинг учун,

ростлаш сифати, яъни турғунлик даражаси, билвосита интеграл ёки хусусий таҳлил ёрдамида баҳоланади. Амалда ростлаш сифатини интеграл баҳолаш усули билан баҳолаш кенг тарқалган.

Интеграл баҳолаш усули - маълум интегрални ростланадиган параметрдан четга чиқишида ҳисоблашга асосланиб, дифференциал тенгламаларни ечишни талаб қилмайди. Ростлаш сифатини чизиқли квадратик ва тузатилган квадратик баҳолаш усуллари мавжуд. Бу баҳолашлар ростлаш жараёнининг бир йўла икки томонини: сўниш тезлиги ва ўтиш жараёнидаги ростланувчи параметрнинг четга чиқиш катталигини таърифлайди.

Чизиқли интеграл баҳолаш I_1 . Ўтиш жараёнининг сифати ростланувчи параметрнинг берилган қийматдан четга чиқиши ва ростлаш вақти орқали аниқланади. Ўтиш жараёнининг эгри чизиғи остидаги юза бу икки факторни ўз ичига олиб, шу юза қанчалик кичик бўлса, қолган шартлардаги ростлаш жараёнининг сифати шунча яхши бўлади. Ростлашнинг вазифаси тизимдаги ўтиш характеристикаси сифатининг I_1 чизиқли интеграл баҳолашнинг энг кичик қийматини таъминлашдан иборат:

$$I_1 = \int_0^{\infty} \varphi dt$$

Чизиқли интеграл баҳолашнинг мезоннинг камчилиги унинг нодаврий жараёнларга яқин бўлган жараёнларни таъминловчи тизимлар учун ишлатилишидир. Тебранишли ўтиш жараёнларининг сифатини баҳолаш учун бу мезондан фойдаланиб бўлмайди, чунки ўтиш жараёнининг мусбат ярим тўлқинлари манфий ярим тўлқинлар билан алмашиб туради; бу ярим тўлқинлар юзасининг ишораси ҳам кетма-кет қарама-қарши ишоралар билан алмашилиб туради.

Квадратик интеграл баҳолаш I_2 . Нодаврий ва тебранишли ўтиш жараёнлари учун ростлаш жараёнининг сифатини квадратик интеграл баҳолаш I_2 усулини қўллаш мақсадга мувофиқдир:

$$I_2 = \int_0^{\infty} \varphi^2 dt$$

Бундай баҳолаш $\varphi^2(t)$ эгри чизик ва абсциссалар ўқи билан чекланган юзани ҳосил қилади. φ тенгсизликнинг ишораси ўзгарганда ростланувчи катталиқнинг берилган қийматининг чизигини икки томонида жойлашган юзаларининг мутлоқ қийматини жамлашга ҳалақит бермайди. Алоҳида юзаларнинг қийматини ҳисоблашда ординатанинг ўрнига унинг квадратик қиймати ҳисобга олинади.

Бу мезоннинг маъноси шундаки, I_2 интеграл катталиқ қанча кичик бўлса, ростлашнинг сифати шунча яхши бўлади. Шундай қилиб, квадратик интеграл балансни қўллаш I_2 интегралнинг энг кичик қийматини таъминловчи параметрлар излашни назарда тутати.

I_2 интеграл баҳолашнинг минимал қийматга эга бўлган иккита (масалан S_0 ва S_1 параметрини топиш керак бўлса, интеграл баҳолашни шу S_0 ва S_1 параметрлар функциясида ёзиш ва $I_2(S_0, S_1)$ функциянинг хусусий ҳосилаларини нолга тенглаштириш керак:

$$I_2 = f(S_0, S_1) \quad (13.3)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_0} &= 0 \\ \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_1} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13.4)$$

(13-4) тизим бўйича I_2 интеграл баҳолашнинг минимумини қаноатлантирадиган S_0 ва S_1 параметрлар аниқланади. Баъзан кўрилатган S_0 ва S_1 параметрлар бўйича I_2 минимумга эга бўлмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда бошқа факторларга кўра тузилган тармоқдаги I_2 баҳолашнинг энг кичик қиймати бўйича оптимал параметрлар танланади.

Шуни ҳам қайд қилиш керакки, турли ўтиш жараёнларига эга бўлган АРТ лар бир хил катталиқни баҳолаш билан ҳам таърифланиши мумкин. Шунинг учун, I_2 баҳолаш кичик бўлган ўтиш жараёни солиштирилатган жараёндан яхшироқ деб таъкидлаш ўринли бўлавермайди. Ростлаш жараёнининг сифатини

аниқлашдаги квадратик интеграл баҳолаш усулининг асосий камчилиги ҳам шундадир.

Тузатилган квадратик интеграл баҳолаш I_3 . Ростлаш жараёнининг сифатини тузатилган квадратик интеграл усул I_3 бўйича баҳолашни А. А. Фельдбаум таклиф этган:

$$I_3 = \int_0^{\infty} \left[\varphi^2 + K_2 \cdot \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right] \cdot dt;$$

бу ерда, K -ўтиш жараёнидаги эгри чизиқнинг вақт доимийси.

Интеграл квадратик баҳолаш. K вазнли $\frac{d\varphi}{dt}$ ҳосилани киритиш ўтиш жараёни тезлигининг ростлаш сифатига кўрсатган таъсирини эътиборга олиш имконини беради.

Исталган АРТ синтезининг вазифаси I_3 интегралнинг энг кичик қийматини таъминловчи шартларни топишдан иборат. I_3 интегралнинг минимумлаштириш хусусияти унинг мукамал жараёнининг экспонентасига тўғри келишида I_3 интеграл баҳолашнинг минимуми ростлаш тизимида ўтаётган жараённинг ва монотон эканлигидан далолат беради.

13.6-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИНГ РЕЖИМИНИ СТАТИК ВА ДИНАМИК ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Автоматик бошқариш тизимларининг вазифаси ўринсиз таъсирларни бартараф этиб, технологик жараёнларнинг керакли режимларини сақлаш ёки уларни муайян мезон бўйича оптимал олиб боришдан иборат. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари ишлаш мезони, муураккаблик даражаси ва бошқарув алгоритмларига кўра учга бўлинади:

- 1) технологик режим параметрларини стабиллаш тизимлари;
- 2) статик оптималлаш тизимлари;
- 3) динамик оптималлаш тизимлари.

Технологик режим параметрларини стабиллаш тизимлари. Бу типдаги бошқариш тизимлари амалий автоматик бошқариш тажрибасида кенг тарқалган. Бу тизимлар оддий саноат ростлагичлари ёрдамида бирмунча аниқлик даражаси билан технологик режим параметрларини (температура, босим, сатх, концентрация ва бошқалар) стабиллаш вазифасини бажаради. Стабиллаш тизимларининг мезонини математик кўринишда $Y_i = Y_i^{бер}$ деб ёзиш мумкин. Ушбу мезоннинг аниқлиги танланган ростлаш қонунига боғлиқ.

Бу типдаги тизимларнинг афзаллиги - стандарт пневматик ёки электрик ростлагичларда бажариладиган тизимнинг ҳисоби ва амалга оширилишининг соддалигидадир. Стабиллаш тизимларининг камчилиги шундаки, улар кириш параметрлари, масалан, юк, хом ашё кўрсаткичлари ва бошқалар ўзгарганида ҳам аввалги оптимал бўлмай қолган технологик режимни сақлаб туради. Одатда, технологик жараёни бир режимдан иккинчисига ўтказиш берилган вазифани ёки ростлагичларнинг ростланишини ўзгартирувчи оператор орқали бажарилади. Жараёндаги кириш ўзгарувчилари жуда тез ўзгарса, оператор жараёни бир режимдан иккинчисига ўтказишга улгурмайди ёки бу ўтказиш оптимал бўлмаган тарзда бажарилади, натижада жараённинг давом этиши учун қўшимча сарфлар талаб қилинади (масалан, хом ашё, энергиянинг кўп сарфланиши). Бу тизимларнинг яна бир камчилиги автомат ростлагичлар ғалаёнланишларни оптимал бўлмаган режимда қайта ишлаши, уларнинг ростланиши ўзгарганда эса технологик жараёни бир режимдан иккинчисига оптимал бўлмаган тарзда ўтказишдир.

Статик оптималлаш тизимлари. Бу турдаги технологик жараёнларни бошқариш тизимлари объектнинг кириш ўзгарувчилари шартларининг ўзгаришида даврий статик оптималлашни бажаришга имкон беради, улар кимё ва озиқ-овқат саноатида кенг қўлланилмоқда.

Кириш параметрларининг турли қийматлари бўлмаган дастурлаш усули орқали бошқаришни йўли билан ишлаш мезонининг максимуми аниқланади:

$$I = f(Y, Z, V)$$

Кўпинча мезон сифатида фойда кўрсаткичи ишлатилади:

$$I = C_y Y - C_z Z - C_u V;$$

$$I_{opt} = \max_{u \in 1} I$$

бу ерда, Y - чиқарилаётган маҳсулот вектори; Z - хом ашё ва энергия вектори V - бошқариш вектори; C_y, C_z, C_u - маҳсулот, хом ашё ва энергия нархи.

Оптималлик мезони ростланувчи объект ва бошқариш тизими вазифасининг таҳлилидан шаклланади. Бунинг учун ростлаш тизимининг статик характеристикаларидан фойдаланиш мумкин. Статик характеристикаларни оптималлаш кўпроқ ростланувчи объект кўрсаткичларига тегишли. Бунда тизимнинг иш шароитига кўра муайян катталиқнинг экспериментал қийматини топиш керак. Бу талаб бошқарилувчи объектнинг статик характеристикаларидаги экстремум нуқталарини аниқлаш ва тизимнинг шу нуқталар атрофидаги ишини таъминлаш йўли билан бажарилади.

Статик оптималлаш тизимлари одатда, бошқарувчи ҳисоблаш машиналари ёки аналог рақамли техника элементларида амалга оширилади. Оптимал бошқаришларни ҳисоблашдан ташқари бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БХМ) дастлабки математик моделнинг даврий равишда тўғриланишини таъминлаши керак. Датчикларнинг сўроғи, бошқарувчи таъсирларни ҳисоблаш ва моделга тузатишлар киритиш даврий равишда бажарилади, бошқарувчи таъсирларнинг қиймати эса бевосита ростловчи органларга ёки автоном ростлагичларнинг созланишига узатилади. Статик оптималлаш тизимлар, стабиллаш тизимларига хос бўлган кўп камчиликлардан ҳолисдир. Улар технологик жараённинг ўзгарган кириш ўзгарувчиларига мувофиқ ҳолда оптимал статик режимни таъминлайди. Агар бошқарилмайдиган кириш ўзгарувчилари суст ўзгариб технологик аппаратнинг динамикаси эътиборга олинмаса, БХМ лар статик моделни даврий равишда мослаб, бошқарилувчи ўзгарувчиларнинг янги қийматини ҳисоблаб туради. Бундай бошқариш тизимлари статиканинг оптимал режимини сақлайди ва динамиканинг оптимал мезонини таъминламайди.

Баъзи технологик жараёнлар хусусий ғалаёнланишларга эга бўлгани сабабли тизимнинг иши ностационар режимларда ўтади. Бундай ҳолларда статик оптималлаш тизими жараёнинг оптимал ўтишини таъминлай олмайди, чунки бошқариш алгоритмига киритилган математик модел тизимнинг ностационар хусусиятларини акс эттирмайди. Шунинг учун, статик моделга тузатишлар киритиб, оптимал бошқаришни ҳисоблаш имконияти бўлмайди.

Динамик оптималлаш тизимлари. Бу турдаги технологик жараёнларни бошқариш тизимлари маълум бир мезонни оптималлаш масаласини ҳал қилади:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} f(Y, Z, V) dt.$$

Бу мезоннинг хусусий варианты - фойдадир:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} \{C_y Y(t) - C_z Z(t) - C_u V(t)\} dt;$$

$$I_{opt} = \underset{v \in 1}{\text{extremum}} I.$$

Технологик жараёнларнинг динамик модели умумий ҳолда параметрлари мужассамлашган объектлар учун чизиқли бўлмаган дифференциал тенгламалар тизимидан, ёки (параметрлари тақсимланган объектлар учун) хусусий ҳосилали тенгламалар тизимидан иборат.

Динамик оптималлашнинг вазифаси, одатда, турли чекланишлар билан боғлиқ қўшимча шартлар мавжуд бўлган маълум функцияларнинг экстремумларини топишдан иборат. Бу чекланишлар $y(t)$ функция ҳосилаларининг муайян максимал катталикларидан иборат бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\left| \frac{d^n y(t)}{dt^n} \right| \leq M_n,$$

бу ерда, M_n - доимий катталик ($n = 1, 2, 3, \dots$)

Ўтиш функцияларининг ҳосилаларида чекланишлардан ташқари бошқа мумкин бўлган чекланишларни ҳам эътиборга олиш керак. Динамик оптималлаш тизимлари технологик жараёнларнинг фақат турғун режимидагина

эмас, балки ўзгарувчан иш режимларида ҳам фойданинг энг катта қийматини таъминлайди. Бошқарилувчи объектнинг ностационар режимларини акс эттирувчи математик модел вақтнинг исталган онда оптимал бошқаришни тузатиш ва ҳисоблашга имкон беради.

Динамик оптималлаш тизимини амалга ошириш бир мунча қийинчиликлар билан боғлиқ бўлиб, катта ҳажмли талаб хотирлаш қурилмалари ва БХМ нинг жадал ҳаракатини талаб қилади. Ҳозирги пайтда динамик оптималлаш тизимлари жуда кам амалга оширилади. Аммо технологик жараёнларнинг типавий динамик математик моделларини яратиш оптималлаш принципларини кимёвий технологик бошқаришда қўллашга имкон беради.

13-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Интеграл баҳолаш усули
2. Интеграл квадратик баҳолаш
3. Михайлов годографи
4. Турғун тизим
5. Тузатилган квадратик интеграл баҳолаш
6. Чизиқли интеграл баҳолаш
7. Технологик режим параметрларини стабиллаш тизимлари
8. Статик оптималлаш
9. Динамик оптималлаш

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Турғун тизим деб нимага айтилади ?
2. Раус-Гурвиц алгебраик мезонини таърифини келтиринг.
3. Михайлов годографи деганда нримани тушунаси?
4. Найквист-Михайлов частота мезонининг тавсифини келтиринг.
5. Ростлаш сифати, яъни турғунлик даражаси қандай таҳлиллар асосида баҳоланади?
6. Статик оптималлаш тизимлари дегада нимани тушунаси?

7. нинг вазифаси нималардан иборат
8. Технологик режим параметрларини стабиллаш тизимларининг афзалликлари нималардан иборат?
9. АРТ синтезининг вазифаси нима?
10. Чизиқли интеграл баҳолашга изох беринг.

XIV боб. РОСТЛАШ ҚОНУНЛАРИ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

14.1- §. РОСТЛАШ ҚОНУНЛАРИ

Кириш сигнали ростланувчи объектдан ўтиш вақтида деформация ва кечикишга дуч келади. Чиқиш катталиги кириш сигналига нисбатан амплитуда бўйича камайиб, фаза бўйича кечикади. Бу ходисаларни бартараф қилиш мақсадида ростланувчи объект автомат ростлагич билан таъминланади. Ростлагич созланишининг ўзгармас параметрларида бошқарувчи ёки ростловчи таъсир ва ростланувчи катталик ўртасидаги боғланиш *ростлаш қонуни* дейилади. Автомат ростлагичлар дискрет – импульсли ёки узлуксиз ҳаракатли бўлади.

Дискрет ҳаракатли автомат ростлагичларнинг чиқиш катталиги амплитудаси, частотаси ва давомлилиги ростлагич киришига келадиган ва ростланувчи катталикнинг айна қийматига боғлиқ бўлган кетма-кет импульслардан иборат.

Узлуксиз ҳаракатли автомат ростлагичларнинг кириш ва чиқиш катталиклари ўртасида бир маъноли функционал боғланиш мавжуд.

Одатда, узлуксиз ҳаракатли қурилмалар алоҳида типавий технологик жараёнларни ростлаш учун қўлланилади. Дискрет ҳаракатли ростлагичлар эса типавий жараёнлар тўпламини бошқариш учун ишлатилади. Типавий саноат ростлагичларида амалга ошириладиган ростлаш қонунлари ва уларнинг хусусиятларини кўриб чиқамиз.

Ростлашнинг статик қонуни. Ростлашнинг, қисқача «П - ростлаш» деб аталувчи, статик (ёки мутаносиб) қонуни қуйидаги мутаносиб тенглама орқали тавсифланади.

$$x = -s_1 y; \quad (14.1)$$

бу ерда, x – ростлагичнинг чиқиш сигнали (ёки ижро этувчи механизм ростловчи органининг нисбий силжishi) s_1 - кучайиш коэффициенти (узатиш коэффициенти); y - ростланувчи катталиқнинг берилган қийматидан четга чиқиши.

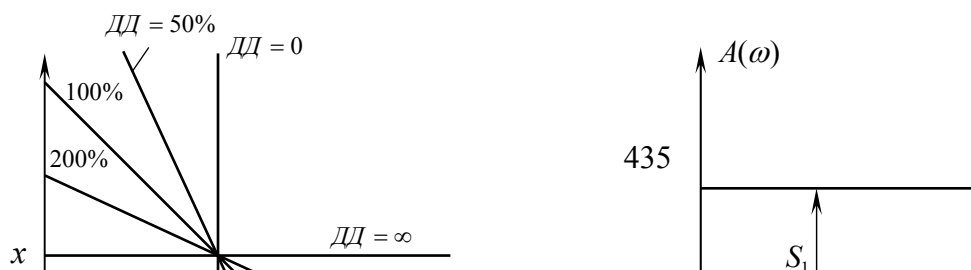
Манфий ишора ростловчи таъсир ростланувчи катталиқнинг четга чиқишини бартараф этишини кўрсатади. Ушбу қонунни амалга оширувчи қурилмалар статик ёки мутаносиб ростлагичлар (қисқача «П - ростлагич»лар) деб аталади.

Керак бўлган характеристикани олиш учун катталиги ростланувчи объектнинг динамик хусусиятларидан аниқланадиган s_1 ни ўзгартириш керак. П - ростлагичнинг узатиш функцияси) (14.1) ифодага мувофиқ қуйидагича бўлади:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -s_1 \quad (14.2)$$

p ни $j\omega$ билан алмаштирсак ростлагичнинг амплитуда-фаза характеристикаси (АФХ) тенгламасига эга бўламиз:

$$W(j\omega) = -s_1 = s_1 e^{j\pi}.$$



14. 1- расм. П- ростлагичнинг характеристикалари.

а-статик; б-амплитуда-фаза; в - фаза- частота; г - амплитуда-фаза, S_1 нинг турлича
созланишда ростлаш тизимининг ўтиш жараёни е-ростлагичнинг югуриш эгри чизиги

Охирги тенглама статик ростлагичларнинг амплитуда-частота (АЧХ) ва фаза-частота (ФЧХ) характеристикалари кириш частотасига боғлиқ эмаслигини билдиради.

14.1-расмда Π ростлагичнинг характеристикалари келтирилган. Статик характеристиканинг оғиши 14.1-расмда ростлагичнинг узатиш коэффициентига боғлиқ. 14.1-расм, б тасвирланган ростлагичнинг АЧХ си абсциссалар ўқиға параллел бўлиб, ундан s_1 масофада жойлашган. Ростлагичнинг ФЧХ си ҳам (14.1 - расм, в) шунга ўхшаш жойлашган, лекин у абсциссалар ўқидан n масофага сурилган. Ростлагичнинг АФХ S_1 си узунликка тенг вектордан иборат бўлиб, соат стрелкаси йўналишига қарши π бурчакка бурилган.

Ростланувчи объектларнинг статик ростлагичлар билан таъминланиши объектларнинг турли юқларида ростланувчи катталикларнинг доимий қийматини таъминлай олмайди. Бундай автоматик ростлаш тизимлари статик хатонинг мавжудлиги билан таърифланади. Статик хато ростлагич созлаш параметрини конкрет s_1 қийматига боғлиқ; S_1 қанча катта бўлса, ростлашнинг статик хатоси шунча кам бўлади (14.1 - расм, д). Шу билан бирга, ростлагич кучайиш коэффициентининг ҳаддан ташқари ўсиши тизимда секин сўнувчи мажбурий ўтиш жараёнининг ҳосил бўлишига олиб келади. Ўтиш жараёнининг эгри чизиғи 3 созлаш катталиклари S_1 кичик бўлган АРТ учун хосдир. Кўриниб турибдики, бу ҳолда тизим йўл қуйиб бўлмайдиган даражада катта қолдиқли четга чиқишга эга бўлади. Тизимда (14.1 - расм, д) эгри чизиқ 2 шаклида тасвирланган ўтиш жараёнини таъминловчи мутаносиб ростлагичнинг S_1 қийматли созлаш параметрини танлаш керак. Бундай тизимда ростланувчи катталикларнинг қолдиқли четга чиқиш ва ўтиш жараёнининг давомлилиги унчалик катта эмас.

Ростлагичда кучайиш коэффициентининг сонли қиймати, ростланувчи катталик бир ўлчов бирлигига четга чиққанда ростлагичнинг буйруқ сигнали натижасида ижро этувчи механизмларни ростловчи органнинг нисбий силжишига тенг. Амалда ростлагичнинг характеристикасини олиш учун

мутаносибик чегараси ёки дросселлаш диапазони тушунчаси ишлатилади. Бу тушунча ростлагичнинг кучайтириш коэффициентига тескари катталиқ бўлиб, фоизларда ифодаланади. Агар ростлагичнинг мутаносибик чегараси 100% га тенг бўлса ва ростланувчи катталиқ ростлагичга уланган ўлчов асбобининг шкаласи чегараси оралиғида ўзгарса, ижро этувчи механизмнинг органи ўзининг бир ҳолатидан бошқа ҳолатига ўтади. 14-1.расм, а да П - ростлагичнинг киришига поғонали ғалаёланиш таъсир қилган вақтдаги унинг тарқалиш эгри чизиғи келтирилган. Мазкур расмда, таркибида П - ростлагич бор бўлган тизимнинг ростловчи органи сакрашсимон таъсир натижасида ўзининг бир ҳолатидан иккинчи ҳолатига ўтиши тасвирланган. Бундай силжиш натижасида 14.1 - расм, д да кўрсатилган ўтиш жараёнларининг бирини ҳосил қиламиз, бунда ростланувчи объект турғун бўлиши шарт.

Ростлашнинг интеграл қонуни. Бу қонун қисқача И - ростлаш деб аталади ва қуйидаги тенглама орқали тавсифланади:

$$\frac{dx}{dt} = -s_0 y, \quad 14.3$$

бу ерда, s_0 - ушбу қонунни амалга оширувчи ростлагичнинг узатиш коэффициенти

s_0 коэффициент (ростлагичнинг созланиш параметра) ростлагичга уланган ижро этувчи механизмнинг ростланувчи катталиқ у нинг четга чиқишидаги иш тезлигини таърифлайди.

Ростлашнинг кўрилаётган қонуни қуйидаги маънони билдиради: ростлагич росланаётган объектга ростланувчи параметр у нинг четга чиқишига мутаносиб бўлган тезликда таъсир кўрсатади. (14.3) тенгламадаги манфий ишора автомат ростлагич ишлаб чиқарган таъсир ростланувчи объектдаги чиқиш параметрининг четга чиқишларини йўқотишини кўрсатади. Бу қонунга амал қилувчи қурилмалар астатик ёки интеграл ростлагичлар, қисқача - И-ростлагичлар дейилади.

Агар (14.3) ифодани интегралласак, ростлагичнинг интеграл шаклда ёзилган тенгламасига эга бўламиз:

$$x = -S_0 \int_0^t y dt - x_0 \quad (14.4)$$

бунда, x_0 – ижро эувчи механизм ростловчи органининг бошлангич ҳолатидаги ростловчи таъсири

(14.4) тенгламалар астатик ростлагичлар интегралловчи бўғиндан иборат эканлиги кўринади. Агар (14.3) ифодага Лаплас алмаштиришини қўлласак, астатик рослаузатиш функциясини топамиз:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -\frac{S_0}{p} \quad (14.5)$$

(14.5) тенгламадаги p операторни $i\omega$ га алмаштирсак, ростлагичнинг амплитуда-фаза характеристикасига эга бўламиз:

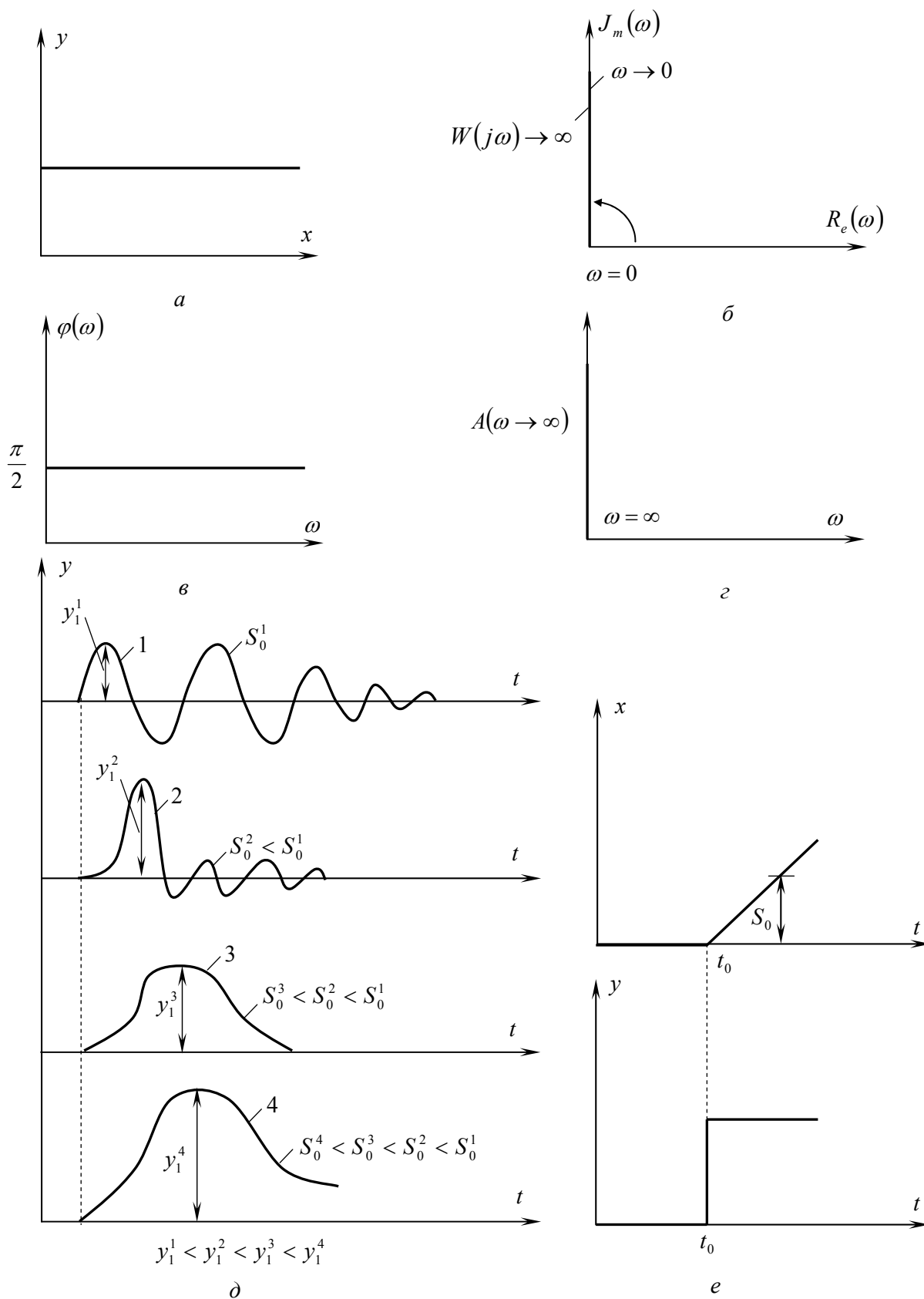
$$W(j\omega) = -\frac{S_0}{j\omega} = \frac{S_0 e^{j\pi}}{\omega e^{j\frac{\pi}{2}}} = \frac{S_0}{\omega} e^{j\frac{\pi}{2}}.$$

14.2-расмда И-ростлагичнинг характеристикалари тасвирланган. Ростлагичнинг статик характеристикаси абсциссалар ўқиға параллел бўлган тўғри чизикдан иборат 14.2-расм б,в,г ларда астатик ростлагичнинг АФХ, ФЧХ ва АЧХ лари тасвирланган. Агар П ва И-ростлагичларнинг фаза – частота характеристикаларини солиштирсак, 14.1-расм, в ва 14.2-расм, в астатик ростлагичнинг илгарилаш бурчаги кичикроқ бўлиб, $\frac{2}{\pi}$ га тенглигини кўрамиз,

14.2-расм, д да турли S_0 созланишига эга бўлган И - ростлагичли ўтиш жараёнларининг эгри чизиклари келтирилган.

Созлаш параметрининг энг катта s_0 қийматида ёнининг давомлилиги катта бўлади (1-эгри чизик). s_0 билан параметрнинг максимал четга чиқиши ортиб боради, лекин ростлаш вақти камаяди (2-эгри чизик.). Шу тарзда s_0 ни камайтириб борсак, тебранишли ростлаш жараёнининг аperiодик жараёнга ўтишига эришамиз (3-эгри чизик). Агар s_0 ни яна камайтурсак, ростланувчи катталиқнинг максимал четга чиқиши ва ўтиш жараёни вақтининг ортиши билан таърифланувчи ростлаш тизимининг ўтиш жараёнига эга бўламиз (4-эгри чизик). Кўриниб турибдики, динамик хатоси кичик бўлган жараённинг ўтиш

вакти бизни каноатлантиради, сўниш даражаси 80% ни ташкил этиб, 2 ҳолга мувофиқ келадиган (2- эгри чизик) ўтиш жараёнини таъминловчи ростлаш тизимини танлаш мақсадга мувофиқ.



14.2-расм. И-ростлагичнинг характеристикалари:

а – статик; б – амплитуда-фаза; в – фаза-частота; г – амплитуда-частота; д - s_0 нинг турлича созланишда ростлаш тизимини ўтиш жараёни; е – ростлагичнинг югуриш эгри чизиғи.

14.2-расм, д да астатик ростлагичнинг сакрашсимон кириш таъсирига кўрсатган реакцияси тасвирланган. Бундай ростлагичнинг характерли томони шуки, у ростловчи органни четга чиқишлар йўқолгунча силжитади. Бу унинг асосий афзаллигидир. Астатик ростлагичларнинг камчилиги - уларнинг фақат ўз-ўзидан тўғриланиш объектлари билан турғун ростлаш тизимини ҳосил қилишидадир.

Ростлашнинг мутаносиб-интеграл қонуни. Қисқача ПИ - ростлаш дейилади ва қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$\frac{dx}{dt} = -(s_1 \frac{dy}{dt} + s_0 y), \quad (14.6)$$

Бу қонунни амалга оширувчи қурилмалар мутаносиб - интеграл ёки изодромли ростлагичлар (қисқача ПИ - ростлагич) деб аталади.

Таркибига ПИ - ростлагич кирган тизимнинг талаб қилинган характеристикаси ростлагичнинг созлаш параметрилари s_0 ва s_1 ни ўзгартириш ёли билан олинади.

Ростлагичнинг тенграмаси ўз ичига статик ва астатик ташкил этувчиларни киритади ва операторли шаклда қуйидагича ёзилади:

$$P_x(p) = -(s_1 p + s_0) \cdot y(p).$$

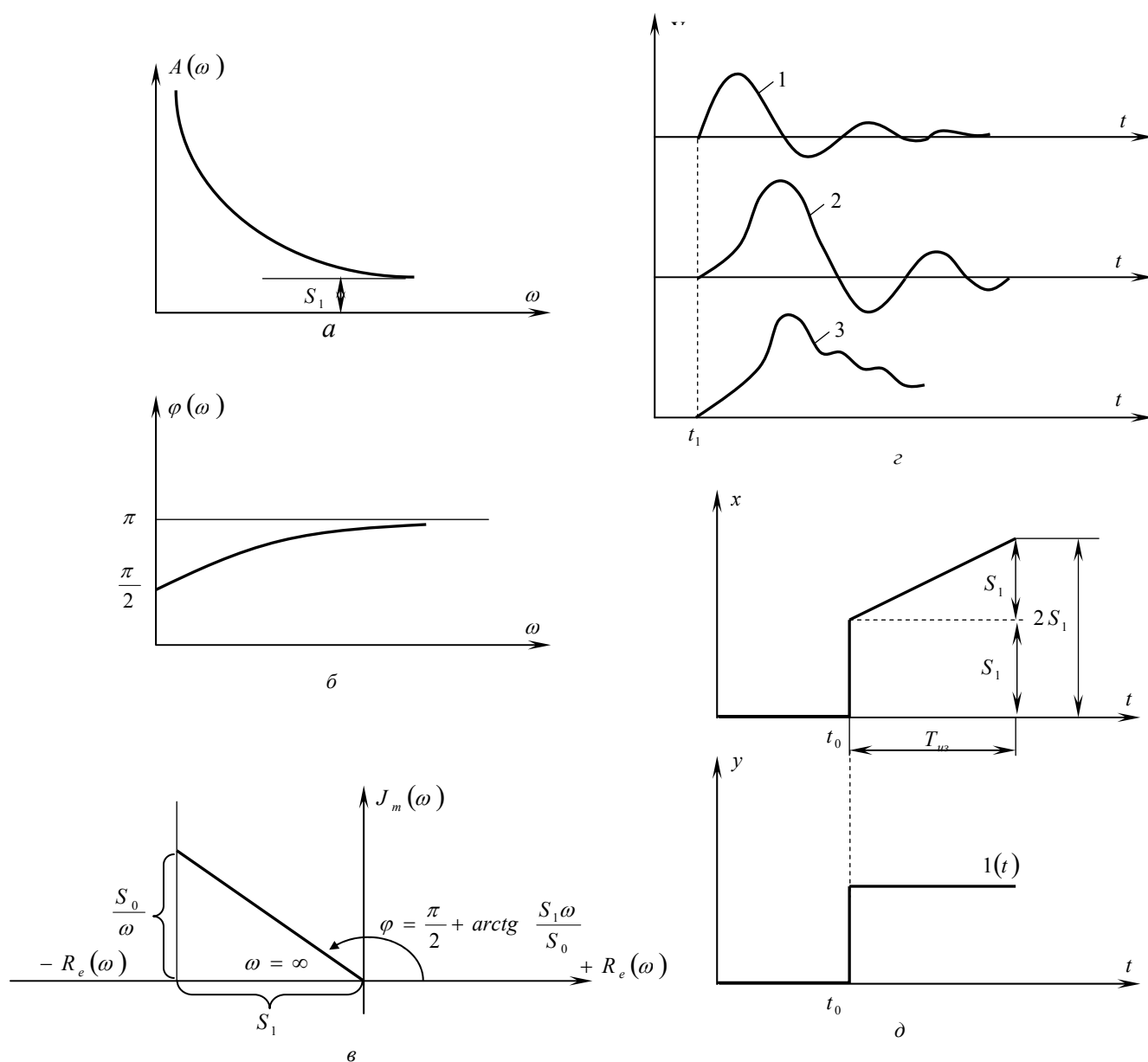
Бу ифодадан изодромли ростлагичнинг узатиш функцияси келиб чиқади:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -(s_1 + \frac{s_0}{p}), \quad (14.7)$$

ПИ - ростлагичнинг амплитуда- фаза характеристикаси:

$$W(j\omega) = \sqrt{((\frac{s_0}{\omega})^2 + s_1^2)} \exp(\frac{\pi}{2} + \arctg s \frac{s_1 \omega}{s_0}), \quad (14.8)$$

14.3 расмда кўрилатган ростлагичлар синфининг характетеристикаси тасвирланган. (14.8) тенгламадан куйидаги хулоса келиб чиқади: $\omega = 0$ бўлса АЧХ ∞ га тенг, агар $\omega = \infty$ бўлса, АЧХ s_1 га тенг (14.3-расм, а). Агар $\omega = 0$ бўлса, ростлагичнинг ФЧХ си $\frac{\pi}{2}$ га тенг, агар $\omega = \infty$ бўлса, ФЧХ π га тенг бўлади. (14-3-расм). Изодром ростлагичнинг АФХ си (143-расм, в) комплекс текисликдаги ординаталар ўқиға параллел мавҳум ўқдан s_1 масофада жойлашган тўғри чизикдан иборат.



14. 3- расм. ПИ- ростлагичнинг характеристикалари.

а - амплитуда- частота; б - фаза- частота; в - амплитуда - фаза; г - S_0 ва S_1 нинг турлича созланишда ростлаш тизимини ўтиш жараёни; д – ростлагичнинг югуриш эгри чизиғи.

Агар $\omega = 0$ бўлса, АФХ ∞ га тенг, агар $\omega = \infty$ бўлса, АФХ s_1 га тенг ва АФХ нинг вектори π бурчакка бурилган бўлади. 14.3-расм, г да ПИ - ростлагичли АРТ нинг созланиш параметрининг турли қийматида ўтиш жараёнларининг графиклари келтирилган. S_0 - ростлагичнинг кучайтириш коэффициенти, s_1 изодром вақти ёки иккиланиш вақти, 1- эгри чизиқ, кучланиш коэффициенти катта ва изодром вақти кам бўлган ростлагичли тизимлар учун хосдир. Бу эгри чизиқ тизимнинг сўниш даражаси кичик ва ростлаш вақти катталигини билдиради. 2- эгри чизиқ иккита созланиш параметрларининг нисбати тўғрилигини билдиради. Кучайтириш коэффициенти жуда кичик ва изодром вақти жуда катта бўлганда тизимнинг мажбурий тебранишларига 3- эгри чизиқ мос келади. Бунда тизимнинг динамик хатоси ва ростлаш жараёни катта бўлади.

Ростлашнинг иккита содда (мутаносиб ва интеграл) қонунларини бирлаштириш ростлашдаги алоҳида қонунларнинг афзалликларини ўз ичига олган ва камчиликлардан ҳолис бўлган ростлагичга эга бўлиш имконини беради. Натижада изодром ростлагич ростланувчи катталикнинг четга чиқишини тезда йўқотади (ростлагичнинг чиқишидаги сигнал унинг киришидаги сигналдан фаза бўйича олдинга кетади) ва ростлашни қолдиқли четга чиқишсиз бажаради.

Изодромли ростлагичнинг кечиш эгри чизиғи 14.3-расм, д да тасвирланган. Кириш сигналининг поғонали ўзгариши натижасида ростлагичнинг чиқиш параметри дастлабки ҳолатидан бошқа ҳолатга тез ўтади ва кейин доимий тезлик билан аста-секин ўзгариб боради. Изодромли ростлагич чиқиш катталигининг дастлабки сакраш қиймати ростлагичнинг кучайтириш

коэффициентига боғлиқ. Ростлагич чиқиш сигналининг кейинги вақт пайтларидаги ўзгариш тезлиги созланишга, яъни изодром вақтига боғлиқ.

Ростлагичнинг интеграл ташкил этувчиси таъсирида ростловчи органнинг затвори ростлагичнинг мутаносиб ташкил этувчиси таъсирига тенг қийматга силжишига кетган вақт *изодром вақти* деб аталади. Бу таърифга биноан, кўпинча изодром вақти иккиланиш вақти ҳам деб юритилади.

Ростлашнинг дифференциал қонуни. Биз ростловчи органни ростланувчи катталикининг берилган қийматидан четга чиқишига мутаносиб (П - ростлаш) ёки номосликка мутаносиб тезликда (И - ростлаш) силжитиш мумкинлигини кўрдик. Демак, ростловчи органни ростланувчи катталикининг чиқиш тезлигига мутаносиб силжитиш ҳам мумкин усул, биз ростлашнинг дифференциал қонунига эга бўламиз:

$$x = -s_2 \frac{dy}{dt}, \quad (14.9)$$

бу ерда, s_2 - узатиш коэффициенти.

Агар ростланувчи катталик стабиллашган бўлса, ўз ичига дифференциал ростлагични киритган тизимнинг органи кўзгалмас бўлади. Бундай ростлагичлар учун ростланувчи катталикининг берилган ва оний қийматлари ўртасидаги номослик мавжудлиги аҳамиятсиз. Агар тизимда мутлоқ катталиги бўйича ўзгармас номослик мавжуд бўлса, ростлагич унга таъсир кўрсатмайди. Ростлагич ҳаракатга келиши учун ростланувчи катталик қандайдир тезликда ўзгарувчан четга чиқишга эга бўлиши керак. Шунинг учун, тажрибада соф дифференциал қонунни амалга оширувчи ростлагичлар учрамайди.

Ростлашнинг мутаносиб-дифференциал қонуни қуйидаги боғланиш орқали ифодаланади:

$$x = -(s_1 y + s_2 \frac{dy}{dt}), \quad (14.10)$$

бу ерда, s_2 - узатиш коэффициенти ёки дарак бериш вақти. Бу қонун бўйича ишлайдиган ростлагичлар дарак берадиган мутаносиб ростлагичлар (қисқача ПД - ростлагичлар) дейилади.

(14.10) тенглама ПД - ростлагич ишлаб чиқарадиган таъсир ростланувчи катталигининг четга чиқишига ва шу четга чиқиш тезлигига мутаносиблигини билдиради. Ростлаш қонуни тенгламасида дифференциал ташкил этувчининг мавжудлиги илгарилаш бурчагини ошириш имконини беради.

Шундай қилиб, мутаносиб дарак берадиган ростлагичлар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини бирмунча илгарилаш билан ростланувчи катталигининг четга чиқиш тезлигига мутаносиб силжитади. Демак, ростланувчи параметрнинг четга чиқиш тезлиги кичик бўлса, ростлагичнинг илгарилаш таъсири ҳам кичик бўлади. Тизимда хато ёки номослик бўлмаса, ростлагичнинг илгарилаш таъсири бутунлай тўхтайди. ПД - ростлагичнинг кечикиш эгри чизиғи статик ростлагичнинг вақтли характеристикасидан ростлагич чиқиш сигнали вақтининг дастлабки онидан кескин (П - ростлагичдан ҳам кескинроқ) катталашиши билан фарқ қилади. Вақт ўтиши билан ростлагичнинг чиқиш сигнали ростлагич кучланишини созлаш коэффициентига мувофиқ доимий қийматгача камаяди. Шундай қилиб, дарак берувчи механизмнинг таъсирини ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча ошиши деб изоҳлаш мумкин. Ростлагич кучайиш коэффициентининг бундай ошиши кечикишга эга бўлган инерцион объектларни автоматлаштиришда зарур. Ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча ошиши *тўғри даражалаш* дейилади. Бундан ташқари, ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча камайишидан иборат бўлган тесқари дарак бериш ҳам мавжуд. Одатда, вақт доимийси кичик бўлган ростлаш объектларини шундай тесқари дарак беришли ростлагичлар билан таъминлаш мақсадга мувофиқ. ПД - ростлагичларга қолдиқли четга чиқишлар хос бўлиб, бу уларнинг асосий камчилигидир.

Ростлашнинг мутаносиб-интеграл-дифференциал қонуни. Ростлашнинг мутаносиб - интеграл - дифференциал қонунида (қисқача ПИД-ростлаш) ростлагич кириш катталигининг ўзгариши билан чиқиш катталиги ўзгаришнинг орасидаги боғланиш қуйидаги кўринишга эга.

$$x = -(s_1 y + s_0 \int_0^1 y dt + s_2 \frac{dy}{dt}), \quad (14.11)$$

Бу қонунни амалга оширувчи қурилмалар мутаносиб-интеграл - дифференциал ёки дарак берувчи изодром ростлагичлар (қисқача ПИД - ростлагич) дейилади. ПИД - росалагичлар учун ростловчи таъсирнинг қиймати ростланувчи параметрнинг берилган қийматидан четга чиқишига, шу четга чиқишнинг интеграл ва тезлигига мутаносибдир.

(14.11) тенглама оператор шаклида қуйидагича ёзилади:

$$P_x(p) = -(s_0 + s_1 p + s_2 p^2) \cdot y(p).$$

Бу ифодадан ПИД - ростлагичларнинг узатиш функцияси келиб чиқади:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -\frac{s_0 + s_1 p + s_2 p^2}{p}, \quad (14.12)$$

(14-9) тенгламада p нинг ўрнига $j\omega$ ни қўйсак, ПИД - ростлагичларининг амплитуда-фаза характеристикасига эга бўламиз:

$$W(j\omega) = -\left[s_1 + j(\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega})\right] = \sqrt{s_1^2 + (\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega})^2} \exp\left[j(\pi + \arctg \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{\omega s_1})\right].$$

(14.4-расмда ПИД - ростлагичларининг характеристикалари келтирилган. Ростлагичнинг АЧХ си қуйидаги тенглама бўйича тузилади:

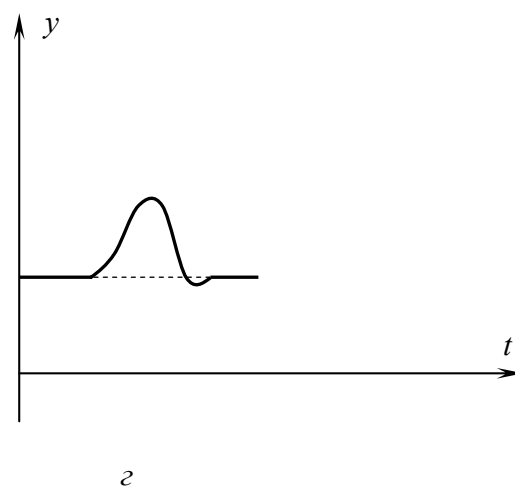
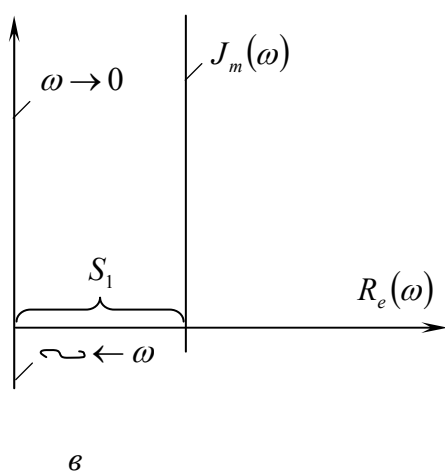
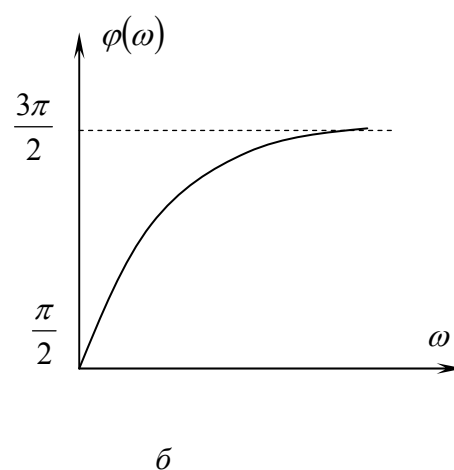
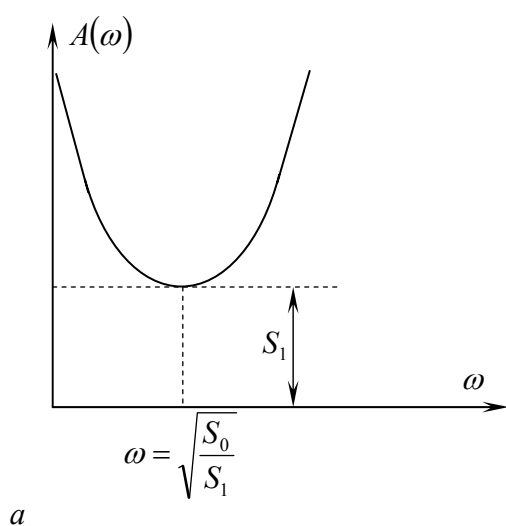
$$A(\omega) = \sqrt{s_1^2 + (\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega})^2}.$$

Бу характеристиканинг кўриниши 14.4-расм, а да берилган. 14.4-расм, б да мутаносиб-интеграл - дифференциал ростлагичнинг ФЧХ си кўрсатилган. Бу характеристика қуйидаги тенгламага мувофиқ тузилади.

$$\varphi(\omega) = \pi + \arctg \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{s_1}$$

Дарак берувчи изодром ростлагичлар бошқа ростлагичлардан илгарилаш бурчагининг катталиги билан фарқ қилади. Ростлагичнинг АФХ си 14.4-расм, в да келтирилган ПИД ростлагичли АРТ ўтиш жараёнининг эгри чизиги 14.4-расм, г да тасвирланган.

Дарак берувчи изодром ростлагичлар учта созлаш параметрига эга; узатиш (кучайтириш) коэффициенти, изодром вақти ва дарак бериш вақти. Шу созлаш параметрларини ўзгатириш билан ростлашнинг исталган сифатига эришилади. ПИД - ростлагичлар ростланувчи катталиқнинг қолдиқли четга чиқишига йўл қуйиб бўлмайдиган ва сезиларли кечикишга эга бўлган инерцион объектларда қўлланилганда ўзини оқлайди.



14. 4- расм. ПИД- ростлагичнинг характеристикалари.

а - амплитуда-частота; б - фаза-частота; в - амплитуда-фаза; г - ростлаш тизимидаги ўтиш жараёни.

14.2-§. АВТОМАТИК РОСТЛАГИЧЛАРНИНГ ТАСНИФИ

Автоматик ростлагичлар саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг ишлатиладиган техник воситалардан ҳисобланади. Ростлагичларни таснифлаш ростлаш қонуни, ростланувчи катталиқнинг тури, ростлагичнинг иш усули, ишлатиладиган энергия тури, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига кўрсатиладиган таъсирнинг характери, ростлагич ишининг характеристикаси (ростлаш қонуни) каби хусусиятларга асосланади.

Ростланувчи катталиқнинг турига кўра ростлагичлар қуйидаларга бўлинади: босим, сарф, температура, сатҳ, намлик ва ҳоказоларни ростлагичлар. Ишлаш усулига кўра бевосита ва билвосита таъсир қилувчи, ростлагичлар мавжуд. Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун ростланувчи объектдан олинган энергиянинг ўзи билан ишловчи ростлагичлар *бевосита таъсир қилувчи ростлагич* деб аталади. Агар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун қўшимча энергия керак бўлса, *билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар* ишлатилади. Фойдаланиладиган энергия турига кўра ростлагичлар электр, пневматик, гидравлик ва аралаш (электр-пневматик, пневмо-гидравлик ва ҳоказо) ростлагичларга бўлинади.

Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига кўрсатиладиган таъсирнинг характери жиҳатидан ростлагичлар узлукли ва узлуксиз ишловчи бўлади. *Узлукли ишловчи* ростлагичларда ижро этувчи механизмнинг фақат ростловчи органи ростланувчи катталиқнинг узлуксиз муайян қийматида ҳаракат қилади. Узлуксиз ишловчи ростлагичларда эса ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи ростланувчи катталиқнинг узлуксиз ўзгариш ҳолатида узлуксиз ҳаракат қилади.

Ростланувчи катталикнинг ўзгариши ва ростловчи таъсир ўртасидаги боғланиш (ёки ижро этувчи механизм ростловчи органининг ҳаракати), яъни ростлаш қонуни назарда тутилган иш характеристикасига кўра ростлагичлар позицион, интеграл (астатик), мутаносиб (статик), изодром (мутаносиб-интеграл), мутаносиб-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи статик), мутаносиб-интеграл-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи изодром) бўлади.

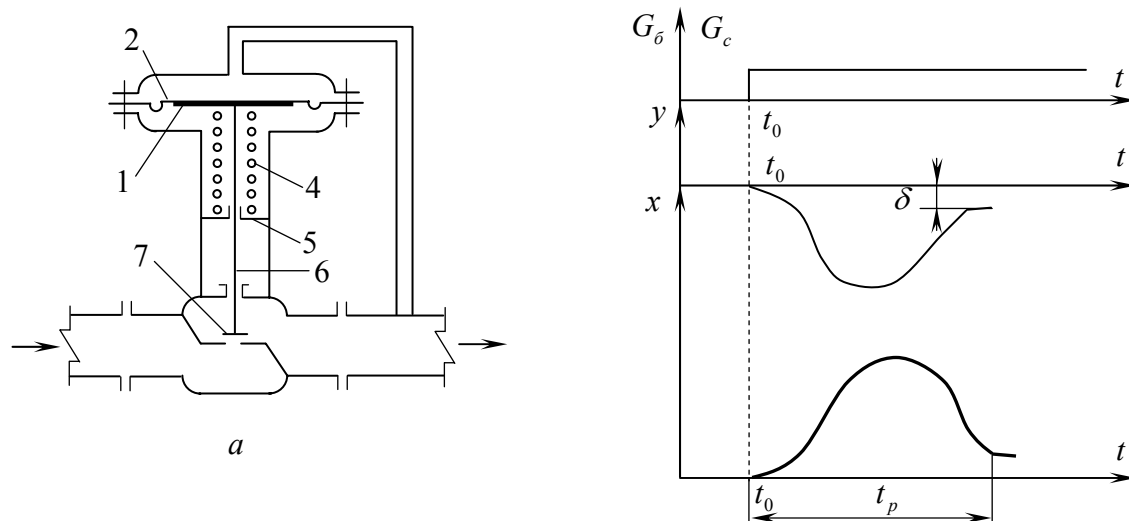
Росталанувчи катталикни вақт давомида талаб қилинган чегарада сақлаб туриш жиҳатидан ростлагичлар стабилловчи, дастурли ва кузатувчи ростлагичларга бўлинади. *Стабилловчи ростлагичлар* ростланувчи катталикнинг берилган қийматга (маълум даражадаги хато билан) тенглашишини таъминлайди. Дастурли ростлагичлар махсус дастурли топшириқ бергич ёрдамида ростланувчи қийматнинг вақт бўйича аввалдан маълум бўлган (қонун) бўйича ўзгаришини таъминлайди. Бу дастур технологик регламент талабларига мувофиқ, тузилган бўлади. *Кузатувчи ростлагичларда* ростланувчи катталикнинг вақт бўйича ўзгариши ростлагич топшириқ бергичига билвосита таъсир қилувчи бошқа катталикнинг ўзгаршига мос бўлади.

14.3-§. БЕВОСИТА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ РОСТЛАГИЧЛАР

Бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар технологиии жараёни автоматлаштиришда кам ишлатилади. Бунга сабаб уларнинг етарли қувватга эга эмаслиги ва кўрсатишларни масофага узатиб бўлмаслигидир. Булар асосан босим, температура ва сатҳ ростлагичларидир.

14.5-расмда бевосита таъсир қилувчи статик босим ростлагичнинг принципиал схемаси тасвирланган. Бу ростлагич «ўзидан кейинги» босимни маълум қийматда сақлаб туради. Ростлагичдан кейинги газнинг босими берилган босимга тенг бўлганда, ростлагич элементлари ҳаракатсиз бўлиб, маълум ҳолатни эгаллайди. Газ босими линия 3 бўйлаб мембрана қисмининг устки бўшлиғига келади ва қаттиқ марказли эластик мембрана 2 га таъсир қилади. Мембрана 2 ижро этувчи механизмнинг ростловчи органидаги затвор 7 билан шток 6 ёрдамида уланган диск 1 га таянади. Мембрана 2 ҳосил қилган

куч пружина 4 орқали мувозанатланади. Пружина 4 нинг дастлабки таранглик қиймати винт 5 ёрдамида ростланади.

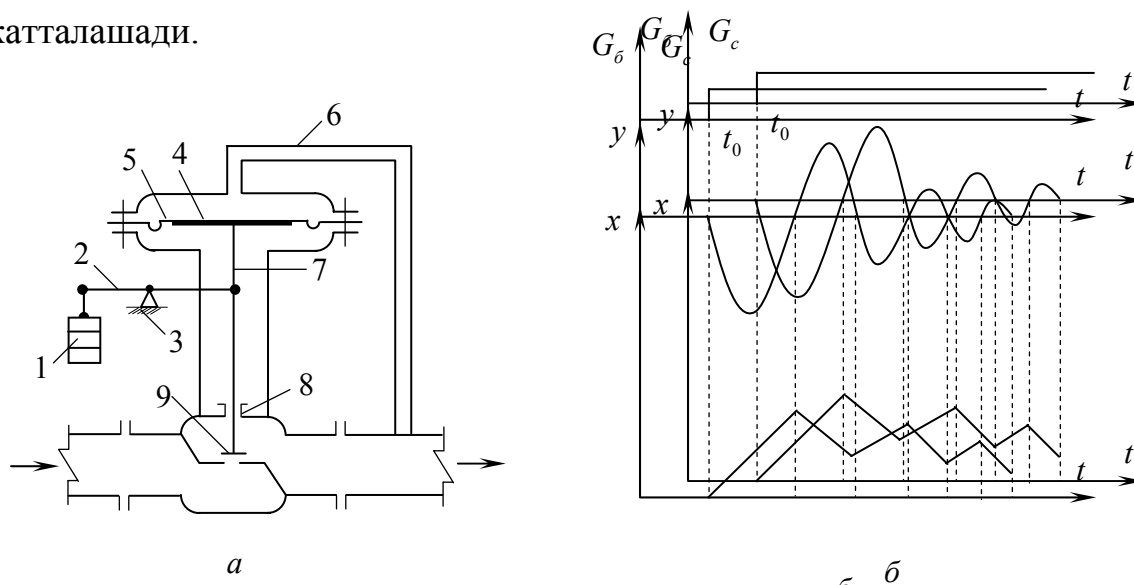


14.5-расм. Бевосита таъсир қилувчи статик босим ростлагичнинг принципал схемаси (а) ва унинг вақт характеристикаси (б).

G_k -газнинг келиши; G_c -газ сарфи; y -ростланаётган катталикнинг четга чиқиши; x -ростлагичнинг чиқиш сигнали(ижро этувчи механизм ростловчи органининг нисбий силжиши) ; ε -қолдиқ хато.

Газ босимининг берилган қийматдан четга чиқиши қанча катта бўлса, қаттиқ марказли мембрана 2 шунча кўп эгилади, шу сабабли пружина 4 ҳам шунча зич қисқаради ва босим таъсиридан мембрана ҳосил қилган кучга тескари таъсир қилади. Эластик пружинадан фойдаланиш ростланувчи босим ва ростловчи органнинг силжиши ўртасидаги мутаносибликка эришиш имкониятини беради. Ростлагич ростланувчи катталикнинг муайян берилган қийматига винт 5 ёрдамида созланади. Ростлаш жараёнининг графикларидан шундай хулоса келиб чиқади, (14.5-расм, б): бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар ғалаёнланиш содир бўлганда, модданин келиши ёки сарфи бўйича ростланувчи катталик y ни берилган қийматга маълум статик хато δ билан вақт t_p мобайнида қайтаради. Бу хато созлаш параметри s_1 га (кучланиш коэффициентига, ростлагичнинг мутаносиблик коэффициентига) боғлиқ.

Кўриб чиқилган ростлагичлар «ўзидан олдинги» газ босимини ҳам ростлай олади. Қувурдаги газнинг босими берилган қийматдан ортиқ бўлгани сабабли шток 6 пастга силжиганда, ростловчи органнинг ўтиш кесими катталашади.



14.6-расм. Бевосита таъсир қилувчи астатик босим ростлагичнинг принципиал схемаси (а) ва унинг вақт характеристикаси (б).

G_k -газнинг келиши; G_c -газ сарфи; y -ростланаётган катталиқнинг четга чиқиши; x -ростлагичнинг чиқиш сигнали(ижро этувчи механизм ростловчи органининг нисбий силжishi).

14.6-расмда бевосита таъсир қилувчи босим астатик ростлагичи тасвирланган. Ростланувчи объектда (қувурнинг маълум участкаси) босимнинг ўзгариши импульс линияси 6 орқали қаттиқ марказли эластик мембрана 5 га таъсир қилади. Бу мембрана ижро этувчи механизмнинг ростланувчи органидаги золотник 9 ва шток 7 билан боғланган ликопча 4 га таянади. Сальник 8 ижро этувчи механизмнинг герметиклигини таъминлайди. Мухитнинг босими ростлагич қабул қилувчи каллагининг устки бўшлиғига келади ва мембрана 5 га таъсир қилади. Мембрана сезгир ва бошқарувчи элемент вазифасимни бажаради. Газнинг ростланувчи босими ростловчи органнинг қанчалик очиклигига боғлиқ.Ричаг 2 шток 7 билан қаттиқ боғланган ва таянч нуктаси 3 га эга. Ричагнинг бўш томонига юк 1 осилади. Юкнинг вазни мембрана 5 ва шток 7 нинг пастга қараб силжишига тескари таъсир қилувчи куч

ҳосил қилади. Юк ва мембрана ҳосил қилган кучлар тенг бўлганда ростловчи органда шток 7 ҳаракатсиз бўлиб, муайян ҳолатни эгаллайди. Агар мувозанат бузилса, яъни ростлаш тизимида тенгсизлик пайдо бўлса, шток 7 силжийди ва ростловчи органдаги ўтиш кесими ўзгаради. Бу ўзгариш мувозанат қайтадан тиклангунча давом этади. Ростловчи органнинг силжиш тезлиги ростланувчи параметрнинг берилган қийматдан четга чиқишига мутаносиб бўлиб, найча 6 дан ўтиб ростлагичнинг қабул қилувчи қисмига келадиган газ қийматига боғлиқ. Ростлаш системси маълум инерционликка эга бўлгани сабабли ростлаш жараёнида ўта ростлаш мавжуддир, бунинг натижасида ўтиш жараёнининг вақти чўзилади. Шунинг учун, астатик ростлагичларнинг ишлатилиши бирмунча чекланган.

14.4-§. ЭЛЕКТР РОСТЛАГИЧЛАР

Электр ростлагичлар ишлаб чиқариш жараёнларини авто-матлаштиришда кенг ишлатилади. Бунга қуйидаги омиллар сабаб бўлади.

1. Ноэлектрик катталикларни электр ростлагичлар ёрдамида ўлчаш усуллари яхши ишланган ва автоматик ўлчашнинг бир қатор масалаларини ҳал қилишга, кенг спектрдаги физик-кимёвий параметрларни ноинерцион ўзгартишга ва уларни технологик регламентларга риоя қилган ҳолда ростлашга имкон беради.

2. Турли мураккаб математик операцияларни бажаришни талаб қилувчи ҳар хил ростлаш қонунларини электр элементларда амалга ошириш принципиал қийинчиликларни ҳосил қилмайди.

3. Ростлаш тизимларидаги электр юритмаларда энергия таъминоти узилиб қолганда, ижро этувчи механизм қандай ҳолатни эгаллаб турган бўлса, шу ҳолатда тўхтайди, пневматик юритмаларда эса бундай шароитда ростловчи органнинг ўтиш кесими ёки батамом берқилади, ёки тўла очилади ва авария хавфи ҳосил бўлади.

4. Электр датчик ва ўзгартгичларнинг кўрсатишини масофага узатиш жуда оддий бажарилади.

5. Электр ростлагичларнинг ишлаши етарли даражада ишончлидир.

Электр ростлагичларнинг қуйидаги модификацияси ва қўшимча қурилмалар комплекти ишлаб чиқарилган:

- 1) унификациялашган электрон агрегат тизимлари (ЭАУС)
- 2) «Теплоприбор» заводининг ростлагичлари;
- 3) автоматик назорат ва ростлашнинг унификациялашган тизими (УСАКР).

ЭАУС асбоблари энергетика, металлургия, қурилиш материаллари ҳамда озиқ-овқат саноатларида ишлатилади. Тизим ростлашнинг мутаносиб, мутаносиб-интеграл, мутаносиб-дифференциал ва мутаносиб-интеграл дифференциал қонларини амалга оширади. Тизимнинг блоклари узлуксиз ёки узлукли чиқиш сигналларига эга. Тизимдаги алоҳида ростловчи блокнинг узлуксиз чиқиш сигналинини бошқа бир блокнинг киришига келтириш мумкин, бу эса каскад ёки бир турли ростлаш схемаларини амалга ошириш имконини беради. Тизим тузилиши бўйича аппарат принципига асосланади. Бунда, ростловчи блоklar чиқиш сигналларини тўғри датчиклардан қабул қилади. Тизим блок (агрегат) принципида қурилган деганда, унинг таркибига турли вазифани бажарувчи блоklar (датчиклар, ўлчов ўзгартгичлари, иккиламчи асбоблар, ростлагичлар, топшириқ бергичлар, дифференциаторлар натижаларни масофадан туриб кўрсатувчи асбоблар, ижро этувчи механизмлар ва бошқалар) кирган тизимни тушуниш лозим. Бу қисмларни муайян усуллар билан боғлаб стабилловчи, кузатувчи, дастурли ва кўп алоқали ростлаш тизимларини яратиш мумкин. Тизимни ишлаб чиқишда айрим блоklarнинг чиқиш сигналларини унификациялаш талаби назарда тутилган. ЭАУС тизими токли схемани амалга оширади чиқиш сигнали 0,5...5 мА чегараларда ўзгарувчи доимий ток). Чиқиш сигналлари доимий ёки ўзгарувчи кучланишга эга бўлган, индуктив, трансформаторли ёки ферродинамик датчиклар билан таъминланган асбобларнинг ҳам чиқиш сигнали 0,5...5 мА диапазондаги доимий токка эга бўлиб, меъёрловчи ўзгартгичлар билан биргаликда ишлатилиши мумкин.

14-1-жадвалда тизим ростловчи қурилмаларнинг русумлари келтирилган.

14.1-жадвал

Ўлчаш блокининг вазифалари ва русумлари	Шаклланувчи блоklarга эга бўлган ростловчи қурилмаларнинг русумлари		
	ЭР-62 (ЭР-62-ЭГ) (ПИ-ростлаш қонуни, реле контактли чиқиш)	РПИ ва РП-2 (РПИ-ЭГ) (ПИ-ростлаш қонуни, реле контактсиз чиқиш)	КПИ-62 (РИ-ростлаш қонуни, узлук сиз контактсиз чиқиш)
1	2	3	4
Ўзгарувчан токли учта (индуктив, дифференциал- трансформатор ва ферродинамик) датчик сигналларини қўшиш (И-III) Шунинг ўзи, фақат тўртта датчик учун (И-IV) Термोजуфт сигналинини ўзгартириш (И-Т) Термोजуфт сигналинини ўзгарувчан токли иккита датчик сигналлари билан қўшиш (И - Т2) Қаршилиқ термометрининг сигналинини ўзгартириш (И-С) Иккита қаршилиқ термометрларнинг сигнал- ларини қўшиш, (И - 2С) Магнитли кислород ўлчагич сигналинини ўзгартириш(И-МК) Унификациялашган иккита	РПИК-III РПИК -IV РПИК -Т РПИК -Т2 РПИК -С РПИК -2С РПИК -МК	РПИБ -III РПИБ -IV РП2 -П2 РПИБ -Т РП2 -Т2 РПИБ -Т2 РПИБ -С РПИБ -2С РП2 -2 РПИБ-М К	КПИ -III КПИ -IV КПИ-Т КПИ -Т2 КПИ -С КПИ -2С КПИ -М

0 ... 5 мА сигналларни қўшиш	-		
Унификациялашган тўртта		РП -2	-
0 ... 5 мА сигналларни қўшиш	-	-	-
	-	РП2 -У2	-

ЭАУС ларнинг шакллантирувчи блоклари ростлашнинг изодром қонуни амалга оширади. Ростлашнинг ПИД қонунини амалга ошириш учун қўшимча равишда ДЛП-П ёки ДЛ-Т дифференциаторлардан фойдаланиш керак.

Дифференциаторлар ПИД ростлаш қонунини шакллантиришда ва ростлаш қонунига оралиқ нуқталардан ҳосила киритишда ишлатилади.

14.5-§. ПОЗИЦИОН РОСТЛАГИЧЛАР

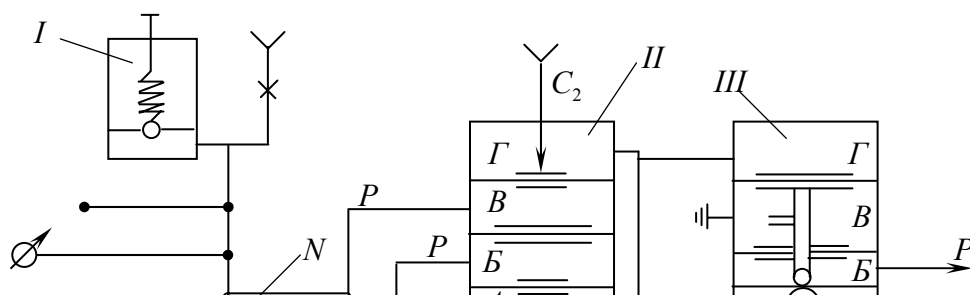
Ростлаш қонунлари ичида реле қонуни энг оддий ҳисобланади. Буни пневматик, электр ва бошқа ростлагичлар воситасида амалга ошириш мумкин. Унда ростланаётган катталиқнинг берилган қийматидан четга чиқишидан фойдаланилади. Икки позицияли ростлагичлар кенг тарқалган бўлиб, бунда, ростловчи орган иккита четки ҳолатдан (очиқ ёки ёпиқ) бирини эгаллайди. Мавжуд назорат-ўлчов асбобларининг (электрон кўприк ва потенциометрлар, манометрлар, термометрлар ва бошқалар) кўпчилиги икки ва уч позицияли ростлашнинг содда воситалари билан таъминланган.

Позицион электр ростлагичлар ўлчанаётган параметрнинг берилган қийматини икки ёки уч позицияли ростлаш ва ўрнатишга имкон беради. 14.7-расмда позициян электр ростлагичларнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Позицион электр ростлаш топшириқ берувчи механизм асбобга ўрнатилган контактли топшириқ бергич ва қўшимча қурилмага ППР-1М реле блоки орқали амалга оширилади. Позицион электр ростлагич икки хил ростлашнинг бир тури учун мўлжалланган: носезгир зонада қайд этилган энг кичик қийматни икки позицияли ростлаш (14.7-расм, б, в); ўрта контактнинг созланувчи улаш зонасига эга бўлган уч позицияли ростлаш (14.7-расм, а).

параметрнинг қиймати берилгандан кўп бўлса, ҳаракатсиз контакт 1 томон (2, 1 контактлар -«Кўп») силжийди.

Носезгир зонадаги катталикини қайд этадиган икки позицияли ростлашда контактли топшириқ бергичда фақат битта ҳаракатсиз контакт 1 ёки 3 ишлатилади. Икки позицияли ростлаш б ва в вариантлари (14.7-расм) бири-бирига ўхшаш бўлиб улардан фойдаланиш параметрнинг катталиши ёки кичиклашишига боғлиқ. Масалан, ҳаракатчан контакт 2 нинг ҳаракатсиз контакт 1 билан уланиш пайтида (14.7-расм, в) Р2 реле ишга тушади ва О-А занжирни беркитади. Контактлар 1, 2 узилганда Р2 реле бўлиб, О-А занжир очилади, О-С занжир эса беркилади. Бу схемадаги иккинчи ҳаракатсиз контакт механик таянч вазифасини бажаради ва схемага уланмайди.

Уч позицияли ростлаш ҳолатида (14.7-расм, а) контактли топшириқ бергичдаги иккала ҳаракатсиз контактлар 1 ва 2 ишлатилади. Ҳаракатчан контакт 2 ҳаракатсиз контакт 1 билан уланганда Р2 реле ишга тушади ва ишловчи О-А занжир беркилади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 1 дан ажралган вақтда Р2 реле манбадан узилиб, якорь бўшайди, О-А занжир эса очилади, лекин О-С занжир беркилади. Бу ҳолат ҳаракатчан контакт 2 ҳаракатсиз контакт 3 билан улангунча сақланади, яъни параметрнинг ўрнатилган носезгир зона чегарасида бўлиш вақтида бу ҳолат сақланиб келади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 3 билан уланганда Р1 реле ишга тушади, бунда, О-С ишловчи занжир узилади ва О-В занжир беркилади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 3 дан ажраганда, Р1 реле манбадан узилади, якорь бўшайди. О-В занжир очилиб яна О-С занжир беркилади. Тизимнинг нотурғун ишлашининг олдини олиш учун иккала реле ҳам Д1 диод ва С сиғим орқали тўғриланган ток билан таъминланади. Д2 ва Д3 диодлар учқун ўчирувчи диодлардир. R қаршилик реленинг қайтишидаги коэффициентни камайтириб, тизимнинг турғунлигини оширади. Ростланувчи орган ёки сигнализация занжири уланган куч занжирлар О, А, В, С клеммаларга уланади.



14.8-расм. ПР1.5 позицион ростлагичининг принципиал схемаси.

ППР-1М қурилма қўшимча асбобга ўрнатилган трансформатордан 33В кучланиш билан таъминланади.

ПР1.5 позицион ростлагичи. ПР1.5 ростлагичи ростланаётган ёки ўлчанаётган параметрнинг қиймати берилган катталиқдан фарқ қилганда 0 ва 1 қийматга эга бўлган дискрет пневматик сигналларни ҳосил қилиш ҳамда икки позицияли ростлаш учун ишлатилади. Ростлагич (14.8-расм) уч мембранали таққослаш элементи 2, қувват кучайтиргичи 3, алмашлаб улагич 4 ва қўл билан топшириқ бергич 1 дан тузилган.

Ўлчаш блокидан келган кириш сигнали таққослаш элементининг Б камерасига, топшириқ бергичдан келган босим В камерага берилади. Агар кириш сигнали берилган босим қийматидан катта бўлса, у ҳолда сопло С2 ёпик бўлиб, таққослаш элементининг чиқишидаги сигнал 0 га тенг бўлади. Кириш сигнали берилгандан кичик бўлса, сопло С2 очилади ва чиқишда бирга тенг бўлган сигнал қувват кучайтиргичининг Г камерасига боради. Қувват кучайтиргичи бу сигнални кучайтириб, ижро этувчи механизмга беради.

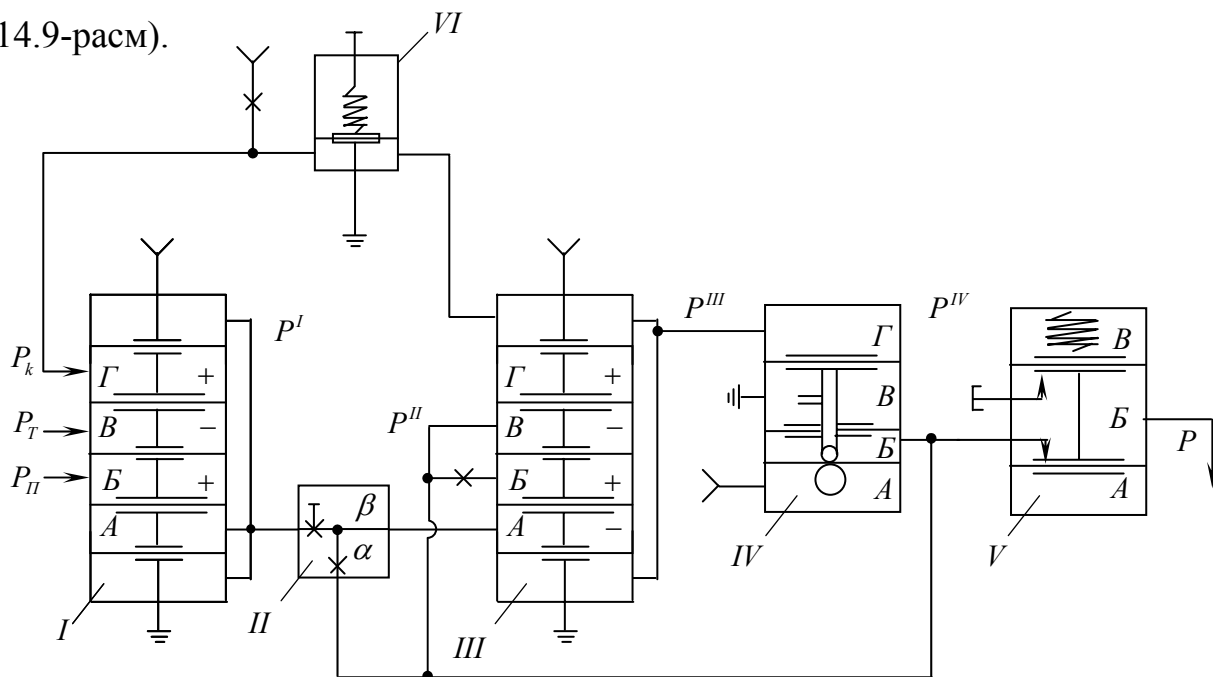
ПР1.5 ростлагичи ПВ10.1Э, ПВ10.1П; ПВ10.2Э, ПВ10.2П; ПВ3.2 каби иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

14.6-§. МУТАНОСИБ РОСТЛАГИЧЛАР

Мутаносиб ростлагичлар деганда ростловчи органнинг ростланувчи параметри ва топширилган қиймат орасидаги фарққа нисбатан мутаносиб силжиши тушунилади. Ростланувчи параметрнинг вақт бўйича ўзгариши ва ростловчи органнинг силжиши бир қонун бўйича амалга ошади. Ростланувчи

параметрининг ҳар бир қийматига, ростловчи органнинг маълум бир ҳолати мос келади.

ПР2.5 мутаносиб ростлагичи. ПР2.5 ростлагичи ростланувчи параметрни берилган катталиқда ушлаб туриш мақсадида чиқишда ижро этувчи механизмга таъсир этувчи узлуксиз сигнал олиш учун мўлжалланган. Асбоб иккиламчи асбобнинг қўл билан топшириқ бергичи ёки стандарт пневматик сигналли бошқа қурилмадан масофадан туриб топшириқ олувчи ростлагичдан иборат (14.9-расм).



14.9-расм ПР2.5 мутаносиб ростлагичнинг принциал схемаси.

Ростлагич иккита таққослаш элементлари I ва III дросселли сумматор II, қувват кучайтиргичи IV, ўчирувчи реле V, қўл билан топшириқ бергич VI лардан иборат. Топшириқ бергич 'ва ўлчовдан келган сигналлар P1 ва P2 таққослаш элементи I нинг мембраналарига таъсир этади (манфий камера B, мусбат камера Б) ва тескари алоқа мембраналарида ҳаво босими ҳосил қилган куч (камера А) билан мувозанатлашади. Таққослаш элементи I нинг P^1 чиқиш босими ўтказувчанлиги β бўлган дроссели сумматор II нинг ростланувчи дроссели орқали таққослаш элементи III нинг А камерасига боради, худди шу камерага ўтказувчанлиги α бўлган дроссели сумматор II нинг ўзгармас дроссели орқали $P_{чик} = P^{IV}$ чиқиш босими ҳам келади. Таққослаш элементи III

нинг чиқиш босими қувват кучайтиргичи ёрдамида кучайтирилади ҳамда иккинчи таққослаш элементи билан манфий тескари алоқада бўлади. Тизимда ҳосил бўладиган автотебранишларни йўқотиш мақсадида таққослаш элементи III га иккита тескари алоқа киритилган: В камерага манфий ва Б камерага мусбат. Тизим мувозанати бузилган ҳолларда рўй берадиган автогебранишлар мусбат тескари алоқа йўлига ўрнатилган ўзгармас дроссель билан тўхтатилади.

Қўл билан бошқаришга ўтиш мақсадида ростлагични узиш учун ўчирувчи реле V дан фойдаланилади. ПР2.5 ростлагичи ПВ10.1Э, ПВ10.1 П, ПВ10.2Э; ПВ.2П, ПВ3.3 русумидаги иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

14.7-§. ИНТЕГРАЛ РОСТЛАГИЧЛАР

Интеграл (астатик) ростлагичлар деб ростланаётган параметри топширилган қийматдан четга чиққанда ростловчи органнинг ростланувчи параметр четга чиқишига мутаносиб тезликда ҳаракат қилишига айтилади. Астатик ростлагичлар ишлатилганда ростланувчи параметрнинг мувозанат қиймати юкга боғлиқ эмас ва статик хато нолга тенг бўлади. Агар ростланаётган катталик берилган қийматидан четга чиқса астатик ростлагич ростловчи органни ростланувчи катталик қиймати топширилган даражага етгунча ҳаракатга келтириб туради.

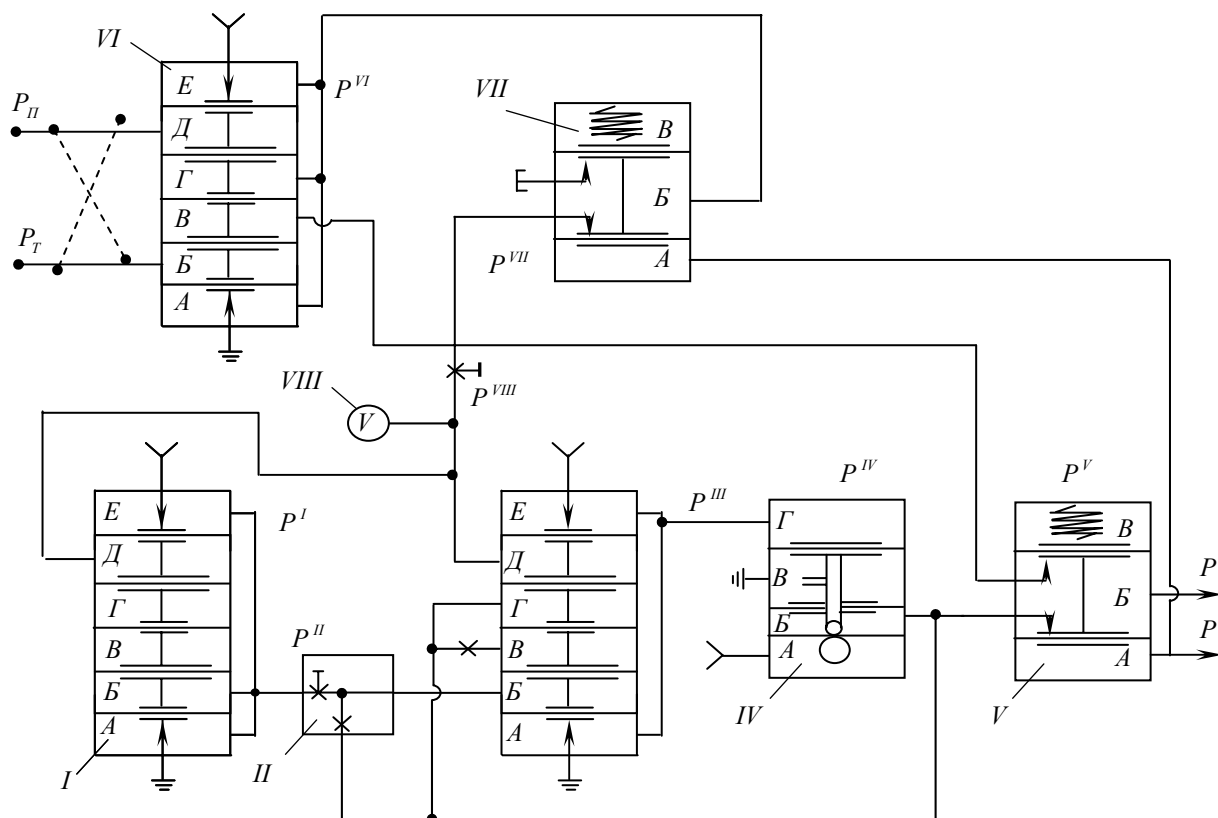
Ўзининг динамик хусусиятлари жиҳатидан интеграл ростлагичлар турғун эмас, шунинг учун ҳам улар мустақил қурилма сифатида ишлаб чиқарилмайди.

14.8-§.МУТАНОСИБ-ИНТЕГРАЛ (ИЗОДРОМ) РОСТЛАГИЧЛАР

ПР3.21 ростлагичининг вазифаси ПР2.5 ростлагичининг вазифасига ўхшаш. У таққослаш элементлари I, II, VI, дросселли сумматор II, қувват кучайтиргичи IV, узувчи релелар V, VII ва сиғим VIII дан иборат (14.10-расм).

Бу ростлаш блоки иккита мутаносиб ва интеграл қисмлардан тузилган. Уларнинг киришига датчикдан ростланаётган катталикнинг пневматик сигнали

P_n ва иккиламчи асбобга ўрнатилган топшириқ бергичдан ростланувчи катталиқнинг берилган қиймати келиб, $0,2,...1 \text{ кгк/см}^2$ оралиқда бўлади. Блокнинг мутаносиб қисмн ғалаёнланишдан сўнг ҳаракатга келиб, унинг ўзи эса сумматор I. III ва дросселли сумматор II дан тузилган.



14.10- расм. Мутаносиб-интеграл ростлагичнинг принципиал схемаси.

ПР3.21 ростловчи блокнинг интеграл қисми сумматор VI ва кучайтириш коэффиценти $K=1$ бўлган биринчи даражали аperiодик бўғиндан тузилган бўлиб, пневматик интегралловчи бўғиндан иборат. Мутаносиб ва интеграл қисмларнинг чиқиш сигналлари ячейка II да қўшилади. Бунинг учун интегралловчи бўғиннинг чиқиши ячейка II нинг I ва III сумматорлари киришига берилиши лозим.

Созлаш параметрларининг (кучайтириш коэффиценти - K_p , изодром вақти - T_n) ўзаро боғлиқ эмаслиги блокнинг муҳим афзаллигидир.- Кучайтириш коэффиценти (K_p) дроселли сумматордаги ўзгарувчи дросселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатади, дроселлаш диапазони ДД-3000 ... 5

чегарада ўзгаради, бу эса кучайтириш коэффициентининг қиймати 0,03 ... 20 бўлишига мос келади.

Изодром вақти T_n аperiодик бўғин таркибига кирган ўзгарувчи дросселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатилади ва у 3 секунддан 100 минутгача бўлиши мумкин. ПР3.21 ростлагичи ҳам ПР2.5 ростлагичи ишлайдиган иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

Маҳаллий топшириқ бергич ПР3.22 ростлагичи ПР3.21 дан асбоб киришининг топшириқ линиясида қўл билан топшириқ бергич борлиги билан фарқланади.

ПР3.26 ва ПР3.29 ростлагичлари керак бўлган дросселлаш диапазонини ўрнатиш имконини берувчи қайта улагич билан таъминланган. Қайта улагичнинг учта қайд қилинган ҳолати бор.

I. ДД = 2 ... 50%; II. ДД=50 ... 200%; III. ДД = 200 ... 800% $T_n=0,025$ минутдан ∞ гача ўзгаради. ПР3. 29 ростлагичи ПР3.26 дан маҳаллий топшириқ бергичи борлиги билан фарқ қилади.

Тўғри чизиқли статик характеристикали ПР3.21 ва ПР3.32 ростлагичларида дросселлаш диапазонини 2 ... 3000% гача созлаш мумкин.

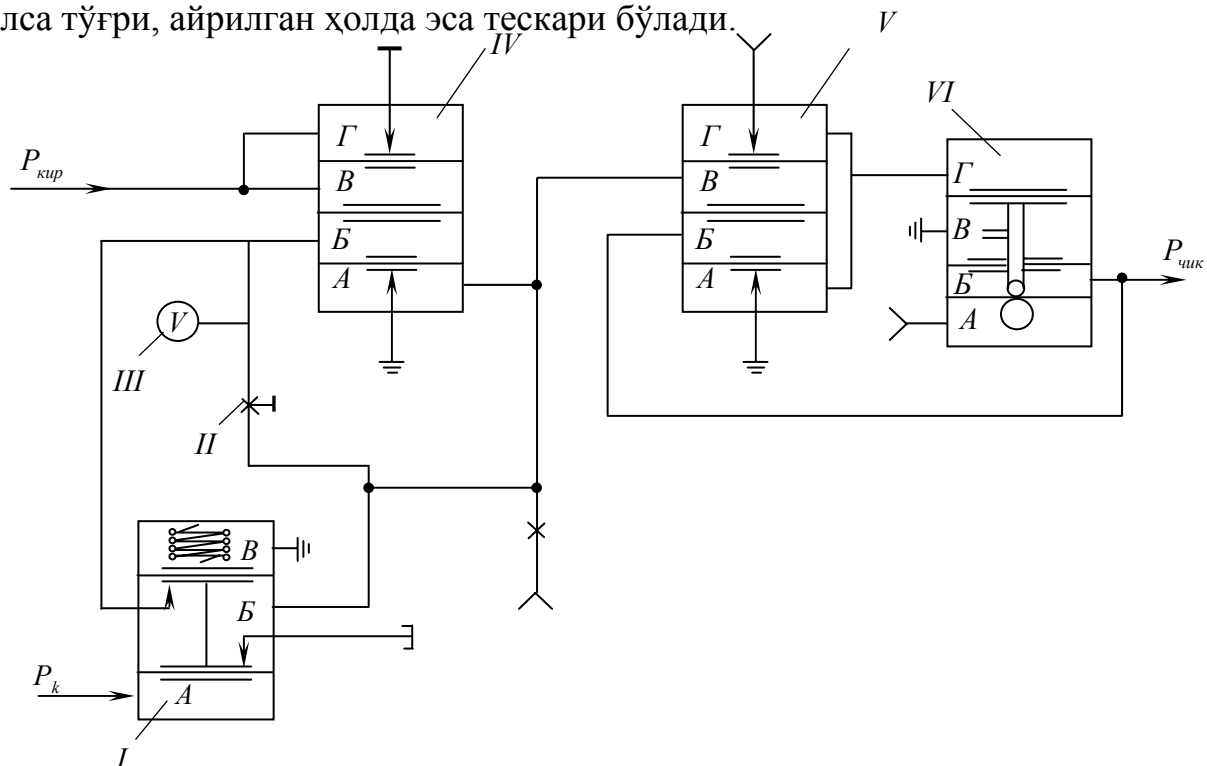
ПР3.23 ва ПР3.33 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга боровчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат қилади. Ростлагичларда нисбат бўғинси бўлиб, унга доимий дроссель ростловчи дроссель ва топшириқ бергичлар киради. Нисбатни созлаш чегараси 1:1 дан 5:1 гача ёки 1:1 дан 10:1 гача. ПР3.24 ва ПР3.34 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини учинчи параметр бўйича тўғрилаш билан ростлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга боровчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат қилади.

14.9-§. МУТАНОСИБ–ДИФФЕРЕНЦИАЛ РОСТЛАГИЧЛАР

Агар ростлаш объектида юкнинг ўзгариши тез ва кескин, шунингдек, кечикиш катта бўлса изодром ростлагичлар талаб этилган ростлаш сифатини таъминлай олмайди, яъни бу ҳолда уларда катта динамик хато ҳосил бўлади.

Ростлаш жараёнини параметрнинг ўзгариш тезлигига боғлиқ бўлган қўшимча кириш сигнали воситасида яхшилаш мумкин. Кечикиши сезиларли бўлган объектларда технологик жараёнларни ростлаш учун ПД-ростлагичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Агар дифференциал қисм ростловчи таъсирнинг бошқа қисмларига қўшилса тўғри, айрилган ҳолда эса тескари бўлади.



14.11-расм. ПФ 2.1 Тўғри аввалдан таъсир ростлагичи.

ПФ2.1 тўғри аввалдан таъсир ростлагичи ростлаш занжирига берилган катталиқдан параметрнинг четга чиқиш тезлигига мос таъсир киритиш учун мўлжалланган (14.11.расм). Сиқилган ҳажмдаги ҳавонинг кириш сигнали (ростлагич ёки датчикдан) таққослаш элементи IV нинг В ва Г камераларига боради ва инерцион бўғин орқали ўша элементнинг В камерасига берилаётган таъминловчи ҳаво босими билан мувозанатлашади. Чиқиш камераси А кузатувчи тизим схемаси асосида уланган. Агар параметрнинг четга чиқиш тезлиги нол ёки нолга яқин бўлса, таққослаш элементи IV нинг чиқишига кириш сигнали Р билан кузатилади. Агар босим ўзгара бошласа, масалан, ўзгармас тезликда ортса, у ҳолда В камеранинг олдида дроссель-қаршилик II борлиги туфайли В ва Г камера мембранасидаги босимлар йиғиндиси Б ва А камеранинг мембраналаридаги кучланишдан катта бўлади. Натижада

таққослаш элементи IV даги сопло берқилиб, А камерада босим кескин ошади. Чиқишда киришдаги босимдан илгариловчи сигнал пайдо бўлади. Илгарилаш катталиги киришда босимнинг ўзгариш тезлиги ва аввалдан таъсир дросселининг қанчалик очиклигига боғлиқ. Таққослаш элементи IV дан чиққан сигнал элемент V ва қувват кучайтиргичи VI дан ташкил топган кучайтиргичнинг киришига боради. У таққослаш элементи кучайтиргичининг хатосини йўқотишга хизмат қилади. Ўчириш релеси I аввалдан таъсир дросселини беркитишга мўлжалланган. Буйруқ босим $P_k=0$ бўлганда сопло ёпик бўлиб Б камерага ҳаво аввалдан таъсир дроссели орқали ўтади. Ростлагични ўчириш учун иккиламчи асбобдан буйруқ босими P берилиб, бунда, сопло очилади ва кириш сигнали ($P_{кир}$) бевосита Б камерага келади. Бу ҳолда таққослаш элементи IV га келувчи учала сигнал ўзаро тенг, чиқишдаги босим эса киришдагига тенг бўлади. Аввалдан таъсирни 0,05...10 минутгача ораликда созлаш мумкин.

14-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Бевосита таъсир қилувчи ростлагич
2. Билвосита таъсир қилувчи ростлагич
3. Дастурли ростлагич
4. Дросселлаш диапазони
5. Изодром вақти
6. Кузатувчи ростлагич
7. Ростлаш қонуни
8. Ростлашнинг дифференциал қонуни
9. Ростлашнинг интеграл қонуни
10. Ростлашнинг статик қонуни
11. Ростлашнинг мутаносиб-дифференциал қонуни

12. Ростлашнинг мутаносиб-интеграл қонуни
13. Ростлашнинг мутаносиб-интеграл-дифференциал қонуни
14. Стабилловчи ростлагич
15. Тўғри даражалаш

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ростлаш қонуни деб нимага айтилади?
2. Ростлашнинг статик қонуни деганда нимани тушунаси?
3. Ростлашнинг интеграл қонуни нима?
4. Ростлашнинг мутаносиб-интеграл қонунининг тавсифини келтиринг.
5. Ростлашнинг дифференциал қонунига таъриф беринг.
6. Ростлашнинг мутаносиб-дифференциал қонуни деганда нимани тушунаси?
7. Ростлашнинг мутаносиб-интеграл-дифференциал қонуни қандай афзалликларга эга?
8. Бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар деб нимага айтилади?
9. Нима учун ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришда электр ростлагичлар кенг қўлланилади?
10. Позицион ростлагичлар ишлаб чиқаришнинг қайси соҳаларида ишлатилади?
11. Изодром ростлагичлар деганда нимани тушунаси?

XV боб. АГРЕГАТ ТИЗИМЛАР ВА КОМПЛЕКСЛАР

15.1-§. УМУМИЙ ТИЗИМНИНГ БОҒЛАНИШИДА БУЙОРТМАЧИННИНГ ВАЗИФАЛАРИ

Автоматлаштирилган тизимдан технологик жараённи бошқаришда фойдаланиш мумкин бўлиши учун даставвал унинг объект билан алоқасини таъминлашга мўлжалланган элементлар тўғрисида ўйлаб кўриш зарур. Айни ҳолда гап шундай алоқани амалга оширишда ишлатиладиган датчиклар ва ижро этувчи механизмлар ҳақида бормоқда.

Датчик ва ижро этувчи механизмларнинг қарерга - тизимга ёки бошқариш объектига боғланиши ҳақида бахслашиш мумкин, лекин улар қарерга тааллуқли ёки боғланган бўлмасин бир нарса аниқ: бу воситалар бир томондан объектнинг

ажралмас қисми, чунки улар унинг ичига ўрнатилган ва маълумотларни ишлов бериш учун узатишга ҳамда бу ишлов бериш натижасида олинган буйруқларни бажариш учун қабул қилишга имкон беради; иккинчи томондан улар бошқариш тизимининг ажралмас қисмидир, чунки датчиклар ҳам, ижро этувчи механизмлар ҳам органиқ жихатдан унга мувофиқ келиши, яъни тизимнинг бошқарилувчи жараён ҳақидаги кирувчи ахборотни қабул қилиши учун, бошқарув объектининг эса бошқарувчи ҳисоблаш машинасидан (БХМ) келаётган чиқувчи ахборотни қабул қилиши учун мослашган бўлиши керак.

Ҳозирда датчик ва ижро этувчи органларни технологик жихозлар (агрегатлар, станоклар ва бошқалар) билан комплекс етказиб бериш анъанаси мавжуд бўлиб, бунда, уларни турли хил ҳисоблаш техникаси (ХТ) воситалари билан турлича уланишлар эҳтимоли ҳисобга олинади. Демак, уларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва характеристикалари шу мақсад учун мос келиши керак. Шунинг учун, бошқарув объектининг БХМ билан боғланиш органларини танлаш буюртмачининг вазифаси деб ҳисоблаш лозим. Қуйида бундай органлар қандай асосий талабларга жавоб бериши кераклигини ва уларни танлашда асосий эътиборни нимага қаратиш лозимлигини қараб чиқамиз.

1. Датчик чиқиш сигналининг физик табиати.

Ҳисоблаш техникаси воситалари, одатда, электр сигналлари кўринишида бериладиган маълумотлар билан, баъзида эса бошқа табиатдаги сигналлар билан (масалан, пневмоэлементлар, оқимчали элементлар асосида) иш кўради. Лекин кўпчилик ҳолларда датчикнинг чиқишидан маълум характеристикали электрсигналлар ҳосил қилиниши керак. Шунинг учун, ноэлектрик катталиклар (температура, босим, фазода вазиятни ўзгартиришва ҳоказо) датчиклари, одатда, ноэлектрик катталикларни электр сигнаliga ўзгарткичлар билан таъминланган. Бу ўзгарткичлар (уларни баъзан иккиламчи асбоблар дейилади) тузилиш жихатдан, одатда, ўлчовчи (қайд этувчи) элемент билан биргаликда тайёрланади, «датчик» атамаси эса ўзгарткич билан биргаликдаги ўлчов элементини ифодалайди.

2. Датчик чиқиш сигналининг параметрлари.

Замонавий ҳисоблаш техникаси воситалари қуйи даражадаги (тахминан 6-24 В ўзгармас токда) дискрет электр сигналлари билан ишлашга мўлжалланган. Шунинг учун, датчик чиқиш сигналининг даражаси шу даражага мос келиши мақсадга мувофиқдир. Объект билан боғланиш қурилмалари асосида (ОБК) ишлаб чиқиладиган ҳисоблаш техникаси воситалари комплектига, одатда, юқори вольтли (юқори кучланишли) сигналларни (масалан, 220 В) қабул қилиш учун мўлжалланган блоклар ҳам киритилган. Бироқ бундай блоклардан фойдаланиш фақат чиқиши паст вольтли датчикдан фойдаланиш мумкин бўлмаган ҳоллардагина мақсадга мувофиқдир.

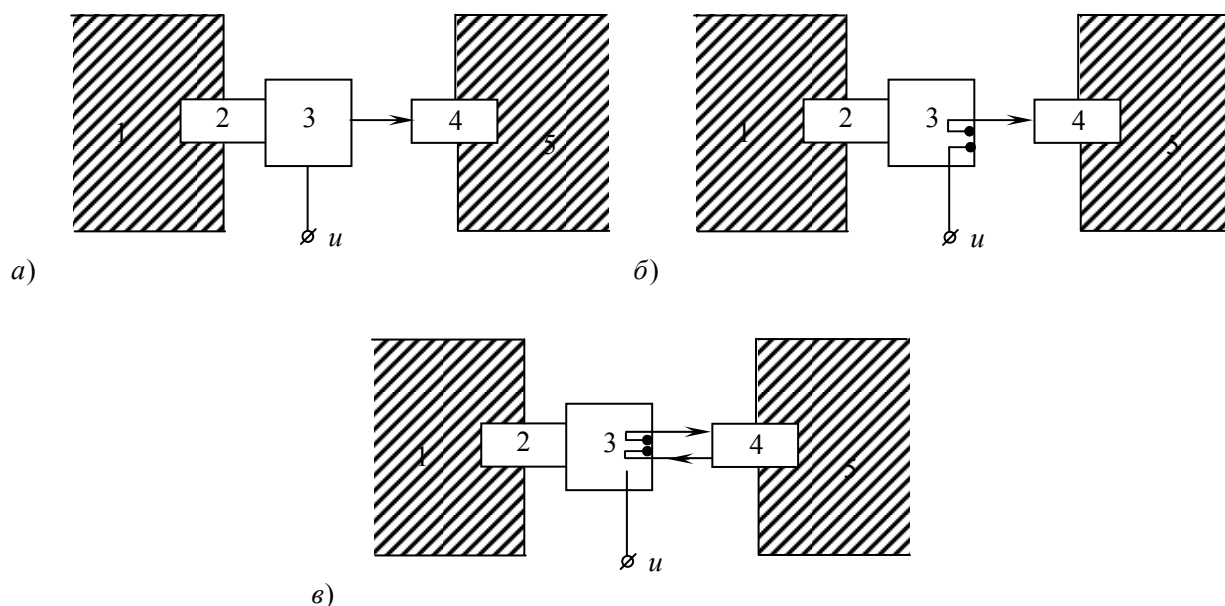
Дискрет сигналлар датчиги чиқишда фақат икки қийматга эга бўлиши, уларни 0 (сигнал йўқ) ва 1 (сигнал бор) тарзида талқин этиш мумкин. Бундай датчикларни танлашда буюртмачи ўзгарткичнинг чиқишида 0 электр сигналининг максимал қиймати 1 сигналнинг максимал қийматидан (тизим бу қийматларни 0 учун 1 ни ва аксинча қабул қилиб «адаштирмаслик» учун) анча фарқ қилиш (5-10 марта) кераклигини ҳисобга олиш лозим.

Ўхшаш сигналли датчиклар ўлчанаётган катталиқнинг бутун диапазони бўйича стандарт чиқишга эга бўлиши керак (одатда бу токнинг 0 дан 5 мА оралиқда ўзгариши, кучланишнинг 0 дан 10 В гача оралиқда ўзгариши ёки айрим ҳолларда датчик ҳосил қиладиган частота ўзгаришидан иборатдир).

3. Датчикларнинг турини танлаш.

Ишлаш принципига кўра датчиклар контактли ва контактсиз турларга бўлинади. Контактли датчикнинг чиқишидаги сигнал контактларнинг масалан, электр реле контактларининг) механик туташуви ҳисобига электр занжирининг уланиши натижасида шаклланади. Контактсиз датчик чиқишидаги сигнал контактсиз элементнинг (масалан, транзисторнинг) қайта уланиши натижасид шаклланади. Ҳисоблаш техникаси воситалари контактсиз элементлардан қилингани учун ўзининг ишлаш принципи бўйича ҳам, электр сигналлари параметрлари бўйича ҳам тизимга осон мослашиб кетадиган контактсиз датчиклар афзалроқдир.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, контактли датчиклардан фақат бошқалари бўлмаганда ёки датчик билан тизим кириши ўртасида гальваник боғланиш йўқлигини таъминлаш талаб қилинган ҳоллардагина фойдаланиш мумкин (маълум бир сабабларга кўра). У ҳолда объектнинг чиқиш сигнали сифатида датчикнинг «соф» контактидан фойдаланилади.



15.1-расм. Контактсиз ва контактли датчикларнинг тизим билан боғланиш схемалари.

а - контактсиз датчикнинг тизим чиқиши билан боғланишининг схематик кўрсатилиши, б, в - датчикларнинг контактли ўзгарткич билан уланган икки усулининг схематик кўрсатилиши.

15.1-расм, а да контактсиз датчикнинг чиқиши билан боғланиши схематик кўрсатилган. 15.1-расм б, в да эса датчикларнинг контактли ўзгарткич билан уланишининг икки усули схематик кўрсатилган.

15.1-расмда қуйидагилар шартли равишда тасвирланган: 1-бошқариш объекти; 2-датчикнинг ўлчаш elementi; 3-контактсиз иккиламчи асбоб (датчик ўзгарткичи); 3-контактли ўзгарткич; 4-tizimning кириш сигналларини қабул қилиш бўғини; 5- бошқариш тизими; U-датчикни таъминловчи кучланиш.

Ижро этувчи механизмларга талаблар асосан бошқариш объекти томонидан ва биров даражада бошқарувчи тизим томонидан белгиланади. Ҳақиқатдан, агар, масалан, ижро этувчи орган бирор контактор бўлса, у ҳолда унинг характеристикалари биринчи навбатда бу контакт улайдиган

занжирларнинг қуввати билан белгиланади. Иккинчи томонидан, тизим таркибига кирувчи чиқиш кучайтиргичларининг номенклатураси, одатда, анча чекланган ва бошқарув объекти турли ижро этувчи механизмларининг катта спектрларини ҳар доим ҳам «қоплаб» ололмайди.

Буюртмачининг вазифаси шундан иборатки, ижро этувчи органларни, асосан, тизимнинг кучайтиргичларига бўладиган юкланишларнинг қиймати ва характери бўйича имкони борича максимал даражада бир хиллаштиришга эришишдир. Бундан ташқари, агар объект учун ноэлектрик табиатдаги боқарувчи сигнал талаб қилинса, у ҳолда ишлаб чиқувчи тегишл ўзгарткични танлаб олиши керак.

Ижро этувчи механизмлар номенклатураси ва қиймати аниқлангандан сўнг буюртмачи бошқариш тизими таркибига кирувчи чиқиш кучайтиргичларининг характеристикалари ва номенклатурасига қўйиладиган асосланган талабларни таърифлаб бериши керак.

Баъзи ижро этувчи механизмлар шундай тузилганки, уларда кирувчи бошқарув сигнали турли хил механик ва электр мосламалар ҳисобига бошқарувчи кириш сигналининг хотирага олиш амалга оширилади. Бундай механизмни ишга тушириш учун унинг киришига импульс тарзидаги бошқарувчи сигнал бериш етарли. Бу сигнал олингандан сўнг механизм унга ўчириш ҳақидаги махсус сигнал берилмагунча уланган ҳолда туради. Бундай механизмга мисол тарзида хонадаги оддий электр ўчиргич (выключатель) ни келтириш мумкин.

Бошқа турдаги ижро этувчи механизмлар киришда уланишга сигнал бор экан, уланган ҳолда туради ва агар бошқарувчи сигнал бўлмаса, узилади. Бундай ижро этувчи механизмга мисол тарзида уйга кираверишдаги электр қўнғироғи тугмачаси хизмат қилиши мумкин.

Ижро этувчи механизмнинг бирор турини танлаш технологик жараённинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлиб, тизимнинг кириш қурилмалари структурасига ва ахборотни чиқариш дастурига катта таъсир қилади. Бу таъсир хотирали механизмларни бошқариш учун иккита бошқарувчи буйруқни -

улашга ва узишга алоҳида буйруқни шакллантириш зарурлиги (хотирасиз ижро этувчи механизмларда бунинг зарурати йўқ) билан белгиланади. Айрим ҳолларда бирор сабабга кўра икки бошқарувчи киришли механизмлардан фойдаланиш мумкин бўлмаганда, лекин тизим чиқишида хотирлаш талаб қилинганда, бу хотирани тизимнинг чиқиш кучайтиргичларига «кўчиришга» тўғри келади, яъни улаш ва узиш учун киришлари алоҳида бўлган ижро этувчи механизмларни бошқаришга ўхшаш махсус хотирали кучайтиргичлардан фойдаланишга тўғри келади.

Кўпинча ижро этувчи механизмнинг қуввати еки бошқа характеристикалари уни бевосита тизимнинг кириш кучайтиргичлари орқали бошқаришга имкон бермайди. Бу ҳолда мословчи элемент ўрнатишга тўғри келади (одатда бу реле билан ишлайдиган дастлабки кучайтирувчи оралик блокидир), у ўз кириш параметрлари бўйича тизим кучайтиричларига тўғри келиши, чиқиш параметрлари бўйича эса ижр этувчи механизмларга тўғри келиши лозим.

Шундай қилиб, бошқариш объекти билан тизим ўртасидаги алоқани таъминлаш учун буюртмачи қуйидагиларни бажариши керак:

- 1) бошқариш тизимининг кириш ва чиқиш ахборотлари ҳажмини аналогли (узлуксиз) ва дискрет сигналлари бўйича алоҳида-алоҳида ишлаб чиқувчи билан аниқлаши ва келишиб олиши;
- 2) дискрет ва аналогли кириш сигналларининг маъқул бўладиган (бошқариш тизими билан туташуш нуқтаи назаридан) параметрларини ишлаб чиқувчи билан аниқлаши ва келишиб олиши;
- 3) тизимнинг датчиклар занжирлари билан гальваник ажралишини талаб қилувчи ҳамма киришларини санаб чиқиши ва тизимни ишлаб чиқувчи билан бундай ажралишни амалга ошириш усуллари келишиб олиши (контактли киришдан ёки тизимнинг кириш қурилмаларидаги схемали ечимлардан фойдаланиш);
- 4) дискретли ва аналогли сигналлар датчикларини талаб қилинган характеристикаларни (чиқиш кучланиши амплитудаси, юкланиш токи,

датчик тури, ишончлилики ва ҳоказо) ҳисобга олган ҳолда танлаши;

- 5) бошқариш объекти ижро этувчи механизмларини имкони борича тизимнинг чиқиш кучайтиргичлари номенклатурасини ҳисобга олган ҳолда танлаш;
- 6) ижро этувчи механизмларнинг чиқиш кучайтиргичлари ва кириш занжирлари параметрлари мос келмаган ҳолда тегишли мословчи ўтиш қурилмаларини танлаш, шунингдек, уларни объектда жойлаштириш ўрнини аниқлаши;
- 7) тизимдан объектга чиқувчи ва бошқарувчи сигнални хотирлашни талаб қилувчи ҳамма чиқишларни санаб чиқиши (бунда хотирали ижро этувчи механизмлар билан таъминланганларни ажратиш керак);
- 8) бошқариш тизими таркибига кирувчи аналогли-рақамли ва рақамли-аналогли ўзгарткичларга қўйиладиган зарур талабларни (аниқлик алмаштириш тезлиги, чиқиш сигналининг шакли ва характери) аниқлаши;
- 9) датчиклар ва кириш қурилмалари орасидаги алоқа линияларини таъминлаш, шунингдек, тизимнинг чиқиш тизимлари ва ижро этувчи механизмлар орасидаги алоқани мазкур объект учун кабель алоқаси (ўтказиш усуллари, ҳалақит беришларга бардошлилиги ва бошқалар) талабларига ўзига ҳосликни ҳисобга олган ҳолдаги алоқа линиясини ва ишлаб чиқувчининг талабларини (алоқаларнинг йўл қўйилган узунлиги, бириктириш усуллари, ҳалақит беришнинг таъсирини пасайтириш ва бошқалар) таъминлаши.

Буюртмачининг санаб ўтилган ишларни бажариши (албатта, тизимни ишлаб чиқувчи иштирокида) тизимни бошқариш объектига янада ишончли боғлашга ва кейинчалик мумкин бўладиган ўзгартиришлар ва қайта ишлашларни анча қисқартиришга имкон беради.

15.2§. АГРЕГАТЛАШТИРИШ-ЗАМОНАВИЙ БОШҚАРИШ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИНING АСОСИДИР

У ёки бу аниқ тизимлар учун фойдаланиладиган дастлабки бошқарувчи ҳисоблаш машиналари маълум масалани ҳал қилиши учун, ёки энг яхши ҳолларда, бошқаришнинг чекланган синфлари учун лойиҳаланган эди. Бу машиналарнинг тузилиши жуда бикр бўлиб, хатто бироз ўзгаришларни ҳам киритиб бўлмасди, машиналарнинг характеристикаси аниқ тайинланган эди.

Лекин вақт ўтиши билан бошқариш тизимлари учун БХМ ларни индивидуал лойиҳалаш йўли ишлаб чиқаришга жорий қилиш нуқтаи назаридан истикболи камлиги аниқ бўлди. Ҳозир тизимларни ишлаб чиқишда тузилмаларни агрегатлаштириш принципи кенг фойдаланилмоқда.

Тузилмани агрегатлаштириш - бу характеристикалари тайинланган БХМ дан турли вазифали автоном блоklar тўпламига ўтиш бўлиб, улардан бошқарувчи машиналарни ҳам, ихтиёрий тузилмадаги тизимларни ҳам йиғиш мумкин. Бундай ҳар бир блок ўзининг махсус вазифасини мустақил бажариши мумкин, лекин у шундай тарзда тузилган ва қурилганки, уни ҳисоблаш техникаси воситалари агрегат тизимларининг бошқа функционал блоklари билан туташтириш осон. Биз бундан кейин агрегатли воситаларнинг баъзи тўплamlарини ва уларни умумий тизим доирасида туташтириш усулларини муфассалроқ қараб чиқамиз. Буюртмачи нуқтаи назаридан агрегатлаштириш принципини ҳам ўшанда қараб чиқамиз.

Тизимга юкланадиган вазифаларни аниқлаш босқичида буюртмачи бирор вазифани бажаришда унинг ишлаш алгоритмининг таърифлаб бериши, яъни тизимнинг аниқ масалани ечиш тартиби ва қондасини аниқлаши керак. Бироқ ишлаш алгоритмлари уларни ишлаб чиқиш босқичида ҳам, тизимни жорий қилиш жараёнида ҳам ва тизим ишлатиш учун топширилгандан сўнг ҳам деярли муқаррар ўзгаради. Бу биринчидан, бошқариш сифатини яхшилаш мақсадида алгоритмларни такомиллаштириш зарурати туфайли вужудга келиши; иккинчидан, бошқариш тизимининг объектда «барқарорлашиши» даражасига қараб ишлатиш шароитлари ҳам ўзгаради; учинчидан, тизимнинг баъзи вазифалари бундан кейин ривожланиши мумкин, бошқалари эса, аксинча, ўз аҳамиятини йўқотиши мумкин ва ниҳоят, тўртинчидан, технологик

жараённинг, ўзи ўзгариши мумкин, бу эса тизимнинг ишлаш дастурининг, кириш ва чиқиш ахбороти ҳажмининг ва ҳоказонинг жуда катта ўзгаришини англатади. Шундай қилиб, буюртмачи тизимнинг структурасини ўзгартириши, керак бўлганда айрим қурилмаларни кўпайтириши, уларнинг информатик ёки ҳисоблаш қувватини ошириш, четки қурилмалар номенклатурасини ва БҲМ билан мулоқот усуллариини ўзгартиришда маълум эркинликка эга бўлиши керак

Бу имкониятларнинг ҳаммаси маълум чегарада ҳисоблаш техникасини агрегат воситаларидан фойдаланишни ифодалайди.

Энди бундай воситалар асосида қурилган тизимнинг дастурлари ва тузилмасини нима туфайли ва қандай қилиб ўзгартириш мумкинлигини қараб чиқамиз. Ҳамма функционал блоклар қуйидаги параметрлар бўйича мослама оладиган қилиб ишланади:

- ахборот ва бошқарувчи сигналларнинг физик параметрлари;
- фойдаланилаётган элементларнинг тузилишлари ва агрегат тизим узеллари (бўғинлари) бўйича;
- функционал блоклар орасида ўзаро алмашинувда ахборот жўнатмалари кўринишида;
- турли иш режимларида блоклар орасидаги ахборот алмашиниш (алоқа алгоритми бўйича) тартибини ташкил этиш.

Агрегат қурилмалар функционал вазифасига кўра, одатда, қуйидаги турларга бўлинади:

- марказий бошқариш ва ахборотга ишлов бериш қурилмалари (процессорлар);
- тизимнинг хизмат кўрсатувчи ходимлар билан ахборот ва бошқарув алоқасини таъминловчи қурилмалар;
- тизимнинг объект билан ахборот ва бошқарув алоқасини (ахборотни тўплаш ва чиқаришни) таъминловчи қурилмалар;
- ахборотни сақлаш (хотирлаш) қурилмалари (ХҚ) улар ички (оператив ва доимий хотира) ва ташқи (магнитли барабанлар, ленталар, дисклардаги катта сиғимли оператив хотира) хотираларга бўлинади;

- ташқи (тизимдан ташқари) алоқа линияларига чиқиш қурилмалари;
- тизимнинг функционал блоклари ўртасида ахборот алмашинувини таъминловчи қурилмалар;
- ташқи элтувчилардан (перфолента, перфокарталар, босиш қурилмаларидан) ахборотни киритиш ва уларга чиқариш қурилмалари.

Процессор ва хотирловчи қурилмалардан бошқа ҳамма жихозлар киритиш-чиқариш қурилмалари (КЧҚ) дейилади.

Автоматлаштирилган бошқариш тизимларини қуришнинг агрегат принципи қуйидагиларни амалга оширишга имкон беради:

- тизимнинг кўп процессорли тузилмасидан, масалан, унинг ишончилигини ёки унумдорлигини ошириш мақсадида фоидаланиш;
- бошқариш ва назорат қилишнинг қўшимча вазифаларини амалга ошириш ёки мавжуд вазифаларини мураккаблаштириш учун хотира ҳажмини ошириш;
- тизимнинг агрегат воситалар тўпламига кирувчи киритиш-чиқариш қурилмалари сони ва таркибини алмаштириш;
- бошқариш тизими ишлов берувчи ва шакллантирувчи кириш ва чиқиш ахборотлари ҳажмини ўзгартириш.

Пировардида, ҳисоблаш техникасининг замонавий агрегат воситалари таркибига ахборотга ишлов беришни киритиш ва чиқаришни ташкил этувчи дастурлар комплекти ҳам (ички математик таъминот), шунингдек, функционал блокларнинг ўзаро ишлаши ҳам киради.

15.3-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИ БОШҚАРИШ ТИЗИМИНИ ЖИХОЗЛАШ УЧУН ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

Ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари талаб қиладиган ишончалик бўйича ҳам меъёردаги, ҳам юқори талаблар мавжуд бўлганда саноатнинг турли тармоқларида бошқариш тизимларини қуриш учун кенг қўлланиладиган техник воситаларнинг икки комплексини қараб чиқамиз.

Улардан бири АСВТ агрегат тизимининг таркибига, иккинчиси АССТ агрегат тизим таркибига киради.

15.3.1.М-6000 ПРОЦЕССОР АСОСИДАГИ АСВТ-М ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

М-6000 асосидаги техник воситалар комплекси ахборотни тўплаш, ишлов бериш ва чиқаришнинг турли хил вазифаларини амалга ошириш учун агрегат модулларнинг кенг тўпламидан иборат. Бу модуллар микроэлектрон техника элементлари асосида ясалган ва реал вақт масштабида ишловчи автоном ахборот ва бошқариш тизимларига йиғилади.

Комплекснинг унумдорлиги тахминан 200000 адрес операциясини ташкил этади (операциялар оператив хотирлаш қурилмаси ОХҚ дан чиқариб олинганда). М-6000 комплексининг оператив хотира ҳажми кўпи билан 65536 байтни ташкил этади ва бу қийматгача 8192 байтдан бошлаб ОХҚ нинг айрим блокларини улаш билан ошириб борилиши мумкин. Хотирага мурожаат қилиш вақти унинг турли иш режимлари учун 2,5...3,8 мкс.

Комплекснинг фарқ қилувчи хусусияти унинг таркибида хотирага тўғри кириш канали (ХТКК) борлигидир, унинг тез ишлаши одатдаги каналларнинг тез ишлашидан анча юқориқдир. ХТКК мавжудлиги, зарур бўлганда, процессорнинг ишини тўхтатмасдан киритиш-чиқариш операцияларини тизимнинг хотираси ёрдамида бажаришга имкон беради.

15. 3.1.1. М-6000 НИНГ ВАЗИФАСИ ВА СОҲАСИ

М-6000 асосидаги воситалар кенг вазифали комплекс сифатида олдиндан ўйлаб қилинган ва бажарилган бўлиб, у саноатнинг турли хил соҳаларида: кимё, нефть-кимё, металлургия, асбобсозлик, энергетика, металлга ишлов бериш саноатида ва ҳоказо жойларда қўлланиши мумкин.

М-6000 асосида қурилган тизимлардан қуйидагича фойдаланиш мумкин:

- технологик жараёнлар (ТЖ) ни бевосита бошқариш учун;
- кўп босқич иерархик бошқариш тизимларида ахборотни тўплаш ва дастлабки ишлов бериш учун;
- оммавий хизмат кўрсатиш тизимида кирувчи маълумотларни ишлаш бўғини

сифатида;

- технологик объектлар ишини оптималлаштириш масалаларини ҳал қилиш учун;
- мураккаб тизимларда хабарларни коммутациялаш маркази сифатида;
- катта тизимларда киритиш-чиқариш қурилмаларини бошқариш қурилмаси сифатида, бунда, процессор М-6000 фақат киритиш ва чиқариш бўғини вазифасинигина бажарганда;
- саноат маҳсулоти параметрларини назорат қилиш учун.

Комплекснинг бундай кенг миқёсда қўлланиши фақат ривожланган буйруқлар тизими ва математик таъминот билангина таъминлаб қолмай, балки ташқи қурилмаларнинг кенг номенклатураси билан ҳам таъминланади.

15. 3.1.2. М-6000 АСОСИДАГИ ТИЗИМЛАРНИНГ УМУМИЙ СТРУКТУРАСИ

М-6000 асосидаги тизимнинг структурали қурилиши АСВТ воситалари тизимини қуришнинг умумий принциплари асосида амалга оширилади.

Тизимнинг марказий ўзаги М-6000 процессори бўлиб, унинг алоқалари (боғланишлари) кириш-чиқишнинг стандарт туташмаларига чиқиб, процессорга 8 тадан 60 тагача қўшимча қурилмаларни улашга имкон беради. Бундай уланишлар интерфейс карталар ёрдамида амалга оширилиб, улар асосан машинанинг ташқи қурилмалар билан уланиш бўғинлари ва бошқариш объекти ҳисобланади. Ҳар бир интерфейс картанинг ишлаш принципи ва схемаси аниқ ташқи қурилманинг бошқариш тизимидаги унинг вазифаси билан боғлиқ ўзига хос хусусиятини акс эттиради.

Математик таъминот техник воситалар билан бирга берилади. Бу таъминотнинг таркиби ва вазифаси, шунингдек, М-6000 нинг буйруқлар тизими (1) да қараб чиқилган.

15. 3.1.3. КИРИТИШ-ЧИҚАРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ

Киритиш-чиқаришнинг барча муҳим қурилмалари стандарт туташув орқали ёки бевосита процессорга интерфейс карталар орқали, ёхуд тизим таркибига кирувчи ва процессорга кўп сондаги ташқи қурилмаларни улаш

имкони таъминлаш учун мўлжалланган киритиш-чиқариш кенгайтиргичига, шунинг, хотирага бевосита киритиш каналига ёки махсус туташув кенгайтиргичига уланиши мумкин.

М-6000 нинг стандарт туташуви сифатида 2К туташув танланган бўлиб, у қуйидагиларни кўзда тутди:

- машина сўзининг барча 16 хонасини (разрядини) паралел узатиш;
- киритиш-чиқариш операцияларини бажаришнинг бошида ва охирида ташқи қурилмалар билан ахборот алмашишнинг регламентланмаган тартиби ва назорат функцияларини ихтиёрий бажариш ташқи қурилмаларга юклатилади.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, киритиш-чиқариш ташкил этишнинг тахминан шундай тартиби ЭХМ ЯС (ягона серияси) воситалари комплекси учун ҳам қабул қилинган. У киритиш-чиқариш ишларининг бир қисмини бажариш процессорга юклаб, алмаштириш ишини бир хиллаштиришга имкон беради. У бу ҳолда турли хилдаги ташқи қурилмаларнинг иш хусусиятидан анча камроқ даражада боғлиқ бўлади. Бу тизимнинг четки қисмининг номенклатурасини ошириш ва ўзгартиришимкониятларини жиддий равишда кенгайтиради.

Физик жиҳатдан 2К туташув - иккита штепсель розеткаси бўлиб, улардан бири процессор жавонида, иккинчиси - киритиш-чиқариш кенгайтиргичи ва туташув тармоқлагичи тузилишларида ёки хотирага бевосита кириш каналида жойлаштирилган. Бу штепсель розеткаларига аниқ ташқи қурилмани бошқариш схемасига бутунича ёки схеманинг бир қисмига эга бўлган интерфейс карта (ўлчами 235x140 мм бўлган плата) ўрнатилади (қуйилади). Процессор 2К туташувга 8 та чиқишга эга, яъни кенгайтиргичларТАиз жами 8 та ташқи қурилмани улаш мумкин. Процессорга битта, иккита ёки учта кенгайтиргични улаб, туташувга чиқишлар сонини мос равишда 22, 38 ёки 54 тагача ошириш мумкин.

М-6000 процессори фақат ўзининг ташқи қурилмаларига уланмасдан, балки АСВТ-Д (дискрет компонентлардаги) воситалар комплексига кирувчи

бошқа исталган қурилмага уланиши мумкин. Бундан ташқари, М-6000 га ЭХМ ЯС и воситалари комплексидан истаган ташқи қурилмани улаш мумкин. М-6000 процессори асосидаги тизимнинг ўзи ЭХМ ЯС и ҳисоблаш комплексига бошқа ташқи қурилмалар билан бўйсўнган қисм тизим ҳуқуқида бошқарувчи киритиш-чиқаришнинг қувватли қурилмаси сифатида уланиши мумкин.

Бу имкониятларнинг ҳаммасини таъминлаш учун тизим таркибида туташмаларни мослаштиришнинг махсус модели мавжуд.

15.3.1.4. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ

Тизим ўз манбаларидан таъминланади, бунда, 220 В кучланишли (рухсат этилган чегаралар $+10\%$ - 15% атрофида) 50 ± 1 Гц частотали бир фазали ўзгарувчан токдан фойдаланилади.

15.3.1.5. ТУЗИЛИШ ИЖРО

М-6000 нинг тузилиши номенклатурасига қуйидагилар киради:

- турли функционал модуллар тузилишлари жойлаштирилган умумий жавон;
- элементлар блоклари, асбоблар каркаси;
- пульта, тумбалар, столлар;
- индикациялаш, сигналлаш элементларини, шунингдек, бошқариш органларининг ўрнатиш учун тузилишлар.

15.3.1.6. ИШЛАТИШ ШАРТЛАРИ

М-6000 процессор асосидаги тизимлар ёпиқ турдаги стационар иситилувчи хоналарда ишлатиш учун мўлжалланган.

Тизим атроф муҳитнинг қуйидаги параметрларида меъёрида ишлайди:

- температура ($25 - 40^{\circ}\text{C}$);
- ҳавонинг нисбий намлиги 30 - 80% (кўпи билан 90% гача);
- атмосфера босими ($10 + 3,3 \cdot 10$) Па ($60 + 25$) мм. сим. уст.

Магнит дискларидаги ташқи тўплагичлар ҳавони кондиционерлашни, температурани $+15^{\circ}\text{C}$ дан $+30^{\circ}\text{C}$ гача сақлашни ва ҳавонинг минимал даражада чангланишини талаб қилади.

15. 3.1.7. М-6000 АСОСИДАГИ ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ ТАРКИБИ

Комплекс таркибига асосий характеристикалари юқорида келтирилган М-6000 процессордан ташқари қуйидагилар киради:

- 1) 5, 6, 7 ва 8 йўлли перфолентаси бўлган киритиш қурилмаси, унинг киритиш тезлиги 1500 сатр/с;
- 2) перфолентага чиқариш қурилмаси, чиқариш тезлиги 160 сатр/с;
- 3) ёзиш тезлиги 10 симв/с бўлган технологик ахборотни ёзиш қурилмаси;
- 4) киритиш-чиқариш қурилмаси; «Консул-260» ёзув машинаси асосида, ёзиш тезлиги 10 симв/с;
- 5) перфорацияловчи қўшимча приставка комплексида Т-65 телетайп аппарати асосидаги киритиш-чиқариш қурилмаси, киритиш-чиқаришдаги тезлик 400 симв/мин. гача;
- 6) киритиш-чиқариш қурилмаси; «Консул-260» ёзув машинасида, перфолентадан ўқиб чиқувчидан ва лентали перфатордан иборат комплектдан ташкил топган; хизмат кўрсатувчи ходимларнинг БХМ билан оператив алоқа боғлаши учун мўлжалланган.
- 7) экранда символли-рақамли ахборотни (96 белги-рақамлар рус ва латин алфавити, махсус белгилар) ифодалаш учун электрон нур трубка (ЭНТ) асосидаги маълумотларни индикациялаш станцияси (МИС); киритиш ҳажми 1024 символ. Маълумотларни индикациялаш станцияси терилган ахборотни таҳрир қилиши, уни машинага узатиш, БХМдан қабул қилиб олиб, кейин таҳрир қилиш, экранга чиқарилган ахборотни «Консул-260» машинкасида ёзиш, экрандаги сатрлар сони 16, сатрдаги символлар сони 64; символлар орасидаги масофа 0,6 мм, сўзлар орасидаги масофа 3,6 мм, сатрлар орасидаги масофа 6 мм. Ахборотни қабул қилиш тезлиги 70 сим/с;
- 8) график маълумотларни индификациялаш станцияси (ГМИС) (ЭНТ асосида), ходимларнинг УХМ билан оператив алоқа боғлашлари учун мўлжалланган бўлиб, у БХМ дан келаётган кодларни уларнинг нукта, ёй, айлана, ҳарф, рақам ва бошқа символлар кўринишидаги, шунингдек, ЭНТ

экранида тасвирланадиган тўғри чизиқ кесмалари кўринишидаги кўринма эквивалентларига алмаштиради. ГМИС да бир нечта иш режими кўзда тутилган: нуқталар, векторлар, кичик векторлар, айланалар, ёйлар, символлар режими, тасвир элементларини ажратиш ва бошқариш режими. Экрандаги ишчи майдоннинг ўлчами 24x24 см; ҳар бирининг диаметри 0,25 - 0,1 мм бўлган турли адресланувчи нуқталарнинг сони 1027 тага тенг; тўпландаги турли символлар сони 96 та рақам (рус ва лотин символлари, махсус белгилар); кадрдаги-символларнинг энг кўп сони 2000 та;

- 9) магнит дисклардаги ташқи хотира қурилмаси; биттадан бештагача Р-401 қурилмаси бор.

Ҳар бир қурилма қуйидаги вазифаларни бажаради:

- ахборотни берилган адрес бўйича излаш;
- стандарт туташмадан параллел кодда ахборот қабул қилиш ва уни магнит дискка кетма-кет кодда ёзиш;
- дисклардан ахборотни кетма-кет ўқиб олиш ва уни туташмага параллел кодда чиқариш.

Қурилманинг магнит дисклари касетасининг сиғими тахминан 10 млн. иккили рақамдир, дискнинг бир йўлига 10400 бирликкача ахборот сиғади;

- 10) осциллографни боғлаш қурилмаси; одатдаги осциллограф экранига нуқталардан тузилган тасвирларни чиқариш таъминлайди;

- 11) таймер; процессорга вақтинча сигналларни бериш учун мўлжалланган; бу қурилма ташкил этувчи дастур – супервизор билан бирга қуйидагиларни амалга ошириш имконини беради;

- жорий вақтнинг қийматини 1,3 с/сут. гача анқлик билан олишга;
- бошқариш тизимида астрономик вақтнинг олдиндан берилган пайтида маълум ишларни бажариш учун топшириқ беришга;
- берилган вақт оралиғи ўтиши билан бирор иш бажариш учун топшириқ беришга;
- бирор вазифанинг бажарилиш вақтини чеклашга;

- тизимнинг ишлаш вақтини ва айрим вазифаларини амалга ошириш вақтини ҳисобга олиш;
- процессорнинг 0,5 с дан ортиқ вақтга тўхташи ёки циклланиши ҳақидаги сигнални шакллантиришга имкон беради.

Киритиш-чиқаришнинг юқорида санаб ўтилган ташқи қурилмаларидан ташқари комплекс таркибига объект билан боғланиш учун агрегат модуллар ва мослаштиргичлар киради. Объект билан алоқа боғлаш учун агрегат модуллари комплектига қурилмаларнинг кенг номенклатураси кириб, улар объект датчикларидан тизимга турли хил ахборот киритилишига ва ишланган сигналларни ижро механизмлари ҳамда сигнализация элементларига чиқарилишига имкон беради. Бундай турдаги модулларнинг умумий қиймати сигналларни қабул қилишга мўлжалланган қурилмалардан 28 тасини, шунингдек, турли параметрли ва характеристикали бошқарувчи таъсирларнинг шаклланишини ташкил этади.

М-6000 процессор асосидаги воситалар комплексига кировчи объект билан боғланиш қурилмалари қуйидагиларни амалга оширишга имкон беради:

- ҳам ерга уланган, ҳам кириши изоляцияланган ўзгармас кучланишли сигналларни аналогли-рақамлиларга алмаштириш;
- ўртача даражадаги (+5 В) ўзгармас кучланиш сигналларини коммутациялаш;
- термोजуфт, қаршилик термометрлари, потенциометрлардан келаётган сигналларни коммутациялаш;
- паст даражадаги кириш сигналларини (10 дан 100 мВ гача) кучайтириш;
- шахсий ва гуруҳий каналларда ҳалақитларни йўқотиб ва 50 Гц, 60 дБ частота билан аналог сигналларни филтрлаш;
- термोजуфт, қаршилик термометрлари ва потенциометрлардан келаётган сигналларни меъёрлаштириш;
- термोजуфтларнинг кавшарланган совуқ учининг термо ЭЮК ини автоматик компенсациялаш, шунингдек, қаршилик термометрлари сигналларини ўзгармас ток кучланишига айлантириш;

- 16 та икки позицияли датчиклардан келадиган дискрет ахборотни гуруҳий киритиш;
- гуруҳдаги истаган датчикнинг ҳолати ўзгарганда узилишга талаб шаклланиши билан ташаббусли ва авария сигналларини киритиш;
- рақам-импульсли сигналларни олдиндан 4095 тагача тўплаб, кириш частотаси 200 Гц қилиб ва чиқишда 12 хонали иккили кодни шакллантириб киритиш;
- объект билан алоқа линияларини зичлаштириш ва назорат қилиш;
- истеъмол қуввати 0,7 ва 6 ВА гача бўлган 10 та биполяр мантиқий элементни, релени, индикация лампаларини ва ҳоказоларни контактсиз ва гуруҳий бошқариш; бунда, кириш занжирларининг ердан гальваник ажралиши таъминланиши мумкин;
- сигнилизация элементларини бошқариш (ўчиб– ёнувчи режим), шунингдек, бошқарувчи импульси давомийлиги 1 мс дан 6 с гача қайд қилинган реле ва контактсиз элементларини импульсли бошқариш;
- телефон коммутацияланмаган канали бўйлаб 15 км гача масофага 50 симв/с тезлик билан 8 хонали кодларни паралел узатиш;
- хотирага бевосита кириш каналига тез ишловчи ахборот манбаларини улаш учун ахборотни оралиқ сақлаш; оралиқ хотиранинг сиғими 8 та 16 хонали регистрдан иборат;
- асбобларни, ўзгармас ва ўзгарувчан ток релесини, шунингдек, бошқа ижро этувчи механизмларни контактли бошқариш (РЭС-22 реле контактларидан);
- РЭС-22 реле контактлари ёрдамида бир-биридан изоляцияланган 28 та занжирни бир вақтда улаш;
- дискрет ахборотни киритиш ва чиқаришни кўпайтириш;
- объект билан алоқа линияларини махсус кросс шкафлари ва панеллар ёрдамида коммутациялаш.

М-6000 асосидаги комплектга кирувчи мослаштиргичлар қуйидагиларни таъминлайди:

- АСВТ ва ЭХМ ЯС воситалари тизими стандарт туташмалари орасидаги алоқани;
- М-6000 процессори асосидаги иккита ҳисоблаш комплекслари орасида ахборот алмашишини;
- туташув каналларининг тармоқланишини.

Шундай қилиб, ташқи қурилмалар номенклатураси, объект билан алоқа блоклари, шунингдек, ҳисоблаш комплекси характеристикалари саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларни бошқаришда М-6000 процессор асосидаги воситаларни етарлича кенг қўламда фойдаланишни таъминлайди.

15. 3.2. ТА-100 ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

ТА-100 техник воситалар комплексининг асосий хусусият маълумотларга ишлов бериш, шунингдек, аппаратларни ва дастурни резервлаш ҳисобига киритиш-чиқариш вазифалар амалга оширишнинг юқори даражада ишончлигидир.

15. 3.2.1 АСОСИИ ХУСУСИЯТЛАРИ

ТА-100 нинг хусусиятларига биринчи навбатда синхрон мажоритар резервлаш ҳисобига таъминланадиган юқори даражадаги ишончилигини киритиш лозим. Бундай усулда резервлашда тизим аппаратураси учта бир хил комплект кўринишида бажарилиб, улар айна бир дастур бўйича синхрон ишлайди. Комплектларнинг чиқишида мажоритар элементлар ўрнатилиб, улар ёрдамида оралиқ ва охириги ечимларнинг учта натижасининг бир хиллиги «учтадан иккитасининг овоз бериши» принципи бўйича текширилади. Шундай қилиб, юқори ишончилиқ воситалари комплексини қуришнинг асосий масалалари етарлича самарли ҳал қилинади:

- учинчиси ишдан чиққанда, иккита комплектнинг тузук ишлаши билан кафолатланувчи бузилмасдан ишлаши;
- тўхтатиб қўядиган ҳалақитдан ҳимояланганлик, унга ҳар бир алоҳида операция натижаларини «овозга қўйиб» комплектларидан бирида ҳалақитларни йўқотиш натижасида эришилади;

- комплектнинг айрим қурилмаларини узлуксиз автоматик назорат қилиш ҳисобига бир вақтда носоз комплектни аниқлаб, учта бир хил сигнални таққослаш натижасида таъмирлашга яроқлилиги юқорилиги.

ТА-100 нинг иккинчи хусусияти шундаки, аввал қараб чиқилган воситаларга нисбатан тузилиши соддалигидир. Бу соддалик натижасида аппаратура харажатлари қисқариб, комплекснинг нархини камайтиришга имкон беради.

ТА-100 нинг тузилишини соддалаштириш қуйидагилар ҳисобига эришилган:

- машина буйруқлари сонини қисқартириш;
- ташқи қурилмалар билан алоқа каналларини соддалаш тириш;
- математик буйруқлар форматлари сонини қисқартириш (бундай форматлар 2 та);
- киритиш-чиқаришни бошқариш аппаратурасини содалаштириш;
- вергули кўчувчи ўзгарувчи сонлар устида арифметик операцияларнинг дастур орқали бажарилишига ўтиш.

Санаб ўтилган соддалаштиришлар технологик жараён (ТЖ) ни бошқаришнинг қуйи босқичида ишлайдиган техник воситалар учун тўла яроқлидир. Комплекснинг ишлаш тезлиги унча юқори бўлмаса ҳам (тахминан 50000 та мантиқий ва қисқа (+, -) арифметик операция/с, тахминан 5000 та кўпайтириш ва бўлиш), у алгоритмик универсалликка эга, яъни истаган алгоритмни амалга ошириш учун яроқли.

Ва, ниҳоят, ТА-100 воситалари комплексининг учинчи хусусияти унинг телемеханика билан органиқ бирикиб кетганлигидир. 3 км гача масофада жойлаштирилган комплекс аппаратураси алоқалари учун ахборотни ҳалақитлардан ҳимояланган ҳолда зичлаштириб узатиш учун блоklar мавжуд.

Катта масофаларда узоқ масофага таъсир кўрсатувчи телемеханикадан ёки маълумотларни узатиш аппаратурасидан фойдаланишда АССТ воситалари тизими таркибига кирувчи шу турдаги ҳамма қурилмалар қушимча қўшма аппаратурасиз ТА-100 га уланади.

15. 3.2.2. ВАЗИФАСИ ВА ҚЎЛЛАНИШ СОҲАСИ

ТА-100 асосида агрегат ва гуруҳий агрегатларни автоматлаштирилган ва автоматик бошқариш тизимлари, авариядан ҳимоялаш тизими ва аварияга қарши тадбирларни ташкил тизимлари, бевосита рақамли ростлаш тизимлари, янада мураккаб иерархик бошқариш тизимлари таркибига кирувчи информацион ва бошқарувчи қисм тизим қурилиши мумкин. ТА-100 нинг асосий қўлланиш соҳаси-энергетикадаги бошқариш тизимлари, энерготизимдаги аварияга қарши автоматика ва турли диспетчерлик пунктлари ҳамда бирлашмаларидаги телеахборот тизимлардир.

15. 3.2.3. ТА-100 КОМПЛЕКСИНИНГ УМУМИЙ СТРУКТУРАСИ

ТА-100 комплекси АССТ воситалари тизими таркибига киради, уни қуришининг умумий ғояси бу комплексга ҳам таълуқлидир. У шунингдек, агрегат принципи бўйича қурилган. Агрегатлашнинг асосий бирлиги бир хиллаштирилган блоklarаро алоқалари бўлган функционал блоklar ҳисобланади.

ТА-100 комплексида жами 2 тур қурилма мавжуд: бошқариш пункти (БП) ва назорат қилинувчи пункт (НП). БП маълумотларни сақлаш ва дастурий ишлов бериш учун мўлжалланган. НП ТА-100 нинг объект хизмат кўрсатувчи ходимлар ва бошқа тизимлар билан алоқасини таъминлайди. БП ва НП орасида ахборот алмашиш фақат БП буйруқлари бўйича юз беради, бу буйруқлар НП дан келаётган алоқа учун ташаббусли талаб билан «тезлаштирилиши» мумкин.

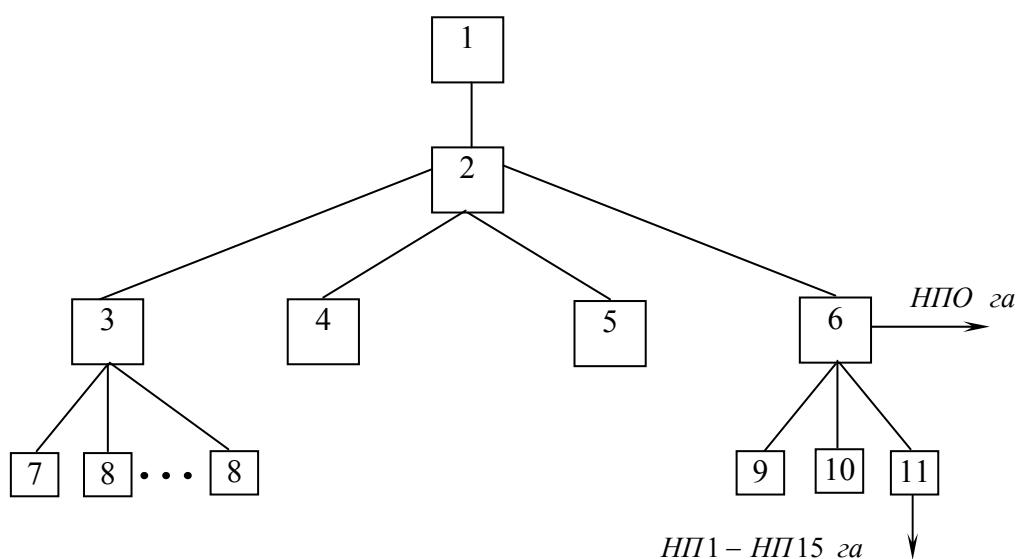
Тизим таркибидаги НП нинг максимал сони 16 га тенг, минимал сони эса 1 га тенг. БП доим тизим таркибига киради. Комплексининг бу маркази негизида фақат хотиранинг ҳажми ўзгариши мумкин (4096 дан 32768 тагача 16 хонали сўз). Агар талаб қилинаётган хотира 16384 сўздан ортиқ бўлса, у ҳолда БП га яна бу қурилма-махсус хотира кенгайтиргич (ХК) қурилмаси уланади.

Объект ва ходимлар билан алоқа қурилмаси вазифасини бажарувчи назорат қилинувчи пунктда киритиш-чиқариш блоklари функциясининг деярли тўла ўзаро алмашинувчанлигига эришилган, бу эса блоklar номенклатураси

билан, бинобарин, киритиш ва чиқариш ахборотининг нисбий ҳажми билан фарқ қилувчи киритиш-чиқариш функцияларини амалга оширишни амалда чекланмаган доирада ўзгартиришга имкон беради.

ТА-100 нинг БП «сўров-жавоб» принципи бўйича асинхрон бошқариладиган параллел таъсирли дастур билан бошқарилувчи бир адресли қурилмадир. У айнан бир дастур бўйича биргаликда ишловчи учта бир хил комплектдан иборат. БПнинг соддалаштирилган структураси 15.2-расмда кўрсатилган. Бу расмда қуйидагилар белгиланган:

- 1- БП нинг ишини бошқарувчи режим топшириғи блоки;
- 2- синхронлаштириш ва назорат бўғини, у ерда функционал блоклар алмашадиган ахборот синхронлаштирилади;
- 3- тизим хотирасини бошқариш блоки;
- 4- кодни ўзгартириш блоки;
- 5- устивор узилиш блоки; бу блокда бажарилаётган (жорий) дастурни узиб қўйиш ёки тўхтатишга қаратилган барча сўровлар қайд этилади;



15.2-расм. БП нинг соддалаштирилган структураси.

6-четки қурилмалар билан, шунингдек, блоктаймер (9) ва оператив блоклари (10) билан туташув блоки;

7- доимий хотира бўғини (сигими 128 та 16 хонали сўзлар);

8- оператив хотира бўғинлари (ҳар бирида 16 хонали сўзлардан 4096 тадан);

9- блок-таймер, у жорий дастурнинг вақт бўйича узилишини шакллантиради (яъни олдиндан берилган вақтдан кейин); унинг ёрдамида ТА-100 нинг кўп дастурли вақт тақсимооти режимида ишлаши ташкил этилади;

10- комплексдаги тўхтаб қолишлар ва чалаликларни қайд этувчи оператив назорат блоки, улар комплекснинг бошқа блоклари, жумладан 1 ва 2 БП блоклар комплексига кирувчи назорат схемалари билан аниқланади;

11. марказдан 10м дан ортиқроқ масофага узоқлашган назорат қилинувчи пунктлари бўлган БП тизимининг туташув магистрали марказий блоки (10 м гача узоқлашган НП билан алоқа бевосита, 11 блокдан ўтмасдан амалга оширилади).

БП нинг ишлаш принципи кўп жиҳатдан ҳисоблаш машинаси процессорининг ишлаш принципига ўхшаш.

ТА-100 нинг НП и, худди БП сингари учта комплектдан иборат. НП нинг соддалаштирилган схемаси 15.3-расмда кўрсатилган. Бу расмда қуйидаги белгилашлар киритилган:

1 - НП1 - НП15 нинг БП билан алоқаси учун туташув магистрали терминал блоки;

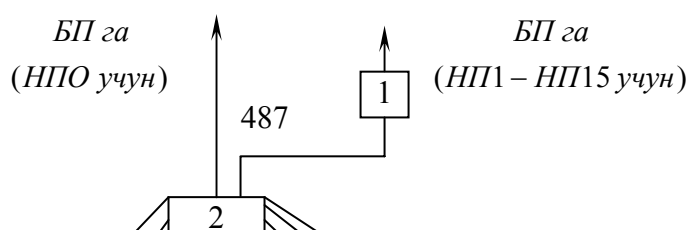
2- НП нинг барча бошқа блоклари ишини бошқарувчи режимни бериш блоки;

3- дискрет ахборотни тўплаш блоки;

4- аналог ахборотни тўплаш блоки;

5-дискрет ахборотни чиқариш блоки;

6- дискрет ахборотни гальваник ажралиш билан чиқариш блоки;



15.3- расм. НП нинг соддалаштирилган структураси.

- 7- аналог ахборотни чиқариш блоки;
- 8- телесигналларни эшиттириш блоки;
- 9- босувчи қурилма билан туташув блоки («Консул» туридаги машина асосида);
- 10- перфо ўқиб чиқувчи билан туташув блоки;
- 11. тасмали перфоратор билан туташув блоки;
- 12- кодли ахборотни тўплаш блоки;
- 13- аналог ахборотни чиқариш блоки.

НП нинг блоклар таркиби бошқариш объекти билан алоқалар бўйича ТА-100 комплексининг имкониятларини кенгайтириш анъанаси мавжудлигини кўрсатади, лекин ундаги киритиш-чиқаришнинг четки қурилмалари тўплами анча камдир (ёзув машинаси, перфо ўқиб чиқувчи ва тасмали перфоратор). Кўп жиҳатдан технологик жараёни бевосита бошқаришга ва хизмат кўрсатувчи ходимларнинг машина билан боғланиш имкониятларини кенгайтиришдан кўра ахборот вазифаларини амалга оширишга мўлжалланган комплекснинг ўзига хослиги ана шундадир. Бироқ ташқи қурилмалар номенклатурасини орттириш ҳисобига комплексни ривожлантириш кўзда тутилади.

НП икки режимда: автоном режимда ва БПдан келаётган буйруқлар бўйича ишлаши мумкин.

Автоном режимда ишлашда режимни бериш блоки 1 МП ва РНП нинг ҳамма ташаббусли блокларини циклик сўроқ қилади. Улардан бирида кириш

ахборотининг ўзгаришида юзага келадиган узилишга эҳтиёж туғилганда циклик айланиб чиқиш узилади ва 1 блок бу алоқа сўровини БП га узатади «Пастдан» қўйилган сўровга мувофиқ БП янги ахборотни сўралгандан сўнг 3-13 блокларнинг циклик айланиб чиқиши бошланади.

БП буйруқлари (буйруқлари) иш режимида 1 блокнинг вазифаси кириш-чиқиш блокларидан бирини приёмник ёки ахборот манбаи сифатида (айнан қайси бири экани БП дан келадиган буйруқда кўрсатилади) алоқага улаш билан чекланади.

НП га ахборотни киритиш ва чиқариш резервланган вариантда ҳам (битта датчикдан чиқиш НП нинг учта кириши бўйича параллел келади ёки НП нинг учта бир хил чиқиши бўйича ижро этувчи органга келади), резервланмаган вариантда ҳам (битта датчик - НП нинг битта киришига, битта чиқиш - битта ижро этувчи органга) ташкил этилиши мумкин.

НП нинг ахборот сифими (модификацияларидан бири) ни тахминан қуйидагилар ташкил этади.

- икки датчиклардан: 256 резервланган кириш ва 768 та резервланмаган кириш;

- аналог датчиклардан: 16 та резервланган кириш ва 64 та резервланмаган кириш;

- кодли датчиклардан (кодли приёмникларга): 28 та резервланган кириш ва 84 та резервланмаган кириш;

- дискрет ижро этувчи механизмларга гальваник ажралмасиз 160 та резервланган кириш ва 1078 резервланмаган кириш;

- дискрет ижро этувчи механизмларга гальваник ажралиш билан 112 та резервланган чиқиш ва 535 та резервланмаган чиқиш;

- икки лампали сигнал элементлари: 480 та фақат резервланмаган чиқиш;

- аналог ижро этувчи механизмларга 40 та резервланмаган чиқиш;

- телетайплар, перфо ўқиб чиқувчилар, перфораторлар - фақат резервланмаган чиқишлар 8 қурилмага.

ТА-100 аппаратураси билан бирга бу комплекснинг математик таъминоти ҳам етказиб берилади.

Буйруқлар тизими

ТА-100 комплексининг ҳамма буйруқлари учта асосий гуруҳга бўлинади:

- адрессиз мантикий;
- адресли мантикий ва арифметик;
- адресли бошқарувчи.

Адресли буйруқларда операндлардан бири хотира ячейкасида (айнан унинг адреси буйруқда кўрсатилган), иккинчиси эса икки регистрнинг бирда жойлашган бўлади. Адрессиз буйруқлар операндаси комплекс БПСининг икки регистрида жойлашади.

ТА-100 даги асосий мантикий операциялар қуйидагилар:

- ахборотни жўнатиш, дизъюнкция ва конъюнкция (хар бир саккиз хил турда), шунингдек, ўнгга ва чапга бир хона сурилиш ва кетма-кет санок.

Арифметик амаллар махсус буйруқлар ёрдамида бажарилади.

Шартли ўтиш адрессиз мантикий операциялар ёрдамида, бу амал натижасига боғлиқ ҳолда, навбатдаги амални ўтказиб юбориш йўли билан амалга оширилади. Шартсиз ўтиш бошқарувчи буйруқлар адреслари ёрдамида бажарилади. Бундан ташқари, бошқарувчи буйруқлар киритиш-чиқариш билвосита адреслаш ва адреслар модификациясини, шунингдек, узилиш процедурасини соддалаштирувчи яна бир қатор амалларни ва баъзи ёрдамчи ишларни амалга оширишга имкон беради.

Тузилиш ижро

ТА-100 аппаратурасининг кўпчилик қисми учинчи авлод интегралланган элементлари асосида ишланган. Тузилиш - технологик база учун типавий тузилишлар тизими (25-38-71 Давлат стандарти) қабул қилинган. Интегралловчи микросхемалар босма монтаж ўлчами 160x158 мм бўлган монтаж платаларига ўрнатилади. Бу платаларда туташтирувчи монтаж бўғини сифатида кўп контактли штепсель розетки ўрнатилган.

Функционал блок битта ёки бир нечта суб блокдан иборат. Улар штепсель розеткалари ёрдамида каркасларга 20 мм қадам билан ўрнатилади. Блок-каркас суб блоklar билан бирга тузилиш модуль (КМ) дейилади. Унда 32 тагача суб блок жойлаштирилади. Модулнинг ташқи алоқалари 50 контактли штепсель розеткалари орқали амалга оширилади. Модуллар полга қўйиладиган жавоннинг (унинг ўлчамлари 2200x1000X1/50 мм) бурилма рамасида ўрнатилади. Жавоннинг ташқи алоқалари штепсель розеткалари орқали амалга оширилади, улар тола сими диаметри 0,8 мм гача бўлган кабелларни; тола сими кесими 2,5 мм бўлган манба кабелларини улашга имкон беради.

Электр таъминоти

ТА-100 аппаратураси 50 Гц частотали (+2 - +4%) 220 В кучланишли (йўл қўйилган четлашишлар +10-15%) ўзгарувчан ток манбаидан таъминланади. Бу кучланишни электр схемаларини таъминлаш учун зарур (+27В, +12В ли ўзгармас ток) қийматларга ўзгартиришкомплекснинг жавонларда ўрнатиладиган таъминлаш блоklари орқали бажарилади.

Таъминот бўйича истеъмол битта модулга тахминан 120В·А ни, битта тўла комплект учун 25 кв·А ни ташкил этади, унинг таркибида 16 МП бўлади.

Тизимни 220 В ли ўзгармас токли (аккумуляторлар батареясида) ташқи манбалардан таъминлашни ташкил этиш учун ўзгармас токни ўзгарувчан токка махсус ўзгарткич қурилма (электромагнит ёки статик) ёрдамида оралик ўзгартиришзарур. Энг маъқул қурилма марказий ўзгарткични ҳар бир ўзгармас ток ташқи манбаига улаш ҳисобланади.

Комплексга хизмат кўрсатиш

ТА-100 комплексига стационар хоналарда хизмат кўрсатилиши, атроф муҳитда заҳарли буғ, газ ва чанглари бўлмаслиги керак. Бошқариш пункти ва хотира кенгайтиргичи атроф ҳаво температураси +10° - +40°с чегарасида бўлганда ишлаш учун мўлжалланган. БП ва РП хоналарини кондиционер ёки

ҳаво температурасини ($25\pm 5^{\circ}\text{C}$) сақлайдиган вентиляция билан жиҳозлаш тавсия этилади.

Назорат қилинаётган пункт атроф ҳаво температураси $+5\ldots 50^{\circ}\text{C}$ чегарасида бўлганда ишлаш учун мўлжалланган. Ҳамма қурилмалар учун ҳавонинг нисбий намлиги йўл қўйилган температураларнинг бутун оралиғида 20 дан 80% гачани ташкил этиши керак.

Аппаратура 80 Гц гача частотали, 10 м/с гача тезланишли ва 0,1 мм гача амплитудали титраш таъсирларига чидайди. Аппаратура схемаси электр занжирларининг корпус орқали ерга уланишига ҳисобланмаган. Комплекс қурилмалари кучли электр ва электромагнит майдонлар манбалари яқинида жойлаштирилмаслиги керак.

БП ва РП орасидаги, шунингдек, БП ва КПО орасидаги масофа 10 м дан ортиқ бўлмаслиги керак.

ТА-100 аппаратураси билан профилактик ишлар асбоблар ва тестлар бўйича ярим йилда бир марта амалга оширилиши керак. Профилактика ҳар бир комплект учун навбати билан, бутун комплексни ишлашдан тўхтатмасдан амалга оширилади.

Тизимга хизмат кўрсатувчи ходимларнинг иш режими (бир, икки ёки уч сменали) комплекснинг ишончлигига қўйиладиган талабларга боғлиқ, чунки хизмат кўрсатишнинг сменалари сони қанча кўп бўлса, биринчи комплект таъмирланаётган вақтда иккинчи комплектнинг ишдан чиқиши эҳтимоли шунча кам бўлади.

Оператив таъмирлашнинг асосий тури — тизимнинг схемали ва дастурли назорат ҳамда диагностика ёрдамида аниқланадиган носоз суб блокларини ЗИЛ даги созларига алмаштириб, кейинчалик носоз узелларни устахона шароитида тиклашдан иборат.

Буюртмачининг ишчи дастурларини ўзгартириш ва ёки тўлдириш зарур бўлганда янги дастурлар перфолентадан хотирага китилади ва ишга махсус директивалар ёрдамида уланади.

Комплекснинг ишончилиги

ТА-100нинг ишончлилиги битта бузилишга тўғри келадиган қуйидаги ишлаш муддатлари кўрсаткичлари билан белгиланади (минг соат);

- хотира ҳажми 8192 сўздан иборат бўлиб, бир сменали хизмат кўрсатишда тизимнинг умумий ишдан чиқиши (яъни, тизим ишламай қолган ҳол) 20 (уч сменалида -180);

32768 та сўзли хотира ҳажмида умумий ишдан чиқишда 65;

индивидуал ишдан тўхташ (бита сигнални киритиш-чиқариш имконининг йўқотилиши);

а) иккиламчи датчиклардан резервланган занжирлар учун киритиш 20; резервланмаган занжирлар учун-2,5;

б) иккили ижро органларига резервланмаган занжирлар учун гальваник ажралишсиз чиқариш 0,8.

Комплекснинг ўртача тикланиш вақти бир сменали хизмат кўрсатишда 5,5 соатдан, икки сменалида эса 2 соат, уч сменалида 1 соатдан ошмайди.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Датчик нима ва у ўзгарткич билан бирга қандай элементни ифодалайди?
2. Датчик чиқиш сигналининг параметрларини биласизми?
3. Ишлаш принципига кўра датчикларнинг неча тури мавжуд?
4. М-6000 процессор асосидаги АСВТ-М техник воситалар комплекси деганда нимани тушунаси.
5. М-6000 асосидаги воситалар комплекси таркиби.
6. М-6000 нинг вазифаси ва қўлланиш соҳасини тушунтиринг.
7. М-6000 асосидаги тизимларнинг структурасини келтиринг.
8. ТА-100 комплекс воситалар комплекси, асосий хусусиятлари, вазифаси ва қўлланилиш соҳаси.
9. ТА-100 комплексининг умумий структураси

XVI бoб. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ

16.1- §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ ВА ТАСНИФИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатида ишлаб чиқариш самарадорлиги ҳамда меҳнат унумдорлигини оширишда илмий-техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири бўлган технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизими (ТЖАБТ)ни яратиш ва татбиқ этишдир. Ҳисоблаш техникаси асосида яратилган ТЖАБТ лар, технологик комплексларни бошқаришда маҳсулотнинг сифат ва қиймат кўрсаткич-ларини маълум технологик ва техника-иқтисодий мезонлардан фойдаланиб, ахборотларни марказлашган тарзда ҳисоблайди. Кимё ва озиқ-овқат саноатида ўзгариб турадиган ташқи муҳитнинг таъсирлари шароитида ишлаб чиқариш резервларидан фойдаланиш ТЖАБТнинг асосий масаласидир.

Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимларини саноатга татбиқ этиш ишлаб чиқариш унумдорлигини, технологик ускуналар қуввати ўзгармаган олда маҳсулот қийматининг кўпайишини кўрсатади: хом ашё, ярим фабрикатлар ва энергия керагича сарфланган ҳолда тайёрланган маҳсулотнинг сифати яхшилланган. Шуниси диққатга сазоворки, бу тизимларни яратишга кетган маблағлар, одатда бир, бир ярим йилда ўзини қоплаган; маҳсулотларнинг сифати, иқтисодий кўрсатикичлар яхшиланибгина қолмай, балки меҳнатнинг характери ва шароитига ҳам ижобий таъсир этган.

ТЖАБТ ларни қуйидаги белгилари бўйича синфларга бўлиш мумкин: 1) автоматлаштириладиган ишлаб чиқаришнинг характери бўйича ; 2) бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича; 3) функционал алгоритмик белгиси бўйича(тизим ҳисоблайдиган бошқариш масалалари кўлами ва ахборот ҳажми); 4) тизимнинг техник даражаси бўйича;.

Бошқаришнинг объектларининг мураккаблик даражаси сифатида назорат қилинаётган параметрлар ва бошқарув таъсирларининг қиймати ифодаланади. Бундай синфларга ажратиш (16-1 жадвал) ТЖАБТ нинг номенклатура асосини олдиндан тахминан белгилаб беради ва тадқиқот планига асос бўлиб хизмат қилади.

16.1-жадвал

ТЖАБТ ларни бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича синфларга ажратиш.

ТЖАБТ ларнинг синфлар	ТЖАБТ ларнинг асосий характеристикалари	Асосий функционал белгилар	Бошқариш объектларининг типавий мисоллари
1	2	3	4
0	Дастурли автоматлаштирилган бошқариш тизими	Олдиндан тузилган қатий дастур билан бошқариш	Станоклар, қоришма тайёрловчи ва полиграфия машиналари, адъюстаж ускунаи гидравлик пресслар
1	Кичик ҳажмдаги назорат қилинаётган параметрларга эга бўлган технологик қурилмаларнинг АБТ лари (20 та гача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш ва параметрларларни бир контурли ростлаш	Буғ қозонларининг ўчоғи, оғирлик дозаторлари, ёнғинга қарши автоматик қурилмалар, технологик агрегатлардаги сув хавзалари, электр воситасида эритувчи ва анод печлари
2	Кичик ҳажмли назорат ва ростлаш параметрларига эга бўлган технологик қурилма ва агрегатларнинг АБТ лари (40 тагача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантиқий операция ва бир контурли ростлаш	Технологик қозонлар, печлар, иситиш қудуқлари, домна печларининг қолиплари, ректификация колонкалари
	Ўрта қийматдаги назорат, ростлаш ва оптималлаштириш параметрларига эга бўлган	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш ёзиш, мантиқий операция, бир ва кўп контурли	Конверторлар, бўлимли печлар, кимёвий реакторлар, нефтни дастлабки ишлаш

3	технологик ускуна, агрегат ёки жараёнларнинг АБТ лари (100 та гача)	параметрларни ростлаш	курулмалари, бойитиш ва агломерация фабрикаларининг шихта тайёрлов комплекслари
4	Кўп қийматдаги назорат ростлаш ва оптималлаштириш параметрларига эга бўлган технологик агрегат ёки жараёнларнинг АБТ лари (800 тагача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантикий операция, бир ва кўп контурли параметрларни ростлаш ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш	Энергоблоклар, прокат станлари, домна печлари, атом реакторлари, этилен-бензол ва печь кули ишлаб чиқариш, дастурли бошқарила-диган станоклар бўлими
5	Жойида бошқариш учун ҳисоблашнинг техникавий воситалари ишлатилмайдиган технологии жараён ва агрегат қурилмалари бўлган ишлаб чиқаришнинг АБТ лари	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантикий операция, бир ва кўп контурли параметрларни ростлаш ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш ва бир босқични бошқаришда диспетчерлаштириш	Электролиз цехлари, сульфат кислота ишлаб чиқариш бўлимлари, сунъий тола ишлаб чиқариш, агломерация ва бойитиш фабрикалари
6	Ҳисоблашнинг техник воситалари ишлатиладиган технологик жараён ва агрегат, қурилмалари бўлган ишлаб чиқаришларнинг АБТ лари	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантикий операция, бир ва кўп контурли параметрларни ростлаш ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш ва икки босқичли бошқаришда диспетчерлаштириш	Конвертор печлари, домна печлари, цемент заводлари, сульфат кислота ишлаб чиқариш бўлимлари, бойитиш комбинатлари, катта шахарлардаги кўча ҳаракати

Функционал-алгоритмик белгилар бўйича (16-2 жадвал), ТЖАБТ нинг синфларига биноан, кўрилатган тизимларни қуйидаги уч турга ажратиш мумкин : 1) мантикий дастурли бошқариш тизимлари ; 2) оптимал бошқариш тизимлари ; 3) комплекс бошқариш тизимлари.

Шуни қайд қилиб ўтиш керакки, ТЖАБТ ёрдамида технологик жараёнларни автоматик ва автоматлаштирилган (одам иштирокида) равишда ташкил этиш мумкин, унинг ишлаб чиқаришнинг АБТ сидан принципиал фарқи ҳам шудир, одам бунда корхонанинг икдисодий фаолиятини бошқариш занжирида иштирок этади.

16.2-жадвал

	ТЖАБТ синфининг асосий характери-калари	Асосий функционал Белгилар	Бошқариш объект-ларининг типавий мисоллари
1	2	3	4
1	Мантикий дастурли бошқариш тизимлари (бир типдаги технологик қурилмалар, гуруҳлари билан)	Вақтнинг бошқарилаётган қурилмалар орасида тартиб билан булиниб, қатъий ёки ярим қатъий дастур асосида тўғридан- тўғри рақамли бошқариш	Назорат қилинаётган бўлимларнинг автоматлаштирилган гуруҳи ёки электрон техника буюмларининг синови, шунингдек, механик ишлов бериш станок-лари, вакуум ҳайдаш бўлимлари, иссиқлик ускуналари
	Оптимал бошқариш	Танланган математик	Кимё

2	тизимлари (техно логик жараён ёки тех-нологик курилма тартиби)	моделлар ва объектлардан келаётган ахборотлар асосида масалани оптимал ҳисоблаш-созлаш таъсирлари ёки тавсияларни операторга реал вақт масштабида бериш	реакторлари,трубопрокат станлари, диффузия печларининг гуруҳи, нефтни дастлабки ишлаш курилмалари
3	Комплекс бошқариш тизимлари (технологик , бўлим, цех)	Технологик ва ташкилий ишлаб чиқариш ахборотларини автоматик ёки ярим автоматик тарзда йиғиш, ҳисоблаш, аниқ ифодалаш, технологик жараёнларни оператив ходимлар орқали бошқариш	Интеграл схемалар киескопларнинг технологик йўллари, атом электростанциясининг энергоблоки, сульфат кислота ишлаб чиқариш, домна печи, иссиқлик электростанциялари

Технологик жараёнлар даражасидаги бошқариш тизимлари реал вақт масштабида, яъни технологик жараёнлар билан бир вақтда ишлаши лозим. Бу ҳолда бошқарувчи ҳисоблаш машинасига (БХМ) ахборотлар ҳажми чекланган массивлар шаклида эмас, балки амалда чексиз тасодифий кетма-кетликлар шаклида берилади. Ахборотларни қайта ишлаш эса чекланган вақт бирлигида бажарилади, уларнинг қиймати бошқариш вазифаси ва объектларнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бундан ТЖАБТ ларни алгоритмик таъминлашда қўшимча талаблар вужудга келади: улар ўзларини иқтисодий жиҳатдан оқлашлари лозим, яъни биринчидан, ахборотни қайта ишлашга кетган вақт бўйича, иккинчидан эса БХМ нинг хотирасидан фой-даланиш ҳажми бўйича, бошқача қилиб айтганда келаётган ахборотни ўз вақтида «кўриб чиқиш» керак. Бу талабларга итератив циклик ҳисоблаш (стахостик аппроксимация йўли

билан ҳисоблаш, рекурсив регрессия йўли ва шу кабилар) усули жавоб беради. Улардан қуйидаги масалаларни ҳал қилишда фойдаланиш мумкин: 1) технологик назорат ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш вазифаларини ўрганганда керакли фойдали сигнални ажратиб олиш; 2) кўп ўлчашли, рақамли бошқаришда; 3) идентификациялаш ва адаптациялашда; 4) оптималлаш ва координатлашда.

Техник даражаси ва мураккаблигининг ортишига қараб ТЖАБТ ни локал, комплекс ва интегралланган тизимларга ажратиш мумкин.

Локал ТЖАБТ лар — кам сонли бир турли асосий ёки ёрдамчи операциялар технологик жараёнларининг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (аппарат, қурилма, агрегат). Бу оралиқ босқич бўлиб, у янада мураккаб тизимга ўтиши лозим. Бундай тизимлар автоматик равишда бажарган вазифаларининг камлиги билан характерланади ва бунда ТЖАБТ нинг 0,1, 2-синфларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Комплекс ТЖАБТ лар. Булар асосий ва ёрдамчи технологик жараёнларнинг локал автоматлаштирилган бошқарув тизимининг бирлигидир, улар ўзаро ягона агрегатли ва умумий символ билан боғланган (масалан, бўлим, ишлаб чиқариш, қисмларнинг АБТ). Мезонлар, одатда технологик ёки техника-иқтисодий характерга эга. Бу тизимларни қандайдир тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришда 3 ва 4-синф ТЖАБТ ларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Интегралланган ТЖАБТ лар. Булар мураккаб ва турли хил асосий ҳамда ёрдамчи жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари бўлиб, бунда асосан, 4 ва 5-синф ТЖАБТ ларини қўллаш мақсадга мувофиқ. Шунингдек, ЭҲМ ларда тизимнинг математик таъминотини яратганда, техник иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблашда ва технологик жараён ҳамда технологик комплексларни тўла оптималлашда ҳам ишлатилади. Бундан ташқари, бу тизимлар ишлаб чиқариш бўлимларининг ишини таҳлил қилиб, унинг келгусидаги ривожланишини белгилайди.

16.2-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ АСОСИЙ ФУНКЦИЯЛАРИ

ТЖАБТ лар мураккаб, кўп функцияли тизимлар турига киради. Бу синфнинг кўп функциялилиги қатор омиллар билан ифодаланади, яъни: идентификациялаш, назорат, ҳимоя ва блокировка, ростлаш ва бошқариш каби айрим функционал ёрдамчи тизимларнинг борлиги; локал, айрим бошқариш масалаларининг умумий, глобал мақсадга бўйсунилишининг натижаси; ёрдамчи тизимлар орасидаги(кўп сонли алоқаларнинг борлиги; айрим объектларни бошқаришнинг марказлашуви ва, ниҳоят, турли функцияларни бажаришда бир хил техник воситалардан фойдаланиш имконияти мавжудлигидир. ТЖАБТ лар бажарган функцияларни қуйидаги уч гуруҳга бўлиш мумкин: ахборот, бошқарув ва ёрдамчи.

ТЖАБТ ларнинг ахборот функциялари ишлаб чиқариш ходимларига (операторларга, диспетчерларга) технологик жараёнда бўлаётган ўзгаришларни ўз вақтида билишга имконият яратади, технологик жараёнларнинг кетиши аниқ ахборотлар ишлаб чиқишда кераксиз маҳсулотлар камайишига олиб келади. ТЖАБТ ларнинг ахборот функцлари қуйидагичадир: 1) техник ва технологик ахборотдарни тўплаш, дастлабки ишлаш ва сақлаш; 2) жараён ва технологик ускуналар ҳолатининг параметрларини билвосита ўлчаш; 3) технологик жараён ва ускуналар параметрларининг ҳолатини белгилаш ҳамда сигнал бериш; 4) технологик жараён ва технологик ускуналарнинг ишлаши ҳақида техника-иқтисодий ва фойдаланиш кўрсаткичларини ҳисоблаш; 5) юқори ва қўшни тизимларга ҳамда бошқариш босқичларига ахборотни тайёрлаб бериш; 6) технологик жараён параметрлари, технологик ускунанинг ҳолати ва натижаларни қайд қилиш; 7) жараён параметрлари ва ускуналар ҳолатида берилган қийматдан фарқларини назорат қилиш; 8) технологик ускуналарнинг ҳимоя ва блокировка воситалари ишини таҳлил этиш; 9) техник воситалар комплекслари ҳолатини диагноз қилиш ва олдиндан айтиш; 10) технологик жараёнларни олиб бориш, шунингдек, технологик ускуналарни бошқариш учун ахборот ва кўсатмаларни оператив равишда тайёрлаш; 11)

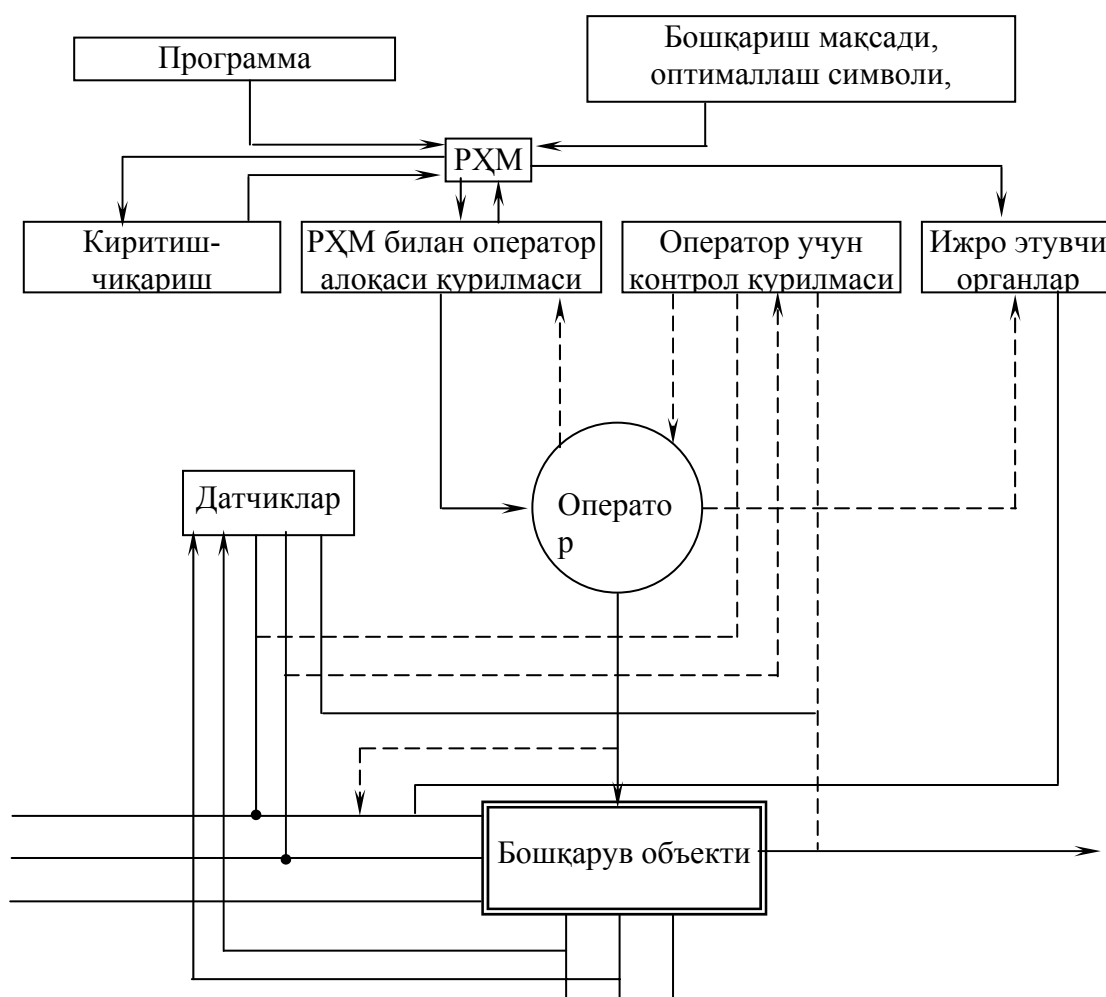
юқори босқичли ва қўшни бошқариш тизимлари билан ахборотнинг автоматик алмашилишини таъминлаш.

Технологии жараёни бевосита бошқариш масаласи ТЖАБТ ларнинг бошқариш функциясини ташкил қилади. Бунда бошқариш таъсирлари операторнинг иштирокисиз автоматик тарзда амалга оширилиши мумкин, ёки операторга маълум бир кўрсатмалар кўринишида берилиши (буларни оператор қабул қилиши ёки рад этиши мумкин), ёхуд оператор кўриб чиққандан сўнг автоматик тарзда таъсир этиши мумкин. ТЖАБТ ларнинг бошқариш функциялари қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараёнинг айрим параметрларини ростлаш; 2) бир маротаба мантикий бошқариш (ҳимоя, блокировка қилиш); 3) каскадли ростлаш; 4) кўп алоқали ростлаш; 5) дискрет бошқаришда дастурли ва мантикий операцияларни бажариш; 6) технологик жараёнинг турғун ҳолатини оптимал бошқариш; 7) технологик жараёнинг нотурғун ҳолати ва ускуналар ишини оптимал бошқариш; 8) бошқариш тизимини мослаштирган ҳолда бутун технологик объектни оптимал бошқариш.

ТЖАБТ ларнинг ёрдамчи функциялари қуйидагилардан иборат: 1) тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришда смена ва кунлик вазифаларга оператив ўзгартишлар киритиш; 2) ҳисоблаш масалаларини ҳал этиш; 3) технологик ускуналарнинг тўла ишлашини назорат қилиш; 4) тизимдаги ғайри-табiiй воситаларни олдиндан кўрсатиш; 5) юқори босқич тизимлар билан алоқани таъминлаб бериш; 6) тизимнинг технологик воситалар бузилишини олдиндан кўрсатиш.

16.3- §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ ФАОЛИЯТИНИНГ УМУМЛАШТИРИЛГАН СХЕМАСИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг моддий асосини технологик жараёнлар ташкил қилади, уларни бошқариш натижада эса ишлаб чиқаришнинг керакли кўрсаткичлари яратилади. Технологик жараён тушунчасига технологик жараённинг айнан ўзи ёки бўлими ва бу жараённи амалга оширадиган технологик ускуналар киради. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, датчик ва ижро этувчи механизмлар технологик ускуналарнинг тузилиш элементи бўлишига қарамай, ТЖАБТ нинг техник воситалари қисмига киради. Шу нуқтаи назардан қаралганда технологик жараённи ёки бўлимни бошқариш - ускуналар, аппаратлар ёки агрегатларнинг иш ҳолатини бошқариш демакдир.



16.1-расм. ТЖАБТ фаолиятининг умумлаштирилган тизими.

Бу маънода бошқарилаётган технологик жараён деганда киришдаги назорат қилинаётган параметрлари аниқланган, объектнинг киришидаги

таъсирлари билан чиқиш параметрлари орасидаги боғланиши топилган ва жараённинг бошқариш усулларига асосланган жараёнга айтилади.

16-1-расмда ТЖАБТ ишининг умумлаштирилган блок-схемаси берилган, бунда, $U(t)$ -киришда назорат қилинаётган бошқарувчи таъсирлар; $X(t)$ -киришда назорат қилинаётган параметрлар; $Z(t)$ - киришда назорат қилинаётган параметрлар, лекин бошқарилмайдиган параметрлар;; $Y(t)$ -технологик жараённинг чиқишдаги ўзгарувчиси.

Технологик жараённинг кириш ва чиқиш параметрлари ҳақидаги ахборот ўлчов асбобларининг датчиги ва ахборотни киритиш-чиқариш комплекси орқали рақамли ҳисоблаш машинасига (РХМ) боради. Бу ахборотни (ёки унинг бир қисмини) оператор ҳам алоқа қурилмаси орқали РХМ га киритиши мумкин. Бу ҳолда оператор назорат қурилмасидаги кўрсаткичлардан фойдаланади. Бошқарувчи РХМ олдиндан белгиланган алгоритмлар ва бошқарув дастури, бошқариш мақсади, танланган оптималлаш симболи, чеклашлар асосида маълум бир тартиб билан кирган ахборотни қайта ишлайди. Тизим технологик жараёнини автоматик режимда бошариши мумкин ёки бошқариш режими шундай бўлиш мумкинки, унда бошқарувчи рақамли ҳисоблаш машинаси (РХМ) алоқа қурилмаси орқали операторга технологик жараёни ижро этувчи органлар ёки топшириқ бергичларни масофадан туриб бошқариш учун маълум тавсиялар беради (яъни, «маслаҳат режими»). ТЖАБТ ларни лойиҳалаш шундай ташкил қилиниши керакки, унда операторлар ва техник воситаларнинг имкониятлари тўла фойдаланиб, келажакка автоматик бошқариш тизимлари (АБТ) кенг ўрин эгалласин, инсон эса фақат технологик ускуналар ва бошқариш тизимларининг аниқ бузилмасдан ишлашини назорат қилиш ҳамда ёрдамчи амалларни бажарсин. Умумий кўринишда тизимнинг математик моделини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\begin{aligned}
y(t + \Delta t) &= A \cdot V(t) + By(t); \quad C[X(\tau), Z(\tau)]; \\
t_0 \leq t \leq t_0 + T; \quad t \leq \tau \leq t + \Delta t; \\
y &= \{y_1, y_2, \dots, y_n\}; \quad V(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_n(t)\}; \\
X(\tau) &= \{X_1(\tau), X_2(\tau), \dots, X_n(\tau)\}; \\
Z(\tau) &= Z_1(\tau), Z_2(\tau), \dots, Z_n(\tau),
\end{aligned}$$

бу ерда, Δt - ТЖАБТ нинг ҳаракат цикли бошидан бу ҳаракат натижасида олинган назорат ахборотгача кетган вақт; t_0 - ҳисоблашнинг бошланиши; T - жараёни кузатиш вақтининг муддати; A - ТЖАБТ бутун ҳаракатининг оператори; B ва C - бошқариладиган ва бошқарилмайдиган кириш таъсирларининг операторлари.

Бошқариш тизимининг дастлабки вақтдаги ҳаракат натижаси $Y_0(t) = 0$ ТЖАБТ учун $y(t)$ функция бўлак - текис камаймас функция кўринишига эга.

Математик моделнинг кўриниши бошқариш таъсирини амалга ошириш вақти ва технологик жараён циклининг муддати орасидаги нисбатга боғлиқ. Умумий ҳолда бошқарув таъсирининг кечикиш вақти $\tau_{кеч}$ технологик жараён ҳолатининг ўзгаришига нисбатан қуйидагича боғланган:

$$\tau_{кеч} = \tau_{пр}$$

бунда, $\tau_{пр}$ - кириш параметрлари ҳолатининг ўзгаришидан чиқиш координаталарининг ўзгаришигача ўтган вақт (жараён вақти); n – қандайдир константа ($0 < n < \infty$). Агар $0 < n \leq 1$ бўлса, ТЖАБТ реал вақт масштабида синхрон бошқариш имконини беради, у ҳолда

$$\tau_{кеч} = \tau_{кв} + \tau_{хв} + \tau_{чик} + \tau_{кеч}'' = \tau_{пр}$$

бу ерда, $\tau_{кв}$ - жараён ҳақида ахборотни РХМ га киритилган жараён ҳақидаги ахборотни ҳисоблаш вақти; $\tau_{чик}$ - бошқарув таъсирини ҳисоблаш вақти; $\tau_{кеч}''$ - соф кечикиш вақти (янги бошқарув таъсирларининг ҳаракати натижасида чиқиш ўзгарувчисининг янги қиймати ҳақида назорат ахборот олингунча ўтган вақт).

Бундай бошқаришга мутаносиб (П), мутаносиб-интеграл (ПИ) ёки мутаносиб-интеграл-дифференциал (ПИД) ростлаш қонунларини амалга оширувчи ва РХМ дан бевосита рақамли бошқариш (БРБ) режимида ишловчи кўп контурли стабиллаш тизимлари мисол бўлади.

ТЖАБТ таркибига 16.1-расмга биноан, қуйидаги қурилмалар кириши лозим:

1. Физик-техник параметрларни ўлчашни таъминловчи автоматик ўлчаш асбобларининг комплекти. Бунда ўлчаш натижалари унификациялашган сигналлар ҳолида бўлиш (электр-аналогли ёки дискрет) ва қабул қилувчи қурилманинг кириш характеристикалари билан мослашган бўлиши лозим. Меъёрловчи ўзгартгичлар гуруҳ ҳолида бўлганда бир турли ўлчаш ўзгартгичлари коммутаторлар ёки айланувчи қурилмалар ёрдамида навбатма-навбат кириш ахборотини ҳисобловчи умумий қурилмага уланади. Кимёвий таҳлил натижалари, тех нологик жараённи бошқариш учун берилган топшириқлар, техника-иқтисодий маълумотлар РХМ га оператор пультаининг клавишли регистрлари орқали, шунингдек, перфокарта, перфолента, магнитли карталар ёрдамида киритилади.

2. Ижро этувчи механизмларнинг ёрдамчи асбоб ва электр сигналларни, технологик жараёнларни бошқариш буйруғига ўзгартирувчи қурилмалар, РХМ ҳисоблаб чиққан бошқариш таъсирлари қуйидаги қурилмаларга юборилиши мумкин:

1) «код-электр сигналли» ўзгартгичига, сўнгра аналогли ростлагичга ёки бир вақтда қувват кучайтиргичи ва уни ростловчи органни (РО) ҳаракатга келтирувчи вазифасини бажарувчи позицион ҳаракатли ижро этувчи механизмга (ИЭМ); 2) «код-вақт интервали» ўзгартгичига, сўнгра ИЭМ ни бошқаришга; 3) «код-импульслар қиймати» ўзгартгичига, сўнгра қадамли двигателларни бошқаришга; 4) бир нечта хонали дискрет чиқишлардан иборат бўлган дискрет-кодли сигналлар кўринишида; 5) икки позицияли РО ни бошқарувчи релели ёки контактсиз дискрет сигналлар кўринишида.

3. Бошқарувчи рақамли ҳисоблаш машинаси, бунга бошқарувчи ҳисоблаш қурилмалари ҳамда РХМ ва объект орасида икки томонлама ахборотли алоқани амалга оширувчи четки техника киради. Бунда РХМ лар техника-иқтисодий масалаларни ҳисоблашда ишлатилади ва бошқаришнинг юқори босқичларида фойдаланилади. БХМ да объект билан алоқа қурилмаси (ОАК) бўлиб, у ўлчов ўзгартгичларидан келган ахборотни қабул қилади ва дастлабки ҳисоблаш ишларини бажаради. Ҳисоблаш комплексларининг агрегат

асосида тузилиши жараённинг қувватини ошириш, хотирани кўпайтириш ва ОАҚ ни улаб, керакли структурага эга бўлган ҳисоблаш тизимини тузиш имконини беради. Тизимнинг ишлаши учун бошқарув-ҳисоблаш комплекси таркибида стандарт дастурлар назарда тутилган (стандарт дастурлар кутубхонаси, хизмат қилувчи, ташкил этувчи ва узайтирувчи дастурлар).

4. ТЖАБТ ни вазифалари ва тизим ҳал қилаётган масалага биноан дастурлар комплексига эга бўлган функционал дастурлар билан таъминлаш;

5 БРХМ ва объект орасида аппаратли алоқа ўрнатувчи объект билан алоқа қурилмаси (кабелли, симли, релели алоқа йўллари ва кириш-чиқиш сигнал параметрларини мослаштирувчи қурилмалар).

6 Технолог-операторни технологик жараённинг кетиши ҳақида керакли ахборот билан таъминлаш, шунингдек, масофадан туриб бошқаришни бажариш, ҳисоблаш комплексига тизимни ишга тушириш ва тўхтатиш сигналларини киритиш имконини берувчи оператор билан алоқа қурилмаси (бошқариш пулти, ахборот таблоси ва бошқалар).

7. Технолог-операторлар, ускуна созловчилар ва юқори малакага эга бўлган бошқариш мутахассисларини ўз ичига олувчи операторлар хизмати.

Ҳар бир конкрет автоматлаштирилган тизим ўзининг ҳал этаётган кўп сонли масалалари ва уларнинг мураккаб иерархик ўзаро боғланиши; бошқа техник воситаларни ҳамда ҳисоблаш тизимлари ташкил этишнинг махсус усуллари кўллаш заруратини келтириб чиқариши мумкин.

16.4-§ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ФУНКЦИОНАЛ СТРУКТУРАСИ

ТЖАБТ нинг функционал структураси бошқариш мақсадига асосланиб тузилади. Бу маънода ТЖАБТ битта умумий мақсадга қаратилган, яъни мақсад функциясига биноан технологик жараёни оптимал равишда олиб боришдир. Шуларга асосланиб ТЖАБТ ни қуйидаги ёрдамчи тизимларга ажратиш мумкин:

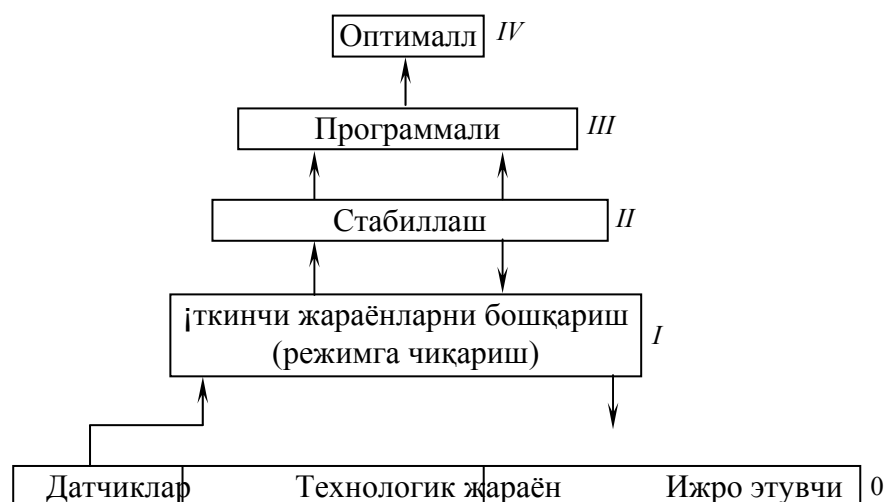
1.ТЖАБТ нинг дастлабки босқичи - технологик жараён билан ўлчов ўзгартгичлари ва ижро этувчи механизмлар;

2.ТЖАБТ нинг биринчи босқичи - ўтқинчи жараёни бошқариш (режимга чиқариш) ҳамда технологик жараёни ишга тушириш ва тўхтатиш.

3.ТЖАБТ нинг иккинчи босқичи - технологик жараёни «маълум бир ўзгармас ёки бирор қонун бўйича ўзгарувчи номинал даражада стабиллаш.

4.ТЖАБТ нинг учинчи босқичи - технологик параметрларни дастурли бошқариш ва олдиндан белгиланган вақтли функция бўйича технологик жараёнларни ишга тушириш, тўхтатиш ва режимларнинг алмашишида ускуналар ҳолатини ҳамда даврий жараёнларни дастурли бошқариш.

5. ТЖАБТ нинг тўртинчи босқичи - мақсадли функция асосида технологик параметрларнинг оптимал қийматларини топиш ва ишлаб чиқариш жараёнининг техника-иқтисодий кўрсаткичларини оптималлаш.



16.2-расм. ТЖАБТ нинг функционал схемаси.

ТЖАБТ нинг функционал схемаси 16.2-расмда кўрсатилган. Бунда боғланган функционал босқичлар иерархияси қуйидагича ташкил этилган: қуйи босқичдагилар мустақил ҳаракат қилиши мумкин, аммо иерарх юқори босқичлардаги ёрдамчи тизимларнинг имкониятларидан фойдаланиб бошқаришнинг самарадорлигини ошириш мумкин.

Бошқариш тизимининг биринчи босқичи (16-2-расм), автоматик назорат ва бошқариш жараёнининг марказлаштирилган даражаси ҳамда қўл меҳнатининг етарли қиймати билан характерланади. Жараёнининг айрим параметрларини

автоматик ростлаш автоматлаштирилаётган агрегат яқинига ўрнатилган асбобларнинг кўрсатиши асосида амалга оширилади.

Бошқариш тизимининг иккинчи босқичи назорат, ростлаш ва масофадан туриб бошқаришнинг марказлашиш даражасининг янада ортиши билан характерланади ва тизимда одам - оператор пайдо бўлиши билан фарқ қилади. Бунда бошқариш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар орқали амалга оширилади.

Бошқариш тизимининг учинчи босқичида технологик параметрлар ва ускуна ҳолатлари ҳақидаги дастур асосида олинган номинал қийматлар кузатиш режимида ишлайдиган қуйи босқичга фойдаланиш ва амалга ошириш учун юборилади.

Бошқариш тизими иерархиясининг тўртинчи босқичи технологик жараён параметрлари ва ускуна ҳолатларининг номинмал қийматларини излайди ҳамда қуйида жойлашган функционал ёрдамчи тизимларнинг ишини бошқаради.

Шундай қилиб, автоматик ростлаш тизими (АРТ)нинг вазифаси махсус қурилмалар, яъни автоматик ростлагичлар ёрдамида технологик жараён параметрларини берилган қийматда ушлаб туриш бўлса, ТЖАБТ бутун технологик жараённинг боришига фаол таъсир этади, ўзгариб турувчи жараённи оптималлаш мақсадида автоматик ростлагичларга топшириқлар беради.

Маълум бир бошқариш объекти учун яратилган алгоритмик таъминлаш бошқарув-ҳисоблаш комплексининг структураси ва таркибини аниқлаш, шунингдек, БХМ нинг тез ишлаши, хотира ҳажми ва ишончлилиги талабларини ишлаб чиқиш имконини беради. Шу талаблар асосида БХМ танланади ва ТЖАБТ ни синтез қилиш масаласи яқунланади. ТЖАБТ нинг алгоритмик таъминлаш структураси қуйидаги функционал масалаларни ўз ичига олиши лозим: 1) технологик жараённинг боришини марказлаштирилган назорат қилиш; 2) ишлаб чиқаришнинг кўрсаткичларини оператив ҳисоблаш; 3) бевосита рақамли бошқариш (БРБ); 4) технологик бўлимларни локал оптималлаш; 5) бутун технология бўйича глобал оптималлаш ва координа-

циялаш; 6) ходисаларни автоматик аниқлаш; 7) БҲМ ва ТЖАБТ воситалари ишга яроқсизликларининг техник диагностикаси; 8) ахборотни хизмат ходимларига оптимал равишда бериш; 9) маъмурий-технологик ходимларни ва бошқаришнинг юқори тизимларини керакли қарорлар чиқариш учун етарли ҳажмда ахборотлар билан таъминлаш.

Технологик жараённинг бориши устидан марказлаштирилган назорат қилиш - бошқариш мақсадида ёки операторга тайёрлаш учун ахборотни БҲМ да махсус ҳисоблаш усуллари орқали амалга оширилади. Ахборотни марказлаштирилган назорат қилиш машиналари ҳам сигналларни қайта ишлаши мумкин. Бу ҳолда қуйидаги амаллар бажарилади: узлуксиз ўлчанаётган сигналларни дискрет ўзгартириш, кодлаш, декодлаш, масштаблаш, экстраполяциялаш (интерполяциялаш), тўғри чизиққа келтириш, филтрлаш.

Узлуксиз сигналларни даражаси бўйича квантлаш В. А. Котельников теоремасига асосланган бўлиб, у ўлчанаётган қийматни ўзгартгич кодининг кичик хонаси бирлигига тенг бўлган квантлаш қадамига қаррали бўлган яцин қиймат, билан алмаш-тиришдан иборат. Датчикларнинг сезгир элементлари, одатда, чизиқли бўлмаган статик характеристикаларига эга. Бу тесқари функционал ўзгартириш тўғри чизиққа келтириш заруриятини келтириб чиқаради. Узлуксиз сигналларни дискрет ўлчашда аналог сигналли сўроқлаш частотасини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Сўроқлаш частотаси камайиб кетса, ахборотнинг йўқолишига, ўлчов частотаси ҳаддан ташқари ошиб кетса, схеманинг мураккаблашиши ва машина вақтининг исроф бўлишига олиб келади. Агар ўчанаётган қийматнинг катталиги керак бўлса ва у аналог сигналининг сўраш пайтига мос тушмаса, экстраполяция (ёки интерполяция) усуллари ишлатилади. Бизни қизиқтираётган ўлчанаётган соннинг қийматини сўроқлашлар натижалари асосида олиш керак бўлса, у экстраполяция усули қўлланилади. Агар охириги аналог сигналининг сўроқдан олдинги ўлчанаётган қиймат қиймати зарур бўлса, интерполяция усулидан фойдаланилади.

Ишлаб чиқаришнинг натижавий кўрсаткичларни бевосита ўлчашнинг иложи бўлмаса, у ҳолда улар олдиндан белгиланган нисбатлар орқали ҳисобланади. Буларга қуйидагилар киради: ишлаб чиқаришнинг техника-иқтисодий кўрсаткичлари маҳсулот бирлиги учун сарфланган энергия ёки хом ашё ва вақт бирлигида материал ёки энергиянинг сарфи ва бошқалар.

Автоматик ўлчашнинг юқоридаги усуллари ва техник воситалари яратилмаган технологик жараёнларда физик-кимёвий параметрларни аниқлаш учун керакли параметр билан стохастик боғланган билвосита қийматларнинг ўлчаш натижасини назорат қилинади. ТЖАБТ нинг ҳисоб масалаларини ечиш учун вақт интервалида (смена, кун, ой) ўрнатилган техника-иқтисодий кўрсаткичлардан фойдаланилади. Оператив бошқариш масалаларини ҳал қилганда техника-иқтисодий кўрсаткичлар (ТИК)нинг айна вақтдаги қийматларини билиш зарур. Технологик объектларда транспорт кечикишнинг бўлиши ТИК нинг айна вақтдаги қийматларини аниқлаш муаммосини қийинлаштиради. Бу ҳолда ўлчанган қийматларни транспорт кечикиш қийматига суришга ва уни транспорт кечикиш қийматига тенг бўлган вақт интервалида ўртачалаштиришга тўғри келади.

Технологик комплексларни оптималлаш масалаларининг катта ўлчамлилиги туфайли декомпозиция принципларини ишлатиш тавсия этилади, яъни тизимнинг глобал оптималлаш масаласи бир неча кичик ўлчамли ва ўзаро боғланган технологик бўлимларни локал оптималлаш масалаларига ажратилади. Бундай ажратиш стратегиясини кимёвий технология тизимлари учун қўлланилганда қуйидаги тартиб ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади: параметрли стабиллаш; айрим технологик бўлимларни локал оптималлаш; бутун технологик тизим масштабида координациялаш.

Бу тартибни амалга ошириш учун ТЖАБТ нинг иерархик таркибини синтез қилиш масаласи икки босқичда ечилади: 1) ТЖАБТ нинг макротаркибини синтез қилиш жараёнида берилган тизим блок ҳолида кўрилади («қора қути» туридаги блоklar) ва тизим таркибий хусусиятларининг таҳлили амалга оширилади, шунингдек, координациялаш масаласини ечишнинг

йўли ишлаб чиқилади; 2) ТЖАБТ нинг микротаркибини синтез қилиш жараёнида графиклар назариясининг математик аппаратида фойдаланиб, лойиҳалаш босқич тизимнинг динамик схемаси тўла очилади.

ТЖАБТ да ҳодисаларни автоматик кўриш деганда технологик регламентдан четга чиқиш, ускуналарнинг ишга яроқсизлигини ўз вақтида пайқашга айтилади. Ҳодисаларнига тўла характерлайдиган қийматларни даврий ўлчаш, белгиланган қийматлар билан таққослаш ва бошқариш таъсирлари ёки сигналларни бериш одатда пайқаш алгоритмларининг вазифасига киради.

Технологик жараённинг ҳақиқий кечишини қуйидагича характерлаш мумкин: нормал ҳолат, бунда, технологик режим белгиланган регламентга тўғри келади; ўткинчи ҳолат - регламентдан четга чиқилмаган, бироқ четга чиқиш белгилари пайдо бўлади; аномал ҳолат - технологик регламентдан четга чиқилган пайт (авария вазияти вужудга келган ҳолат ҳам шунга киради).

Даврий технологик жараёнлар учун техник диагностика масаласи объектга бошқариш таъсирларини кўп маротаба юбориб бошқаришга келтирилади; бошқариш таъсирларининг таркиби ва кетма-кетлиги олдинги таъсирларга объектнинг кўрсатган реакциясига боғлиқ. Узлуксиз технологик жараёнлар учун бу масаланинг вазифаси жараён ҳолатини етарли даражада аниқлайдиган назорат параметрларини танлашдан иборат.

У ёки бу ҳолда диагностика натижалари технологик жараёнга БҲМ томонидан фаол аралаштириш учун фойдаланилади. Аномал ҳолатлар учун техник диагностиканинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараёнда аномал ҳолат борлигини ўз вақтида аниқлаш; 2) материал ҳамда энергетик оқимларни ташийдиган қурилма ва ускуналар ҳолатининг техник диагнози; 3) аномал вазиятлар ва тизимнинг нормал ҳолатидан четга чиқишларнинг математик моделини яратиш (идентификациялаш); 4) четга чиқиш сабабларини фаол йўқотиш ва ажратиш, яъни техник диагностика тизимининг бошқариш алгоритминини яратиш; 5) математик моделлар ва техник диагностика алгоритмларини яхшилаш мақсадида статистик маълумотларни йиғиш ва қайта ишлаш.

Технологик жараён аномал ҳолатларининг техник диагностикаси усуллари яратишнинг дастлабки босқичида фақат жараённинг ҳолати ва унинг бузилиш манбалари орасидаги боғланиш таркибини таҳлил қилиш билан қуриш мумкин (техник диагностиканинг мантикий модели). Технологик жараённинг ҳолати параметрларнинг айна пайтдаги қийматларини йўл қуйилган (ёки регламентдаги) қийматлар билан таққослаб аниқланади. Бу ўзгаришларни дарак берувчилар дейилади. Дарак берувчилар деганда фақат физик катталикларнинг (босим, температура ва бошқалар) ўзгаришигина эмас, балки ўлчанаётган, катталикларнинг статик характеристикалари ва функцияларининг ўзгаришлари ҳам тушунилади.

Техник диагностика мантикий алгоритмларини яратишнинг иккита асосий принципларини алоҳида кўрсатиш мумкин: комбинацион ва кетма-кет. Комбинацион усулда текшириш тартибининг технологик ҳолати эътиборга олинмаса, кетма-кет усулда технологик ҳолат ҳақида ахборотдан кейинги натижалар таҳлил қилинади.

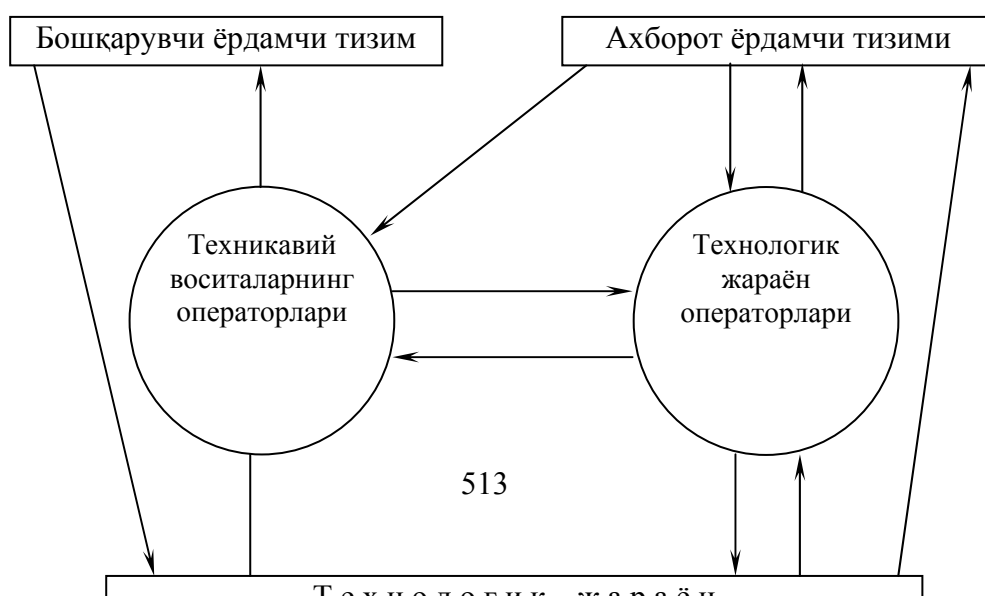
Технологик жараён ҳолатининг мантикий моделини икки босқичда, яъни детерминирланган ва статистик ҳисоблаш босқичларида амалга ошириш мақсадга мувофиқ. Шундай қилинганда техник диагностикани қўйиш масаласи анча соддалашади, модел ўлчами кичиклашади ва диагностика аниқлиги ортади.

Ҳисоблашга детерминирланган босқичнинг киритилишига сабаб кўп кимёвий технологик жараёнлари ва тизимларини детерминирланган мантик воситасида диагнозлаш мумкинлигидир. ТЖАБТ нинг техник воситалари ва БҲМ нинг ишга яроқсизлигида диагностикани аппарат, тест ва дастур-мантик назорат усуллари ёрдамида амалга ошириш мумкин. Бошқариш тизимининг умумий мақсадини ифодаловчи бошқариш алгоритми анча мураккаб бўлганлиги туфайли ТЖАБТ нинг айрим масалаларига мос бўлган кўпгина ёрдамчи алгоритмлари бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, БҲМ да сақланадиган ва ўзининг дастурига эга бўлган айрим алгоритмлар ўзгариб турувчи ишлаб чиқариш вазиятига қараб ҳаракат қилади.

16.5-§.ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ АХБОРОТ БИЛАН ТАЪМИНЛАНИШИ

Автоматик ёки автоматлаштирилган режимда технологик жараёнларни бошқаришда ахборотни йиғиш, қайта ишлаш, сақлаш ва фойдаланишни ташкил қилмасдан иложи йўқ. ТЖАБТ нинг функционал вазифаси ахборот таркибини ва ёрдамчи тизимлар орасидаги ахборотли боғланишларнинг характерини белгилайди. 16.3-расмда ТЖАБТнинг ахборот таркибини ифодаловчи соддалаштирилган схемаси берилган. Чизмадан кўриниб турибдики, ТЖАБТ таркибида бошқарувчи ёрдамчи тизим, технологик жараён операторлари ва техник воситалар билан биргаликда имшлайдиган мустақил ёрдамчи ахборот тизими ҳам бор. Технологик жараённинг кетиши ҳақида ахборот ўлчов ўзгарткичлари орқали ёрдамчи ахборот тизимига киради, у эса ўз навбатида операторларга ва бошқарувчи ёрдамчи тизимларга узатилади. Улар ўзларидаги бошқариш алгоритмлари асосида тегишли бошқариш таъсирларини ишлаб чиқади. Автоматлаштирилган бошқариш режими операторлар орқали оширилади.



16.3-расм. ТЖАБТ нинг ахборот таркибини ифодаловчи соддалаштирилган схемаси.

ТЖАБТ ни ахборот билан таъминлаш муаммоси қуйидаги масалаларни ечишга боғлиқ: 1) бошқариш объектларини бир хил кўринишга келтириш мақсадида ахборотнинг етарли ҳажмини аниқлаш; 2) ахборотнинг ишончлилигини таъминлаш ва уни ечиш усулларини исботлаш; 3) инсон - машина тизимида ахборот алмашишни ташкил этишда вазифаларни тақсимлаш; 4) ахборотни йиғиш, сақлаш ва бериш.

Агар ахборот турлари фақат бир автоматлаштирилган қайта ишлаш тизими билан боғланган бўлса, бошқариш жараёни рационал бўлади. Зарур бўлган бирламчи ахборотнинг ҳажми кўп эмас, лекин у ТЖАБТ лар учун етарли бўлган иккиламчи кўрсаткичлар тизими учун кифоя бўлиши лозим. Бу усул бир марта яратиб ва ахборот массивларидан кўп маротаба фойдаланиш принципи сифатида маълум; бошқача қилиб айтганда, бир марта қайд қилинган ахборот турли бошқариш вазифаларида фойдаланилиши мумкин. Зарур бўлган ахборот ҳажмини аниқлаш керак бўлганда технологик жараён математик ифодасининг қабул қилинган таркибини билиш лозим. Объект ҳолатини бир хил кўринишга келтириш ва зарур бўлган ахборот ҳажмини аниқлаш учун ахборот статистик усулларни ёки ҳозирги замон бошқариш назариясида қўлланиладиган кузатиш ва бошқариш тушунчаларини ишлатиш асосида ҳал этилади.

ТЖАБТ нинг нормал ишлаши ҳисоблаш машиналари ва бошқариш масалаларидан фойдаланишдаги ахборотнинг кўринишига боғлиқ. Бошқариш объекти ҳақида ЭХМ хотирасида сақланаётган бирламчи ахборотнинг тўғрилиги биринчи навбатда технологик жараён физик параметрларининг ўлчаш хатоликларига боғлиқ.

Ҳозирги пайтда аниқлик масаласини ҳал этишда икки йўналиш мавжуд: 1)ўлчов чизмаларида физика, кимё ва бошқа фан ютуқлари асосида ишлаб чиқилган юқори аниқликка эга бўлган элементларни ишлатиш, шунингдек, ўлчайдиган қурилма характеристикаларини стабиллаш усуллари таркибини мукамаллаштириш; 2) тизимлар доирасида маълумотлар ишончлилигини оширишга қаратилган ишларни амалга ошириш (филтрлаш, ишончлилик устидан назорат ўрнатиш, асбоблар хизматини оптималлаш, моделларни тўғрилаш ва бошқалар). Биринчи йўналиш сезиларли даражада маблағ ва меҳнат талаб қилади. ТЖАБТларда ҳисоблаш машиналарининг борлиги иккинчи йўналишни танлашга шароит яратиб беради. Бунда, аниқликни ошириш ахборот - ўлчов тизимида янги қурилмалар киритиш ёки хизматдаги янги усулларни қўллаш ҳисобига эмас, балки ахборотни қайта ишловчи янги алгоритмлар ҳисобига эришилади. Назоратнинг унификациялашган алгоритми ва бирламчи ахборотнинг аниқлигини тиклаш усулини қўллаш кенг ахборот тизимини ТЖАБТнинг маълум алгоритмларини тузишни сезиларли даражада тезлаштиради. Алгоритмда автоматлаштирилган назоратни қўллаш хатоларни дастлабки маълумотларда, шунингдек, ЭХМга киритилганда (масалан, перфорациялашда) аниқлашга имкон беради. Шунинг учун, ҳам бу усул анча самарали бўлиб, маълумотларни қайта ишлашга кетадиган меҳнат харажатларини камайтиради.

Дастлабки ахборотнинг ишончлилик масаласи шовқинла филтрлаш, ўлчаш хатоларини топиш каби статистик усуллар билан ҳал этилади. Бу муаммоларни муваффақиятли ечиш назорат тестларининг тўла комплексини яратиш ва текшириш, профилактика ишларининг регламентини тузишга боғлиқ.

Операторга берилаётган маълумотнинг ҳажми ва характери автоматлаштириш даражаси ва инсон билан автоматик воситалар орасида вазифаларнинг тақсимланиши билан белгиланади. Маълумот тизимининг операторига тахмин ва қарор чиқариш учун етарли бўлган технологик жараённинг бориши ҳақида ҳамма маълумотлар берилади.

Автоматлаштирилган тизимларда оператор дастлабки маълумотни қайта ишлаш вазифасидан озод этилади, буни ҳисоблаш машинаси бажаради. Бошқариш тизимида операторга фақат технологик жараённинг ёки АБТ техник воситаларининг аномал ҳолати ҳақида маълумот берилади. Оператор олинган маълумотни тахмин қилади, аномал вазият сабабларини аниқлайди ва автоматик тизимнинг ишини назорат қилади. Оператор ва ҳисоблаш машинаси ўртасидаги алоқа бошқариш тизимида энг самарали боғланиш бўлиб, у электрон-нур трубкали экран пультаи орқали амалга оширилади ва бунда маълумотни кодлашнинг барча усуллари (ҳарф-рақамли белгилар, шакл, ранг, ёруғлик, ўлчам) фойдаланишга имкон бўлади.

Оператор билан автоматик қурилмалар ўртасида маълумот алмашишни ташкил этишда маълумотни тақсимлаш, машинага киритилган маълумот самарали шакллари қидириш каби масалаларни ҳал этиш керак.

16.6-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК ТАЪМИНОТИ

ТЖАБТ ни жорий этиш бошқариш-ҳисоблаш машиналарини ишлатишни назарда тутиб, уларнинг конкрет русумларига қараб машина алгоритмлари, дастурлар ва уларнинг ифодалари яратилади. ТЖАБТ ни лойиҳалашнинг муҳим босқичларидан бири технологик жараёнларни алгоритмлаш, яъни тизимнинг математик ифодасини бир неча босқичда яратишдир. Бу қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараён ва унинг боришини таъминловчи факторларни ўрганиш; 2) технологик жараённинг автоматлаштирилган бошқариш масаласини қўйиш; 3) технологик жараённинг математик модели, бошқариш алгоритмини ва маълум БХМ га татбиқан яратиш.

ТЖАБТ нинг математик таъминотини ифодаловчи қуйидаги ўзаро боғланган техник ҳужжатларнинг комплектини олиш лозим: 1) бошқарув объектининг математик модели; 2) бошқарув алгоритмининг блок-схемаси; 3) масаланинг ечимига қаратилган математик ва мантиқий амаллар кетма-

кетлигини ифодаловчи алгоритмнинг умумий кўриниши; 4) конкрет БХМ нинг хусусиятларини эътиборга олувчи маши-нанинг алгоритми; 5) алгоритм тилида, автокода ёки шартли адресдаги дастурлар; 6) реал адресли машина кодида ишчи дастурлар ва дастурларнинг баёни.

ТЖАБТ ларни математик таъминотини ишлаб чиқиш иқтисодий маълумотни қайта ишловчи дастурлар тўпламини ҳам ўз ичига олади. Келажакда дастурлар комплексининг универсал турларини яратиш кўзда тутилган. Масалага бундай ёндашиш дастурлаш харажатларини камайтиради. ТЖАБТ ни ишлаб чиқиш ва жорий этишни тезлатиш ҳамда математик таъминотдан фойдаланиш тизимини оширади.

ТЖАБТ нинг математик таъминотини икки гуруҳга бўлиш мумкин: ташқи математик (функционал дастурли) ва ички математик (стандарт дастурли) таъминот.

Ички математик таъминот стандарт ҳисобли алгоритмик ва дастурлар тўпламидан иборат бўлиб, бошқарув - ҳисоблаш комплексининг фаолиятини таъминлайди. Улар ҳар бир машиналар синфи учун марказлашган тарзда яратилади ва конкрет ҳисоблаш машинасининг ажралмас қисми ҳисобланиб, маълум ТЖАБТ ларнинг хусусиятларига боғлиқ эмас.

Тизимнинг ташқи математик таъминоти ўзаро боғланган алгоритм ва дастурлар тўпламидан иборат бўлиб, ТЖАБТ нинг конкрет вазифаси ва масалаларини ҳал этади. Тизимнинг баъзи бир вазифаларини махсус қурилмалар ёрдамида аппаратли ҳал этиш мумкин, бу ҳолда уларни ҳисоблаш машинасидаги дастурга киритишнинг эҳтиёжи йўқолади.

Тизимнинг математик таъминоти маълум ривожланиш характерига эга бўлиб, ўз таркибига қуйидагиларни киритади: маълум даражада универсал бўлган дастурлар; БХМ кутубхонасига кирувчи стандарт дастурлар, шунингдек, конкрет ТЖАБТ учун дастурлар. Шу билан бирга универсал дастурлар ва уларга қуйиладиган талабларга биноан тизимнинг математик таъминоти олдида масалалар синфини аниқлаш муаммоси туради. Муаммоларнинг бошқа бир

синфи стандарт дастурлар таъминотига кирувчи алгоритмик тиллар тўпламини аниқлашдир.

Конкрет ТЖАБТ нинг ташқи математик таъминоти яратилгунча тизим ҳал қилувчи масалаларнинг математик таърифи аниқланган, технологик жараёнларнинг математик баёни тузилган ва унинг мослиги баҳоланган бўлиши, шунингдек, кириш маълумотларининг аниқланиши баҳолари олинган бўлиши лозим. Технологик жараёнларни алгоритмлаш дастлабки ва охири бўлади.

Дастлабки алгоритмлаш масалалари қуйидагилар: жараёнинг алгаритмик таркибини ўрганиш; бошланғич математик модел ва оптималлаш алгаритмини яратиш; ишлаб чиқариш шаротида алгаритмларни синовдан ўтказиш; кутилган иқтисодий самарани баҳолаш, бошқаришнинг ҳисобли техник воситаларини дастлабки танлаш. Бу масалаларни ҳал қилишда технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган тизимини ишлатишга тайёрлиги аниқланади, мавжуд назорат қилиш ва ростлаш тизимларини такомиллаштириш йўллари белгиланади, ТЖАБТ ни яратиш учун ишлар тартиби ўрнатилади.

Охириги алгаритмлаш масалалари қуйидагича: технологик жараёнларни чуқур ўрганиш, дастлабки математик модел ва оптималлаш алгоритмини тўғрилаш; техник воситаларни узил - кесил танлаш, яратилган тизимнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Дастлабки ва охириги алгоритмлаш босқичларида қўшимча маълумотларни олиш натижасида моделларнинг таркиби ва мураккаблигида ўзгаришлар бўлиши мумкин. Объектнинг дастлабки математик баёни яратилишида жараённинг статик ва динамик характеристикалари тадқиқ этилади, оптимал режимлар аниқланади, турғунлик вазифалари ўрганилади, дастлабки моделни соддалаштиришнинг турли вариантлари кўриб чиқилади.

Озиқ-овқат саноатида ТЖАБТ ларни яратиш деганда тизим параметрларининг ўзаро боғланиши ва ўзгариш қонуниятини кўрсатувчи тизимнинг математик баёнини яратиш, маълумот оқимининг тахлили ва бошқариш масалаларини ечиш усуллари ишлаб чиқиш тушунилади. ТЖАБТ

ларни тадбиқ этишга оид масалаларни ҳал этишда озиқ-овқат саноатидаги технологик жараёнлар хусусиятларини ўзида мужассамлаштирган математик аппаратлар зарурдир. Иерархия босқичидаги қуйи ёрдамчи тизимлар учун озиқ-овқат ишлаб чиқаришининг айрим технологик жараёнларини математик моделлаш ёрдамида озиқ-овқат саноатининг технологик жараёнларини тадқиқ этиш - математик моделлар алгоритмларининг ҳисобларини ишлаб чиқиш ва оптимал бошқариш параметрларини ажратиш, шунингдек, турли тузилишдаги аппаратлар самарадорлигини баҳолайдиган стандарт дастурлар кутубхонасини яратиш демакдир.

Юқори босқичдаги ёрдамчи тизимлар учун технологик тизимни тўла ўрганиш ва тадқиқ этиш лозим; айрим жараёнларнинг характеристикаларини аниқлаш эса мураккаб технологик тизимларни бошқаришнинг умумий вазифасидан келиб чиқиши керак. Ҳозирги вақтда озиқ-овқат саноатида сифатида ҳисоблаш ва бошқаришнинг илмий асосланган усуллари яратилмаган. Айрим аппаратларнинг характеристикаларини аниқлашда уларнинг ўзаро боғланиши ва ўзаро таъсири ҳисобга олинмайди. Натижада лойиҳаланган тизимлар оптимал режимдан анча узоқда ишлайди. Масалага умумий мақсад ва технологик чизма айрим элементларининг ўзаро боғланишларни ҳисобга олиб ёндашиш мақсадга мувофиқ. Бу тизимнинг самарали ишлаши технологик чизма айрим элементларинг тизимнинг самарали ишлаши технологик чизманинг тонологик таркиби билан белгиланади. Технологик тизимнинг таркибий таҳлилини фақат айрим аппаратларнинг математик моделлари асосида бажариб бўлмайди. Жараён параметрларининг ташқи ва ички функционал алоқасини технологик аппаратлар комплексини бир бутун деб қаралгандагина очиш мумкин.

Озиқ-овқат ишлаб чиқарувчи технологик комплексларнинг оптимал ишлаши бошқаришнинг юқори сифатли бўлишини талаб этади. Кимё ва озиқ-овқат корхоналарида аппаратларнинг ишчи параметрлари критик нуқтага яқин бўлиши кам учрайдиган ҳол эмас, энг яхши иш шароити эса кам турғунлик захирасига эга бўлган жараённинг стационар ҳолатига яқин. Шунини қайд қилиш

керакки, айрим аппаратларнинг математик моделларидан мураккаб технологик тизимларнинг моделларига ўтилганда янги муаммолар келиб чиқади. Хусусан, улар иерархиянинг иккинчи босқичидаги масалаларнинг ўлчамларини камайтириш билан боғлиқ. Шунинг учун, исботланган ва декомпозициянинг самарали усуллари яратиш масалалари муҳим аҳамият касб этади.

16.7-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ

Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари объектларни бевосита бошқариши лозим. Бу шароитда бошқариш тизимидаги ҳар қандай бузилиш ёки четга чиқиш жараённинг нормал боришини йўқотади, бу эса катта қийматдаги иқтисодий йўқотишларга олиб келади. ТЖАБТ фаолиятининг ишончлилигига қўйиладиган талаблар жуда катта. Тизимнинг ишонччилигини таъминлаш учун қўйидагилар зарурдир: 1) тизим ва унинг компонентлари ишонччилик параметрларининг оптимал қийматларини аниқлаш; 2) конкрет тизим хусусиятларига тўла жавоб берувчи ва ишонччилигини оширувчи махсус усулларни ишлаб чиқиш; 3) ишонччилик ва самарадорлик кўрсаткичларини эътиборга олган ҳолда таркиб вариантини танлаш; 4) талаб этилган ишонччиликни таъминловчи тизим техник хизматининг шакл ва тартибини ўрнатиш; 5) бутун тизим ва унинг айрим компонентлари учун ишонччилик синови дастурларини мукамал ишлаб чиқиш.

Иккита омил, яъни яратилаётган ТЖАБТ комплектидаги техник воситалар сифати ва лойиҳалаш усуллари бошқариш тизимининг ишончилигини белгилайди. Тизимдаги бирор элементнинг сифатсиз ишлаши ишонччилик кўрсаткичини пасайтирб юбориши мумкин. Комплектдаги маҳсулотларнинг ишонччилигига қаратилган ҳамма ишлар иқтисодий томондан асосланган

бўлиши лозим. Тизимнинг сифатини лойиҳалаш босқичидаёқ дублёрлаш йўли билан ошириш мумкин.

Ҳозирги пайтда муҳим контурларда автоматикнинг локал тизимларини сақлаб қолишга амал қилинаяпти. Мавжуд ростлагичлар бошқарув ҳисоблаш машиналари ишдан чиққан тақдирда ҳам технологик режимни ушлаб турадилар. Бундай ҳолда ростлаш тизимидаги ростловчи органлар ўз ҳолатини ўзгартирмаслиги лозим.

Дублёрлаш йўли бошқа бир муаммони келтириб чиқаради, яъни у тизим нархини ошириб юборади. Тизимнинг ишончлилигини минимал юкланиш принципини қўллаш орқал ошириш мумкин, бунда тизим кутилгандан кенгрок ўзгарувчи шароитига мослаб лойиҳалаштирилади. Шундай бўлса ҳам тизимнинг таннархини ва элементлар сонининг оширишини назардан четда қолдирмаслик керак. ТЖАБТ фаолиятининг юқори даражада самарали ишлаши комплектдаги қурилмаларнинг ишончлилигига боғлиқ.

16-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимлари
2. Локал ТЖАБТ лар
3. Комплекс ТЖАБТ лар
4. Интегралланган ТЖАБТ лар

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. ТЖАБТларнинг умумий характеристикалари ва таснифни келтиринг.
2. ТЖАБТларни бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича синфларга ажратинг.
3. Локал ТЖАБТлар деганда нимани тушунасиш?
4. Интеграллашган ТЖАБТларнинг ишлаб чиқаришдаги аҳамияти.
5. ТЖАБТларнинг ахборот ва бошқариш функцияларини санаб беринг.
6. ТЖАБТларнинг умумлашган схемасини келтиринг ва уни атрофлича ёритинг.

7. ТЖАБТлар қандай ёрдамчи структураларга ажралади.
8. ТЖАБТларнинг ахборот билан таъминланганлигини кенг маънода қандай таърифлаш мумкин.
9. ТЖАБТнинг математик ифодаси неча босқичдан иборат?
10. ТЖАБТларнинг ишочлилигини таъминлаш учун қандай омиллар зарур бўлади?

XVII бoб. ТЕХНИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ТИЗИМИНИНГ УМУМИЙ ВАЗИФАЛАРИ

17.1-§. АХБОРОТ МАСАЛАЛАРИНИНГ РЎЙЎАТИ ВА ТАРКИБИ

Автоматлаштирилган бошқариш тизими (АБТ) ахборотни тўплаш, ишлов бериш ва тақдим этишнинг техник воситалари ва алгоритмларининг мажмуасидан иборат бўлиб, у корхонани ёки айрим жараёнларни кибернетика усуллари асосида бошқаришни таъминлайди.

Бошқариш объектига қараб технологик жараёнларни бошқариш тизими ва корхоналарни ташкилий-маъмурий бошқариш тизимлари фарқ қилинади. Ҳам у, ҳам бу вазифаларни қўшиб олиб борувчи - интегралланган АБТ (ИАБТ) деб аталувчи АБТ ҳам бўлиши мумкин.

АБТ автоматик тизимлардан фарқли ўлароқ одам-машина тизимларидир. Бундай тизимларда бошқариш вазифалари одам ва техник воситалар ўртасида бўлинади. Бироқ автоматлаштирилган тизимларнинг одам-машина табиати АБТ да айрим вазифаларни тўлиқ автоматлаштириш мумкинлигини, айниқса, технологик жараёнларни бевосита рақамли бошқариш даражасида инкор этмайди.

Автоматлаштирилган бошқариш тизимининг асосий таркибий қисмларини санаб ўтамыз.

1. Бошқаришнинг техник воситалари. Булар авваламбор бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БХМ), кейин бошқарув объекти билан алоқа қилиш (боғланиш) қурилмасидир, бу қурилма технологик жараён ҳақидаги ахборотни қабул қилишни ва бошқарувчи таъсирларнинг ёки ахборот сигналларининг шаклланишини таъминлайди:

- машинага хизмат кўрсатувчи ходимлар томонидан ахборот киритиладиган турли қурилмалар (масалан, телетайп, перфоленталардан, перфокарталардан киритиш, бошқариш органлари бўлган пультлар ва ҳаказо) ва ахборотни автоматик қайд этиш қурилмалари (босувчи қурилмалар, турли хил қайд этувчилар, индикаторли панеллар ва ҳоказо). Кейинги пайтларда ҳисоблаш техникасининг агрегат воситалари ривожланиши билан БХМ тушунчаси кўпинча «бошқарувчи ҳисоблаш комплекси» (БХК) тушунчаси билан алмаштирилмоқда. Бу тизимнинг марказий ядроси энди агрегат бланклардан комплекшлаш билан боғлиқ бўлиб, уларни процессорга (операцион қурилма ва марказий бошқарув блоки) ва оператив хотирлаш блоклари (ОХБ) га бўлиш қабул қилинган.

2. Математик бошқариш воситалари. Тизимнинг математик (МТ) ёки дастурли (ДТ) таъминотини ташқи ва ички МТ га бўлиш қабул қилинган.

Ташқи МТ - бу бошқарилувчи объектда турли ҳолатларда бошқариш тартибини белгиловчи дастурлар тўпламидир. Бошқача қилиб айтганда, ташқи МТ тизимнинг вазифаларини белгилаб беради, яъни унинг бошқариш жараёнида қила оладиган ишларини ва бунда унинг объектга нисбатан фаолият кўрсатиши қандай эканини белгилайди.

Ички МТ - бу тизим техник воситаларининг ажралмас қисми бўлиб, у буюртмачига тайёрловчи - завод томонидан шу воситалар билан биргаликда етказиб берилади. Унга тизимнинг турли қисмларининг бир-бири билан ўзаро таъсирланишини ташкил этиш учун мўлжалланган дастурлар тўплами киради. Бу ҳол, унинг бошқариш алгоритмини киритиш ва қайта ишлашни, бу алгоритмни БХМ да амалга оширишни ва тизимдан ишчи дастурларни бажариш натижаларини чиқаришни таъминлашни англатади. Бундан ташқари,

ички МТ таркибига, одатда, назорат дастури ва техник воситалар диагностикаси дастури, шунингдек, масалан, тизимни объектда созлаш учун мўлжалланган баъзи ёрдамчи дастурлар киради.

3. Хизмат кўрсатувчи ходимлар. Юқорида айтиб ўтилганидек автоматлаштирилган тизим тушунчаси автоматик тизимдан фарқли ўлароқ, бошқариш жараёнида БХМ билан биргаликда одам ҳам иштирок этиб, ўз тажрибаси ва билими асосида унинг ишини таҳлил қилиб ва тузатиб, тизимнинг ишига маълум даражада (баъзан ҳал қилувчи тарзда) таъсир кўртади. Шунинг учун, одам автоматлаштирилган тизимнинг техник ва математик воситалари билан бирга унинг бир қисми экани табиийдир.

4. Маҳаллий автоматик қурилмалар. Улар технологик жараённинг айрим қисмларини механизациялаш ва автоматлаштиришга мўлжалланган. Уларга турли хил вазифани бажарувчи индивидуал ростлагичлар, қурилмани шикастланишдан ҳимоя қилувчи маҳаллий қурилмалар, юқордан берилган буйруқ бўйича ишловчи автоматик ишга тушириш қурилмалари кириши мумкин.

Шундай қилиб, тизим таркибида тизим бюртмачиси ифодалаши керак бўлган ягона мақсадга бўйсиндирилган, етарлича мураккаб ва ўзаро узвий боғланган бошқарувчи бўғинлар мажмуасини қараб чиқиш зарур. У мураккаблигига қарамай, даставвал бошқариш тизимини бутунича тасаввур қилиш, унинг вазифаларини тушуниши ва бу вазифалар амалда қандай бажарилишини тасаввур қилиши зарур.

Тизимни бирор яхлит ва бўлинмас нарса тарзидаги қора қути кўринишида қараб чиқиш қулайдир. 17. 1-расмда тизим қора қути кўринишида ифодаланган, у ерда $x = x_1, x_2, \dots, x_n$ - киришла тўплами, $y = y_1, y_2, \dots, y_n$ эса чиқишлар тўплами.



17.1-расм. Ташқи баҳолашда бошқариш тизими.

Тизимни қора қути тарзида қараб чиқиш - бу унинг ҳақида ташқи тавсифлари бўйича ва даставвал унинг чиқишларининг киришларига боғлиқ бўлиши бўйича фикр юритиш демакдир. Бунда ички тузилиш ҳисобга олинмайди. Бошқача айтганда, тизим қандай бажараётганидан қатъий назар нима бажараётгани муҳимдир.

Бошқариш тизимини бундай ташқи баҳолашда қуйидаги асосий параметрларни ажратиб кўрсатиш мумкин:

1.Киришлар ва чиқишлар сони - бу сон биринчи яқинлашишида тизимнинг мураккаблиги ҳақида фикр юритишга имкон беради.

2.Ахборотнинг қийматий тавсифлари - бу тизимнинг киришларига қандай ахборот киришининг ва чиқишларида қандай сигналлар шаклланишининг қийматидир. Бу тизимнинг вазифаларини миқдорий баҳолашга, улардан энг муҳимларини ажратишга (масалан, авария сигнали), биринчи навбатда айнан нимани автоматлаштириш талаб қилиниши ва ҳоказоларни тушунишга имкон беради.

3.Тизимнинг тез ишлаши - бу кириш сигналларга чиқишларнинг акс таъсири тезлигидир. Бу кўрсаткичнинг қиймати тизимнинг бошқариш жараёнига киритаётган кечикишлар ҳақида фикр юритишга имкон беради.

4. Тизим чиқишларининг бузилиш эҳтимоли-бу, пировардида, унинг ишончлилиги кўрсаткичидир.

Шундай қилиб, тизимнинг кириш ва чиқишларини, шунингдек, уларнинг функционал боғланишларини текшириш «тизим тўғрисида яхлит, унинг вазифалари тўғрисида ва турли хил тавсифлар тўғрисида дастлабки тушунча беради.

Бошқариш тизими, хизмат кўрсатувчи ходимлар ва объектнинг ўзаро ишлаши натижасида вужудга келадиган бошқариш контурида иккита асосий жараён кечади: технологик жараён (у бошқарш объекти ҳамдир) ва бу объектни бошқариш жараёни. Бошқариш шундан иборатки, объектга бошқарувчи таъсирлар узатилиб, уларнинг мақсади технологик жараённинг асосий тавсифларини берилган чегараларда ушлаб туриш, шунингдек, унинг айрим босқичларини ишга тушириш ва тўхтатиш. Бошқариш тизими бошқарувчи сигналларни фақат керакли жойга узатилишинигина эмас, балки керакли вақтда узатилишини таъминлаши зарур, у бошқарилувчи жараённинг ўтиш тезлиги билан белгиланади. Бу талаб одатда бундай ифодаланади: тизим ишлаб чиқариш билан ягона темпда ишлаши керак ёки бошқача қилиб айтганда реал вақт масштабида ишлаши керак.

Замонавий ЭХМ ларнинг тез ишлашини ҳисобга олиб, бунда, ягона муаммо бошқарувчи сигналлар жуда тез ишлаб чиқарилади ва уларни керакли вақтгача тутиб туриш керак бўлади, деб ўйлаш мумкин. Ҳақиқатда эса бу осон иш эмас. Тизим ишини вақт бўйича ташкил этиш муаммоси баъзан жуда жиддий бўлади. Бунинг иккита сабаби бор:

- биринчи сабаби шундаки, бошқарувчи сигналларни ишлаб чиқиш жараёнлари жуда мураккаб бўлиши мумкин (фойдаланилаётган бошқариш усулининг мураккаблигидан ёки дастур муваффақиятсиз тузилганидан), яъни жуда кўп операцияли бўлиб, уларни бажариш вақти тизим реакциясининг максимал йўл қўйилган вақти билан ўлчовдош (бир хил) ёки хатто ундан ортиқ бўлади (бундай мураккаб ишга мисол тариқасида об-ҳаво маълумоти хизмат қилиши мумкин: ҳозир бор бўлган эртанги кун об-ҳаво маълумотининг аниқлигини орттириш учун суткадан кўра машина вақти кўпроқ керак бўлади, бинобарин, маълумот керак бўлмай қолади: бундай ҳолда мураккаб ишларни бошқариш сифатидан воз кечиб, соддалаштириш керак бўлади);

- иккинчи сабаб шундаки, айти бир тизим айти бир вақтда кўпчилик истеъмолчиларга хизмат кўрсатиши керак (хусусан, хизмат кўрсатувчи ходимлар, объектнинг айрим қисмлари, бошқарув операциясининг юқори

сатҳлари) ва бошқарувчи сигналларни ишлаб чиқиш ҳамда чиқариб бериш, келаётган ахборотни қайд қилиш, бухгалтерия ва иқтисодий масалалар ва ҳаказо жуда кўп масалаларни ҳал қилиши керак; бу ерда, вужудга келадиган вақт муаммоси вақтни ажратиш режими ёрдамида ҳал қилинади.

Вақт ажратиш режими дастурчининг ёрдамисиз унга махсус қурилмалар (терминаллар), масалан, пулт ёки босувчи машина ёрдамида уланган ҳар бир кишига ягона машинадан фойдаланишга имкон беради. У бошқариш жараёнида ишчи дастурларини бажариш тартибини ўзгартиришга ва турли фойдаланувчиларга машинага бир-бирига ҳалақат бермаган ҳолда амалда бир вақтда ишлашга имкон беради.

Тизимнинг жамоа бўлиб фойдаланиладиган режимида ишлашида ЭХМ нинг самарадорлиги кескин ортади, чунки у янада тўла юкланад ва унинг ресурсларидан яхшироқ фойдаланилади.

Машина вақтининг фойдаланувчилар ўртасида бўлиниши икки ёқлама амалга оширилиши мумкин:

- аппаратура ёрдамида; бунда, турли фойдаланувчилар учун ўзининг, фақат улар учун мўлжалланган қурилмалар, яъни оператив хотира ёки процессор каби қурилмалар берилади;

- программа ёрдамида; бунда, айти бир қурилмалар барча фойдаланувчиларга белгиланган, кетма-кетликка мос ҳолда берилади. Бу ҳолда фойдаланувчиларнинг талаблари бўйича масалани тез ҳал қилиш ҳисобига уларда БХМ дан бир вақтда ишлаш мумкинлиги тушунчаси пайдо бўлади, аслида эса бунда фойдаланувчиларнинг ЭХМ билан боғланиш қурилмаси машинанинг ўзидан анча секинроқ ишлагани учун бир вақтlilik бўлмайди.

ТЖАБТ да вақтнинг дастурли бўлиниши кенг тарқалган. Бунда *тизим узилишлар билан ишлайди* дейилади, яъни бир дастур бошқасини узиши мумкин. Бунда, қайси масала бошқасидан муҳимлигини ва мазкур технологик жараённинг турли хусусий бошқариш алгоритмлари қандай афзалликка эгаллигини аниқлаш зарур.

Шундай қилиб, ТЖАБТ доирасида вақтнинг бўлиниши мумкин бўлиши учун бошқарувчи машинада жорий дастурнинг узилиши кўзда тутилиши керак.

Жорий дастур деб, тизимда бошқа дастурга талаб туғилган пайтда бажариладиган дастурга айтилади.

Агар БХМ нинг бир ишдан бошқасига ўтиши олдиндан режалаштирилган бўлса, бу ҳолда узилиш фақат дастурчи олдиндан кўзда тутган жойдагина юз беради. Лекин ҳамма нарсани ҳам олдиндан назарда тутиб бўлавермайди. Ва бундан ташқари, узилишни амалга ошириш ва бошқа қисм дастурга зудлик билан ўтишни амалга ошириш зарур бўлади, бунда, жорий дастурда бошқа дастурга шартли ўтиш буйруғи учрашини кутиб ўтирилмайди.

Замонавий бошқариш тизимларида узилиш қуйидагича бажарилади. БХМ га нисбатан ҳар бир ташқи қурилма, шу жумладан бошқариш объекти ҳам зарур бўлганда ўзининг машина билан ишлашнинг бу ҳол учун махсус дастур бўйича ишлаш эҳтиёжи ҳақида маълум қилиб, боғланишни (алоқани) танлаш сигналини ифодалаши мумкин. Бундай дастур, табиийки, машина хотирасида сақланиши керак. Талаб келганда машина ўз ишини вақтинча узади, бу узилиш содир бўлган жорий дастур ўрнини хотирлайди ва чақирилган дастурни бажаришга ўтади. Бу дастурни бажаргандан сўнг ва бошқа талаб бўлмаса, машина узилган жорий дастурга қайтади. Узилишга бир вақтда келадиган бир нечта талаб бўлганда улар хизмат кўрсатиш учун навбатга тизилишади. Узилишлар тизими шундай тарзда ташкил этиладики, бунда, турли хил талаблар учун турлича афзаллик белгиланади ва жуда паст афзаликка эга бўлган талаб юқорироқ афзалликдаги талаб билан узилиши мумкин, яъни узилишлар ичида узилишлар бўлиши мумкин.

Узилишга бўлган талабни икки гуруҳга ажратиш мумкин: маълум вақт оралиғидан кеч қолмаган ҳолда ишлов берилиши керак бўлган талаблар (акс ҳолда ахборот йўқотилади ёки бирор нарсани ўзгартириб бўлмайди) ҳамда ўз навбатини истаганча вақт кўтиши мумкин бўлган талаблар. Талабларнинг биринчисига мисол тариқасида бошқариш объектидан келаётган носозлик сигналлари хизмат қилади, уларга мувофиқ, масалан, аварияга йўл қўймаслик

учун тезкор ишлар қилиш лозим. Реал объектлар учун бундай сигналларга ишлов беришга ажратиладиган вақт баъзан миллисекундлар билан ўлчанади. Иккинчи гуруҳ сигналларига мисол тариқасида қайд қилиш қурилмасидан келаётган сигнал хизмат қилиши мумкин, бу сигнал қурилманинг навбатдаги символни босишга қабул қилиш учун тайёр эканлиги ҳақида хабар қилади.

Замонавий ТЖАБТ ларда, одатда, узилишнинг яна бир тури - таймер бўйича узилиш кўзда тутилади. Таймер бу қурилма ёки дастур бўлиб, унинг чиқишда берилган вақт оралиқларида, кўпинча, электр импульси кўринишидаги сигнал (ўзига хос метроном) шаклланади.

Таймер бўйича узилиш тизимда вақтни ажратиш ишини бирор хил ташқи ёки ички сабабларга боғлиқ бўлмаган ҳолда ташкил этишга имкон беради. Бу ҳолда янги дастурга кейинчалик жорий дастурга қайтиб ўтиш таймер шакллантирадиган берилган вақт оралиқлари орқали даврий амалга оширилади. Бундай узилишга мисол назорат дастурига ўтиш хизмат қилиб, унинг ёрдамида тизимнинг асосий қурилмаларининг созлиги текширилади.

Вақтни ажратиш (бўлиш) билан ишловчи тизимда махсус дастур бўлиши керак, у узилишга бўладиган талабларни шакллантириш учун мўлжалланган бўлиб, у навбат тартибини ва турли фойдаланувчилар дастурларининг бир-бирига ўзаро таъсирини йўқотишини кузатади.

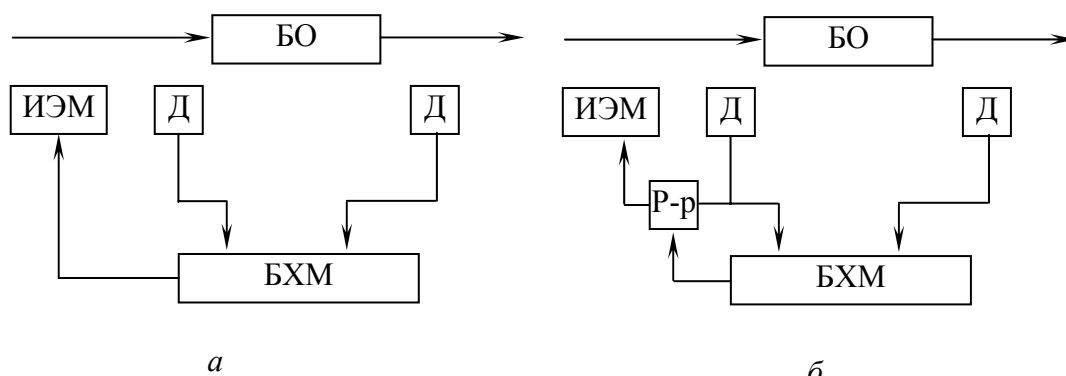
Бошқариш тизимини яратишнинг бошланғич босқичида кўп жиҳатдан бўлажак тизимнинг қиёфасини белгиловчи қарорлар қабул қилинади. Асосий масалалардан бири бошқариш тизимиг юкланадиган вазифаларни аниқлашдан иборатдир. Бу масалани ҳал қилиш технологик жараёни ва бошқариш вазифаларини таҳлил қилишга асосланади. Натижада қуйидагилар аниқланиши керак:

- жараёнини оптималлаштириш имкониятлари ва самарадорлик мезони;
- инсон бошқариш вазифаларини бажара олмаган ҳолларда бевосита автоматлаштирилиши керак бўлган технологик жараён қисмлари (масалан, бошқариш тезлиги бўйича қаттиқ талаблар бўлгани учун);

- фақат хизмат кўрсатувчи ходимлар ёрдамида автоматик қурилмалар иштирокисиз бошқариш мумкин бўлган технологик жараёнлар қисмлари;

- бошқарилиши инсонга юкланиши мумкин бўлган технологик жараён қисмлари, лекин бунда улар у ёки бу ҳолларда оптимал амалга оширилмайди.

Ҳамма масалалар учун ва даставвал одам иштирокида хал қилинадиган масалалар учун тизимнинг ахборот вазифаларини аниқлаш зарур, яъни қарор қабул қилиш учун керак бўладиган ёки хизмат кўрсатувчи ходимларга маълумот учун бериладиган ахборотни беришнинг умумий ҳажми ва шакли.



17.2-расм. Автоматлаштирилган бошқаришни марказлаштиришнинг турли даражаларига мисол.

Тизимнинг вазифаларини аниқлаш учун биринчи яқинлашишда автоматлаштирилган бошқаришни марказлаштириш даражасини ҳам аниқлаш зарур, яъни ҳамма вазифани БХМга ва хизмат кўрсатувчи ходимларга юклаш (17.2-расм, а), ёки мустақил ишлай оладиган ёхуд БХМ дан бошқарилиши мумкин бўлган (17.2-расм, б) маҳаллий автоматик қурилмаларга қолдириш ҳам зарур.

Тизимнинг вазифалари белгилангандан сўнг бу вазифаларнинг қайси бири технологик жараён учун муҳим ва жавобгарли эканини аниқлаш лозим. Тизимнинг ҳамма вазифаларини уларнинг муҳимлиги ва тизим бажариши зарурлиги даражаси бўйича териб чиқиш зарур, яъни улар орқасидан технологик жараённи таҳлил қилиш асосида ва бошқаришнинг умумий мақсадли вазифасига эга бўлиб, бирор афзаллигини аниқлаш зарур.

Кейин баъзи қийматий баҳолар олиш керак:

- ҳар бир бошқарувчи ва ахборот вазифа учун талаб қилинган амалга ошириш тезлиги;
- бошқаришнинг ҳамма вазифаларини ва ҳар бирини айрим тизим томонидан автоматик амалга ошириб бўлмаслиги бўлган максимал вақти;
- у ёки бу вазифани бажариш ишончлилиги бўйича тизимга қўйиладиган тахминий талаблар.

Бошқариш объекти хусусиятларига боғлиқ бўлмаган ҳолда ТБЖАТ га одатда қўйидаги вазифалар юкланади:

- 1) турли жараёнларни маълум берилган режимда стабиллаш (ростлаш);
- 2) объект механизмларини технологик жараённинг жорий ҳолатига боғлиқ ҳолда турли дастурлар бўйича бошқариш;
- 3) аварияга қарши тадбирларни, шунингдек, бошқариш объектини шикастланишдан ҳимоя қилишни ташкил этиш;
- 4) ишлаб чиқариш жараёнини берилган самарадорлик мезони бўйича оптималлаштириш;
- 5) турли хил сигналлаш, қайд қилиш ва шу кабиларни кўзда тутувчи ахборот вазифалари;
- 6) бошқаришнинг юқори даражали нерархиялари билан оператив алоқа.

Бу вазифаларнинг ҳаммаси одатда ахборот тарзидаги ва бошқарувчи гуруҳларга бўлинади.

17.1.1. БОШҚАРИШ ОБЪЕКТНИНГ ҲОЛАТИ ҲАҚИДА АВАРИЯВИЙ ВА ОҒОҲЛАНТИРУВЧИ СИГНАЛЛАШ

Тизимнинг бу вазифа доирасидаги иши шундай ташкил этиладики, бунда, бошқарилаётган жараённинг у ёки бу параметрлари меъёридан четлашиши ёки объектнинг бирор механизмининг ишдан чиқиши тизимнинг кириш қурилмаларида қайд қилинади. Бу қурилмалар узилишига бўлган талабни шакллантиради ва машина келаётган сигналга махсус дастур бўйича ишлов беради. Бу дастурнинг ишлаши натижасида ёруғлик ёки товуш сигнали (ёки

иккаласи бир вақтда) уланади. Объектда авария ёки авария олди ҳолати бўлишига қараб сигналнинг характери ўзгариши мумкин. Масалан, авария вақтида қизил лампа ёнади ва товуш сигнали уланади, огоҳлантирувчи сигнал ҳолида - кўк ранг чироқ, ёнади ва кўнғироқ чалинади.

Назорат қилинувчи параметрлари ва қурилмалари сон кўп бўлган объект учун дастлаб сигналлаш дастури у ёки бу бўғиннинг носозолилиги ҳақида умумлаштирилган сигнал бериши мумкин (бу автоматик сигнал. Кейин зарур бўлганда хизмат кўрсатувчи ходимлар умумлашган сигналнинг шифрини очиб (чақирувчи сигнал), янада муфассал ахборотни чакиради.

Сигналлаш вазифаси машинадан етарлича тез акс таъсир кўрсатишини талаб қилади ва хизмат кўрсатувчи ходимларга аниқ ва равшан ахборот беришнинг шакл ҳамда усуллари чикиш зарурлигини тақозо этади, бундан ташқари бу шакллар кўпинча бошқариш объекти хусусиятига ва технологик жараёнга боғлиқ.

17. 1.2. БОШҚАРИШ ОБЪЕКТИ ТЎҒРИСИДАГИ АХБОРОТНИ ҚАЙД ЭТИШ

Бу вазифа бошқариш тизими таркибида турли хил қайд қилувчи қурилмалар ва асбоблар борлигини олдиндан белгилаб қўяди (масалан, рақам босиш қурилмаси, иккиламчи ўзиёзар асбоблар ва ҳоказо) бу қурилма ва асбобларда бошқариш объектининг ҳолати ва иш режимлари ҳақидаги, шунингдек, технологик жараённинг бориши ҳақидаги маълумот қайд қилинади.

Маълумотлар турли хил шаклда қайд қилиниши мумкин: кодланган шаклда ёки одатдаги матнда, жадваллар, бланкалар ва ҳоказолар шаклида, бу ҳужжатлар бундан кейин қанча бошқа ахборот ташувчиларда (магнит ленталари, дисклари вақт сақланиши ва фойдаланишига боғлиқ ҳолда қоғозда ёки перфоленталарда) қайд қилинган ҳолда бўлиши мумкин. Қайд қилишнинг бир нечта тури фарқ қилинади.

Даврий қайд қилиш. Бу ҳолда тизим берилган материаллар орқали объект датчикларини сўраб чиқади ва параметрларнинг ё мутлақ қийматларини ёки уларнинг меъёрдан четланишлари қийматларини қайд қилади. Бундай қайд этишда ахборотни йиғиш, унга ишлов бериш ва чиқаришни таъминловчи дастур ишга ташқи таъсирларСиз киритилади, яъни таймер бўйича узилиши амалга оширилади, шундан сўнг ҳамма ахборот қайд қилинишини кутмасдан, жорий ахборотга қайтиш юз беради. Ахборотнинг маълум қиймати (порцияси) қайд қилингандан сўнг қайд қилувчи қурилманинг талаби билан навбатдаги символ (ёки символлар гуруҳи) босишга берилади. Ишлашдаги бундай узлукли режим машина вақтини тежашга интилиш билан тақозо қилинади, чунки қайдлагичлар ЭХМ га нисбатан анча секинлик билан ишлайди ва қайд қилишнинг охирини кўтиш уни ноўрин тўхтаб туришга мажбур қилади.

Чақириққа кўра қайд этиш. У ёки бу маълумотларни қайд қилиш учун чақириб, оператор узилишга талабни шакллантиради, шундан сўнг зарур ахборот даврий қайд этишдагига ўхшаш махсус дастур бўйича тўпланади, шакл алмаштирилади ва чиқарилади.

Бошқариш объектининг ҳолати ҳақида автоматик қайд этиш. Бунда, тизимнинг иши худди носозликларни сигналлашдагидек ташкил этилади. Фарқ фақат шундаки, дастур ишининг натижаси қайд қилувчини (регистраторни) ишга киритишдан иборат бўлади, унда одатда носозликларнинг номи ёки меъёридан четлашган параметрнинг номи бундай ҳолат юз берган вақт қайд этилади. Носозликларнинг турли гуруҳлари (масалан, аварияли ва огоҳлантирувчи) турлича қайд қилиниши мумкин, яъни махсус белги (масалан, символларнинг турли хил ранги) билан қайд қилиниши мумкин.

ТБЖАТ доирасида қайд этиш масалаларини бажариш оператив ҳаракатларни талаб этмайди ва шунинг учун, машинага хизмат кўрсатувчи ходимлардан ёки қайд этувчилардан қайд этиш учун келаётган буюртмалар катта афзалликка эга бўлмайди ва бу масалалар одатда шошилинич бўлмаганда бажариладиганлар қаторига киритилади.

Ҳамма ахборот масалаларининг характери одамнинг бевосита иштирок этишини олдиндан белгилаб бериб, у ахборот олади, уни таҳлил қилади ва шу таҳлил асосида технологик жараёнга таъсир кўрсатади.

17.2-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ МАСАЛАЛАРИ РЎЙХАТИ ВА ТАРКИБИ

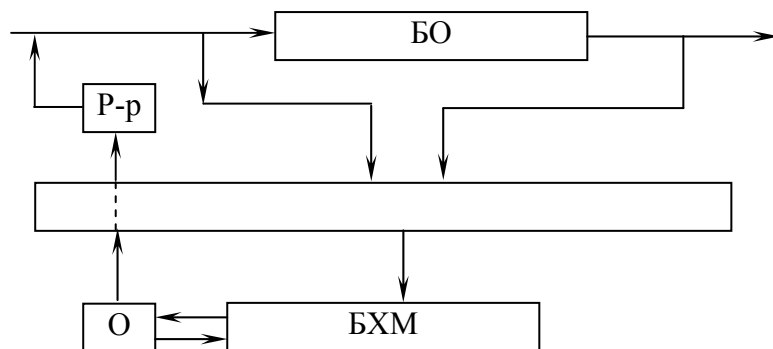
Автоматик бошқаришни амалий равишда бажаришда буюртмачи бир қатор хусусиятларни ҳисобга олиши зарур.

1. Автоматлаштириш воситаларига мураккаб ва қимматбаҳо жиҳозларни бошқаришни тўла ишониб топшириш учун уларнинг ишончилиги ҳар доим ҳам етарли даражада юқори эмас.
2. Бошқарилувчи жараёнларда тасодифий ташкил этувчиларнинг мавжудлигини ҳисобга олиш зарур.
3. Бошқариш объекти тўғрисида ҳар доим ҳам етарлича тулиқ маълумот бўлмайди.

Санаб ўтилган омилларга боғлиқ равишда ва бошқариш тизими таркибида БХМ ва оператордан ташқари турли хил маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари бўлиши мумкинлигини ҳисобга олиб, бошқариш масалалари вазифаларни кўрсатиб ўтилган учта бўғин орасида аста-секин қайта тақсимлаш билан бир неча босқичда амалга оширилади.

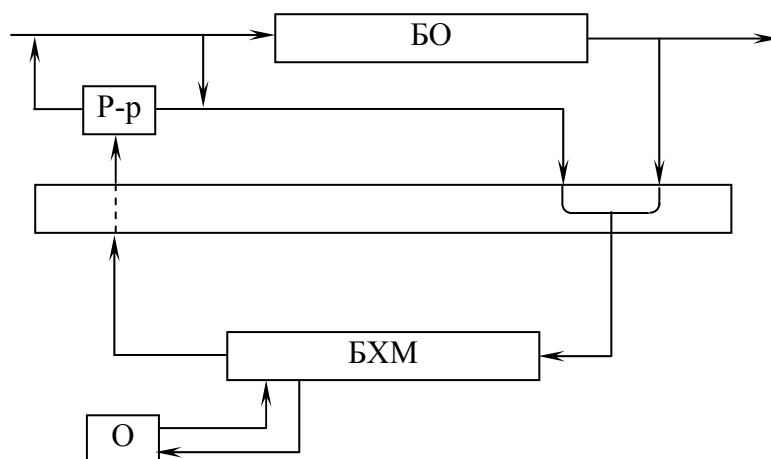
Биринчи босқич:

1. автоматлаштиришнинг ва ҳимоя қилишнинг маҳаллий қурилмалари сақланади;
2. БХМ га маслаҳатчилик вазифалари юкланади, улар хизмат кўрсатувчи ходимлар учун тавсиялар кўринишида шакллантирилади;
3. объект механизмларини бошқариш одам-оператор шакллантираётган буйруқлар (буйруқлар) бўйича амалга оширилади;
4. тез ишловчи бошқарувчи таъсирларни бажариш (одам йўл қўйиб бўлмайдиган кечикиш киритганда) маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари зиммасига юкланади.



17.3-расм. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг биринчи босқичи.

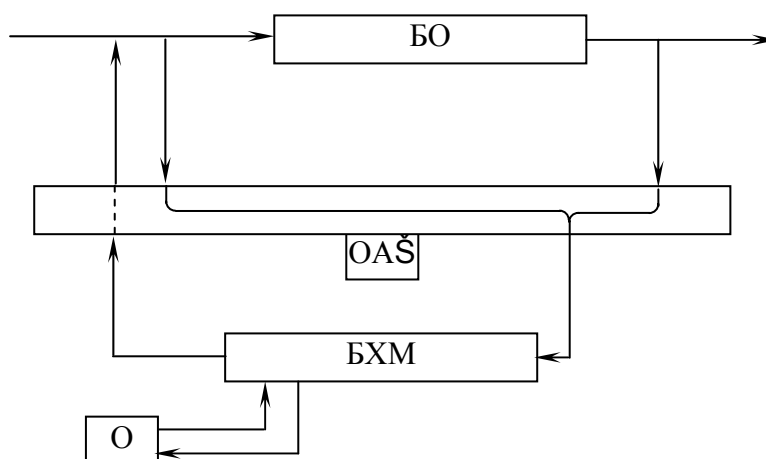
Биринчи босқичнинг яққол ифодаси ТБЖАТ блок-схемасидир (17.3-расм), бунда, БО - бошқариш объекти, ОАҚ- объект билан алоқа қурилмаси, БХМ - бошқарувчи ҳисоблаш машинаси, О - одам оператор, Р-р - маҳаллий автоматлаштириш ва ҳимоя қилиш қурилмалари.



17.4- расм. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг иккинчи босқичи.

Иккинчи босқич (17.4-расм):

- 1) автоматлаштириш ва ҳимоя қилишнинг маҳаллий қурилмалари сақланади;
- 2) бошқарувчи ҳисоблаш машинаси БХМ объектни одам иштирокисиз иштирокисиз бошқаради, бунда у маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари датчикларига таъсир кўрсатади;
- 3) оператор тизим ишини назорат қилади, у истаган вақтда бошқарувни ўз қўлига олиб, унинг ишига аралашиш имконига эга.



17.5-рasm. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг учинчи босқичи.

Учинчи босқич: (17.5-рasm).

Маҳаллий автоматлаштириш ва ҳимоя қилиш қурилмаларининг вазифалари БХМ га берилади, одамнинг вазифаси эса иккинчи босқичдагидек қолаверади.

Энди технологик жараёнларни бошқаришнинг асосий вазифаларини қараб чиқамиз.

17.2.1. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИ БЕРИЛГАН РЕЖИМДА РОСТЛАШ

Бу масалани ҳал этиш кейинчалик маҳаллий ростловчи қурилмаларда ишлаб чиқиш шарти билан «уставка»ларни ҳисоблашга келтирилади, улар бу ҳолда бошқариш тизимининг ижро этувчи механизмлари бўлади. Ҳисоблаш учун дастлабки маълумотлар турли хил графиклар, жадваллар ва боқша маълумотлар бўлиб, уларнинг бир қисми машинанинг хотирасига олдиндан киритилади, яна бир қисми эса тизимга ростлаш жараёнининг кечишида тезкорлик билан келади.

Бу масаланинг ўзига хос хусусиятлари, биринчидан, БХМ га хос бўлган рақамли ростлашнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олишнинг зарурлигидир; иккинчидан, тизим таркибига узлуксиз катталикларни дискрет

катталикларга схемали ва дастурли алмаштириш зарурлиги ва аксинча (чунки тизим киришга одатда аналогли сигнал келади ва БХМда ишлов берилгандан сўнг тизимнинг чиқишда ҳам сигнал аналогик бўлиши керак) ва учинчидан, ўлчашлар ва алмаштиришларнинг аниқлигига анча жиддий эътибор бериш зарурлиги.

Ростлашнинг вазифаси, асосан, ҳисоблаш вазифаларидир. Ростлаш мақсадлари учун тизим хотирасида сақланадиган дастур асосан арифметик амалларни ўз ичига олади.

Бу программани ишга тушириш учун талаб, одатда, ростлаш контурининг тескари боғланиш занжирида параметрларнинг ҳақиқий ва талаб қилинаётган қийматларининг номутоносиблиги белгиси сифатида шаклланади. Технологик объектлар учун ростлаш масалаларини ҳал қилиш одатда тез таъсир кўрсатишнинг қатъий талаблари билан боғлиқ. Бу нарсa тегишли дастурларни бажариш учун афзаллик даражасини белгилашда ўз аксини топиши керак.

17.2.2. ИЖРО ЭТУВЧИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ ДАСТУР БИЛАН БОШҚАРИЛИШИ

Одатда бунга ўхшаш масалаларни ҳал қилиш объектни ишга тушириш, тўхтатиш, иш режимини ўзгартириш, технологик жараённинг бирор босқичида объектнинг турли механизмларининг ҳаракат йўналишини ўзгартириш билан боғлиқ.

Бу ишлар асосан мантикий характерга эга шарт-шароитларни, хусусан: объект механизмларининг ҳолати, у ёки бу параметрларнинг маълум қийматлари, ўлчаш натижалари ва ҳоказоларни таққослаш ёки уларнинг борлигини текшириш билан боғлиқ.

Бошқариш масалаларини ҳал қилиш учун зарур тез ҳаракатни (таъсирни) аниқлашда ижро этувчи механизмларнинг вақт доимийларини ишга тушириш, тўхтатиш ва бошқаларнинг бутун иш тартиби вақтини ҳисобга олиш лозим. Бу турдаги бошқариш дастурини ишга тушириш БХМдан оператор томонидан ёки юқори даражадаги буйруқларга кўра амалга оширилади.

17.2.3. БЕРИЛГАН МЕЗОН БЎЙИЧА ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Оптималлаштириш масаласининг характери технологик жараён (ТЖ) нинг ўзига хос хусусияти билан белгиланади. Ҳамма ТЖ лар учун умумий нарса фақат бошқариш мезони бўлиши мумкин.

Агар технологик жараён аввал танланган бирор мезонга мувофиқ бажарилса, у оптимал ҳисобланади. Бунда турли хил чекланишларни ҳисобга олган ҳолда, технологик қурилманинг энг фойдали иш режими топилади. Оптимал бошқарш мезони қийматий баҳолашга эга бўлиши керак. Энг универсал мезон - энг катта иқтисодий самара (фойда) мезони ҳисобланади. Амалда, жараён суръати билан бирга бундай мезонни баҳолашнинг ҳар доим ҳам имкони бўлавермайди. Шунинг учун, оптималлаштиришнинг кўпинча йирик эмас, балки бошқарувчи объектнинг хусусиятини ҳисобга олган ҳолдаги хусусий мезонидан фойдаланилади. Оптималлаштиришнинг хусусий мезонларига мисол тариқасида қурилманинг минимал бекор туриб қолишини, ишлаб чиқариш чиқиндиларини минималлаштириш, хомашёни минимал сарфлаш (берилган иш унумида), сифат кўрсаткичларининг минимал дисперсияси ва ҳоказоларни келтириш мумкин.

Оптималлаштириш масаларини ҳал қилиш дастури, одатда, мураккаб бўлиб, катта ҳажмдаги ҳисоблашлар ва мантиқий амаллар бажаришни, яъни кўп қийматдаги машина вақтини талаб қилади. Шунинг учун, бу дастурлар ишга онда-сонда, ташқи шароитларга мос бўлган тегишли тузатишларгина технологик жараёни оптимал режалаштириш сифатида амалга оширилади, жараён билан бир хил суръатда эса фақат жорий амалга оширилади.

Оптималлаштириш масаласи учун дастлабки маълумотларни тизим хотирасига олдиндан киритилади, оператив маълумотлар эса объект датчиклари ва хизмат кўрсатувчи ходимлардан келади.

17.2.4. АВАРИЯГА ҚАРШИ ТАДБИРЛАРНИ ТАШКИЛ ЭТИШ

Агар оптималлаш масалалари учун ўртача афзаллик белгиланса, аварияга қарши ҳимоя қилиш масалаларига юқори афзаллик белгиланади ва тегишли дастурларга биринчи талабга кўра ҳеч қандай навбатсиз хизмат кўрсатилади.

Юқори даражада ишончлилиқ ва аварияга қарши тадбирларни тез бажаришни таъминлаш зарурлиги - буларнинг ҳаммаси бошқариш тизимига бўлган талабларни янада қаттиқлаштиради.

Аварияга қарши масалаларнинг бутун комплексини ўрта асосий гуруҳга ажратиш мумкин:

- 1) агар бирор авария содир бўлса, нима қилиш зарурлигининг дастлабки ҳисоб-китоби масалалари;
- 2) авария содир бўлганда, турли тадбирларни таъминлаш (аппаратларни ўчириш, иш режимини ўзгартириш ва бошқа) масалалари;
- 3) авария оқибатларини бартараф қилишни таъминлаш масаласи (истикболни белгилаш масаласи).

Масалаларнинг (вазифаларнинг) биринчи гуруҳи жорий шароитларни ҳисобга олиб, мумкин бўладиган авария ҳолатларини олдиндан билиб берадиган БХМ га юкланади.

Иккинчи гуруҳ масалаларини ҳал қилиш кўпинча маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари зиммасига юкланади.

Авария оқибатларини бартараф қилиш ва нормал режимга ўтиш ё БХМ га, ёки хизмат кўрсатувчи ходимлар зиммасига юкланади.

17.2.5. БОШҚАРИШНИНГ ЮҚОРИ ДАРАЖАЛАРИ БИЛАН ОПЕРАТИВ АЛОҚА

Оператив алоқа бошқарувчи масалаларни ҳал қилиш учун ҳам, ахборот масалаларини ҳал қилиш учун ҳам керак. У икки йўл билан амалга оширилади: «машина-машина» алоқаси, ёки оператив ходимлар орқали алоқа.

Бу алоқани бажариш дастури талаб қилинаётган ахборотга бўлган талабни қабул қилиш ва таҳлил қилиш, бу ахборотни излаш ёки йиғиш ва зарур

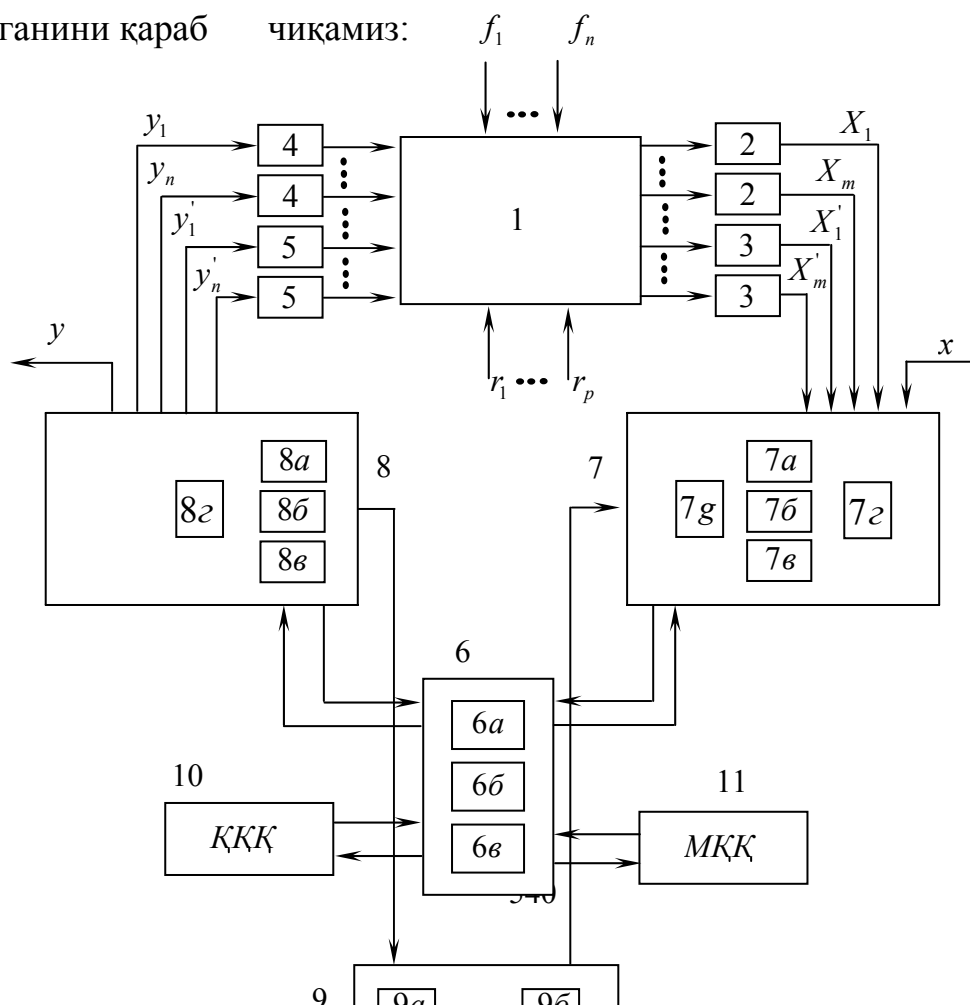
ишлов бериш, шунингдек, уни кўрсатилган манзилга (адресга) узатишни таъминлайди.

Жуда такомиллашган АБТ да анча чуқур алоқа ташкил этилади. Уни «хотира-хотира» дейилади.

Бу ҳолда ишга у ёки бу дастурни киритишга буюртмани бажаришдан ташқари, тизимлар ахборотларни бир хотирадан иккинчисига ёзиб, уларни алмашишлари мумкин.

17.3-§. БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

Бошқариш тизими таркибига одатда қандай техник воситалар киришини ва улар ўзаро ҳамда бошқарилувчи объект билан қандай боғланганини қараб чиқамиз:



17.6-расм. Асосий техник воситаларнинг таркиби.

Замонавий АБТ техник воситалар мажмуаси маъносида ҳам, уларнинг биргаликдаги ишини ташкил этиш маъносида ҳам ягона бир бутуни сифатида ташкил этилиши керак.

Шу билан бирга истаган тизим структура (тузилиш) жиҳатидан айрим қисмларга бўлиниши мумкин, бу ягоналик (бир бутунлик) принципига зид келмайди, чунки бу ҳамма қисмлар бошқаришнинг ягона мақсадига мувофик ишлаши керак.

Асосий техник воситаларнинг таркиби 17.6- расмда кўрсатилган. Бу расмда қуйидагилар белгиланган.

- 1- технологик бошқариш объекти (ТБО);
- 2- дискрет ўгарувчилар датчиги;
- 3- аналог ўзгарувчилар датчиги;
- 4- дискрет ижро этувчи механизмлар;
- 5- аналог ижро этувчи механизмлар;
 - 6- бошқарувчи ҳисоблаш машинаси;
 - 6а- процессор;
 - 6б- БХМ хотираси;
 - 6в- БХМ пульти;
 - 7- ахборот тўплаш қурилмаси (АТҚ);
 - 7а- меъёрловчи ўзгарткичлар;
 - 7б- коммутаторлар;
 - 7в- аналог-рақамли ўзгарткичлар (АРЎ) блоклари;
 - 7г- ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларидан қабул қилиш аппаратураси;
- 7д- АТҚ хотираси;

- 8- ахборотни чиқариш қурилмаси (АЧҚ);
- 8а- чиқиш кучайтиргичлари блоклари;
- 8б- дискрет катталикларни узлуксиз катталикларга алмаштирувчи блоклар (рақамли-аналоги ўзгарткичлар –РАЎ).
- 8в- ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларига узатиш аппаратураси;
- 8г- АЧҚ хотираси;
- 9- оператор пулти (ОП);
- 9а- сигналлаштириш элементлари;
- 9б- қўлда бошқариш органлари;
- 10- қайд қилиш қурилмаси;
- 11.БХМ га маълумотларни киритиш қурилмаси;

Х - бошқаришнинг юқори даражаларидан кйрувчи ахборот ва бошқариш сигналлари;

У – бошқаришнинг юқори даражаларининг чиқиш ахборот ва бошқариш сигналлари.

Ишлаб чиқариш жараёни Х ва У ўзгарувчилар билан ифодаланади. Чиқиш ўзгарувчиларига $X_1, \dots, X_m$ ўзгарувчилар киради, уларни иккита қиймат билан аниқлаш мумкин: «ҳа» ёки «йўқ», «уланган» ёки «ўчирилган» ва ҳоказо. Бу дискрет сигналлар ростланадиган тизимнинг бошқарувчи сигналларига боғлиқ сигналларга ва ростланмайдиган сигналларга ажралади. Буларнинг биринчисига, масалан, механизмлар ҳолати датчиклари киради, иккинчисига - хом-ашёнинг ҳолатини ифодаловчи датчиклар киради.

Объектнинг чиқиш параметрлари $X'_1, \dots, X'_m$ — объектнинг ҳолатини ифодаловчи узлуксиз катталиклар қиймати. Улар температура, ток, сарф, босим ва бошқаларнинг қийматлари бўлиши мумкин, улар дискрет ўзгарувчилар сингари ростланувчи ва ростланмайдиган бўлади. Кўпинча бу параметрлар бўйича объектга ростловчи таъсирнинг қиймати ва ишораси аниқланади.

Объектнинг кириш ўзгарувчилари $y_1, \dots, y_n$ - бу пировардида объектнинг дискрет механизмлари ҳолати бўлиб, бунга улар машина ёки одамнинг буйруғи таъсирида ўтишади.

$y_1'', \dots, y_n''$ ўзгарувчилар мазмунан турли хил ростловчи таъсирлар, оптималловчи топшириқлар ва бошқаларнинг аналог катталикларини ифодалайди. $r_1, \dots, r_p$ кириш ўзгарувчилари - булар ростланмайдиган ва ўлчанмайдиган катталиклар (масалан, вақт ўтиши билан ўзгарувчи жиҳозларнинг характеристикалари, хом ашё таркиби ва ҳоказо). $r_1, \dots, r_p$ кириш ўзгарувчилари – бу хизмат қилувчи ходимлар шакллантирадиган бошқарувчи сигналлар.

Курилманинг ҳолатига турли чекланишлар ёки бирор вақтда ишлаб чиқаришнинг конъюктор эҳтиёжлари билан белгиланувчи бирор «киритишлар» шундай сигнал бўлиши мумкин. $r_1, \dots, r_2$ киришлардан баъзилари бошқариш тизими киришларини такрорлайди, яъни тизим ишдан чиқадиган бўлса, бунда жараёни оптимал эмас, балки меъёрий бошқариш имконини йўқотмаслик учун резерв (заҳира) ҳисобланади. Тизим учун ҳамма кириш сигналларини қабул қилиш ва дастлабки ишлов бериш воситаси ахборотни тўплаш курилмаси (АТҚ) дир (7 блок).

Кириш сигналларига дастлабки ишлов бериш қуйидагига келтирилади:

1) аналог катталикларни дискрет катталикларга ўтказишни (алмаштиришни) зарур аниқликда бажариш, чунки БХМ фақат дискрет (рақамли) катталиклар билан иш кўради;

2) тизимнинг киришига қандай ахборот киришига боғлиқ ҳолда узилиш сигналларини шакллантириш (яъни ЎТҚ да объектда юз бераётган ўзгаришлар таҳлил қилинади, шунингдек, хизмат кўрсатувчи ходимлардан келаётган БХМнинг у ёки бу ишга оид талаблари ҳам таҳлил қилинади);

3) кирувчи ахборотни хотирлаш (бу тизимнинг қисқа муддатли киришларини қайд қилиб қўйиш учун зарур, чунки бу ахборот машинага

дархол тушмай, балки белгиланган узилиш иерархиясига мувофиқ навбат етганда тушади);

4) ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларидан қабул қилиш. Бунда, характеристикалари ўзларига хос стабил бўлмаганидан жуда узун каналлар бўлиши мумкин. Шунинг учун, кўпинча бу ерда телемеханик қурилмалардан фойдаланилади.

Бошқарувчи таъсирларни ва назорат сигналларини шакллантириш воситаси бўлиб ахборотни чиқариш қурилмаси (АЧҚ) хизмат қилади (8-блок).

Унда қуйидагилар амалга оширилади:

1) тизимнинг чиқиш сигналларини хотирада сақлаб қолиш, бу БХМ чиқиш ахборотини чиқариб бергандан сўнг бу ҳолда ўз буйруқларини кутмасдан бошқа ишларни бажаришга ўтиши мумкин бўлиши учун зарур;

2) рақамли параметрларни узлуксизга айлантириб, уларни ёки «қурилмалар» сифатида объект механизмларига, ёки аналог туридаги кўрсатувчи асбобларга узатиш учун алмаштитириш;

3) маълумотларни тегишли алоқа каналлари бўйича телемеханик узатиш;

4) объектнинг реал ижро этувчи механизмларини ва сигналлаш ҳамда қайд қилиш органларини бошқариш учун зарур куч.

17-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Бошқаришнинг техник воситалари
2. Математик бошқариш воситалари
3. Математик таъминот
4. Дастурий таъминот
5. Хизмат кўрсатувчи ходимлар
6. Маҳаллий автоматик қурилмалар
7. Киришлар ва чиқишлар сони
8. Ахборотнинг қийматий тавсифлари
9. Тизимнинг тез ишлаши
10. Тизим чиқишларининг бузилиш эҳтимоли

11. Даврий қайд қилиш

12. Чақирикка кўра қайд этиш

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Автоматлаштирилган бошқариш тизимларининг асосий таркибий қисмларини санаб ўтинг.
2. Ташқи ва ички математик таъминотни изоҳланг.
3. Маҳаллий автоматик қурилмалар деганда нимани тушунасиш?
4. ТЖАБТ ларга қандай вазифалар юклатилган
5. Бошқариш объектининг ҳолати ҳақида қандай авариявий ва огоҳлантирувчи сигналлар мавжуд?
6. Бошқариш объекти тўғрисидаги ахборотни қайд этишнинг қандай турлари мавжуд?
7. Бошқариш масалалари вазифаларни қайта тақсимлаш бўйича неча босқичда амалга оширилади?
8. Асосий техник воситаларнинг таркибини санаб ўтинг.

XVIII-боб. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИДА АХБОРОТГА ИШЛОВ БЕРИШ

18.1-§. ЎЛЧАНАЁТГАН КАТТАЛИКЛАРНИНГ ДАСТЛАБКИ ЎЗГАРИТКИЧЛАРИ (ДАТЧИКЛАРИ)НИ СЎРАШ ЧАСТОТАСИНИ АНИҚЛАШ

Ҳисоблаш машинасига ахборот фақат дискрет шаклида киритилиши мумкин бўлиб, бунда, ҳар бир онда машинага ўлчанаётган ҳар битта параметр бўйича фақат битта қийматни киритиш мумкин. Машина ўнлаб ва ҳатто юзлаб датчиклар билан боғлангани учун аниқ бир икки қўшни датчикни улаш орасида пастдан машинанинг ишлаб кетиш тезлиги билан чегараланган маълум вақт ўтади. Бироқ кўпинча бундай уланиш такрорийлиги жуда кўплик қилади. Жараённинг инерционлиги ўлчамларни анча кичикроқ такрорийлик билан уни

топиш аниқлигини йўқотмаган ҳолда амалга оширишга имкон беради. Шундай қилиб, датчикларни сўраш такрорийлиги, бир томондан, ҳисоблаш техникасининг техник имкониятлари билан чекланган бўлса, иккинчи томондан, ҳар бир технологик ўзгарувчи ўлчанадиган аниқлик билан чекланади.

Назорат тизими ўнлаб ва юзлаб датчиклардан ўлчов ахборотини тўплайди ва ишлов беради. Ўлчанаётган ҳар бир ўзгарувчига умумий ҳолда истаган пайтда уни аниқлаш аниқлигига, бинобарин, уни сўраш даврига ҳам турли талаблар қўйилади. Шу сабабли датчикларни процессорга навбати билан ўлчовчи коммутаторларнинг ишлаш даврини баҳолашда ўлчанаётган катталикларнинг бутун мажмуаси характеристикалари ҳисобга олиниши керак. Даврий равишда сўраб туриладиган датчикларни бир нечта гуруҳга бўлиш мақсадга мувофиқ бўлиб, уларнинг ҳар бирига мумкин бўладиган сўраш давлари диапазонлари бир-бирига яқин бўлганлари киради. Бундан датчикларнинг бир гуруҳи учун сўраш даврининг битта қийматини танлаш мумкин бўлиб, бу датчиклардан ахборот тўплашни ташкил этишни анча соддалаштиради.

Коммутаторларнинг изланаётган иш даврини баҳолаш ҳар бир муҳим ўлчанувчи катталик учун босқичли экстраполяцияда ҳисоб-китоб қилишни талаб қилади. Дискретлашнинг оптимал қадамини йўл қўйиш мумкин бўлган маълум ўртача квадратик хато бўйича аниқлашга имкон берувчи бир қатор усуллар мавжуд. Улардан баъзиларини қараб чиқамиз.

18.2-§. УЗЛУКСИЗ СИГНАЛНИНГ КОРРЕЛЯЦИОН ФУНКЦИЯСИ БЎЙИЧА ДАТЧИКЛАРДАН СЎРАШ ДАВРИНИ АНИҚЛАШ

1. Йўл қўйилган ўртача квадратик хато берилган.
2. Назорат қилинаётган ўзгарувчининг корреляцион функциясини кейинчалик баён қилинадиган услуб бўйича аниқлаймиз ва унинг графигини ясаймиз.

3. Босқичли аппроксимациянинг учта усули дискретизация хатосини баҳолаш ифодасини усуллар учун қуйидаги шаклга келтирамыз:

а) биринчи усул учун

$$K_x(h) = K_x(0) - \frac{\delta_{\text{куш}}^2}{2}$$

б) иккинчи усул учун

$$K_x(h) = K_x(0) - 2 \cdot \delta_{\text{куш}}^2$$

в) учинчи усул учун

$$K_x\left(\frac{h}{2}\right) = K_x(0) = \frac{\delta_{\text{куш}}^2}{2}$$

бу ерда, $K_x(h)$ – дискретизация қадами h га тенг вақт ораллигидаги автокорреляцион функция; $K_x(0)$ – 0 нуқтадаги автокорреляцион функция.

4. $K_x(0)$ ва $\delta_{\text{куш}}^2$ ни билган ҳолда келтирилган тенгламалардан

$K_x(h)$ ёки $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ ни топамиз.

5. Корреляция функцияси графигининг ордината ўқида $K_x(h)$ ёки $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ қийматини қўямиз. Бу қийматларга мос нуқта орқали корреляция функцияси эгри чизғи билан кесишгунча горизонтал чизик ўтказамиз. Кесишиш нуктасидан абсциссалар ўқиға перпендикуляр туширамыз. Ординаталар ўқи ва перпендикуляр билан чегараланган абцисса ўқидаги кесма биринчи ва иккинчи усуллар дискретлаш қадами ҳисобланади ва учинчи усул учун дискретлаш қадамининг ярми ҳисобланади.

18.2.2. ТАСОДИФИЙ ЖАРАЁННИ АМАЛГА ОШИРИШ БЎЙИЧА КОРРЕЛЯЦИОН ФУНКЦИЯНИ АНИҚЛАШ

1. Маълумки T давомийликдаги $x(t)$ тасодифий жараённинг амалга оширилишини оламиз.

2. Дискретлик қадами h ни шунчалик кичик қилиб оламизки, бунда, корреляцион функцияни ҳисоблаш хатоси йўл қўядиган даражада бўлсин.

3. $x(t_i)$ ҳисоблашларнинг $N = \frac{T}{h}$ ифодасини ҳосил қиламиз ва уларни

18.1-жадвалга ёзамиз.

4. Ушбу

$$K_x(m, h) = \frac{1}{N - m + 1} \sum \{X(N_i) - M(x)\} \{X(t_{i+m}) - M(x)\}$$

ифода бўйича корреляцион кетма-кетликни ҳисоблаймиз, у панжарали функция кўринишига эга. Оралиқ ҳисоблашларни 18.1-жадвалнинг тегишли устунларига киритамиз. Жадвалнинг пастки сатрига $M(x)$ нинг, $D(x)$ дисперсиянинг ҳисоб қийматларини ёки корреляцион функциянинг $\tau = 0$ даги қийматларини ҳамда дискрет нуқталардаги корреляцион кетма-кетликнинг вақтинча силжиш $\tau = (1, 2, \dots, m)h$ га мос келган қийматларини киритамиз.

5. Силжишнинг максимал вақти одатда шундай танланадики, бунда, корреляцион функциянинг қиймати $K_x(t_{\max}) = 0,005K_x(0)$ бўлсин. Бу вақт корреляцион функциянинг пасайиш вақти дейилади.

6. Топилган ҳисоб нуқталари бўйича аппроксимацияловчи функцияни танлаймиз, у етарлича аниқлик билан корреляция функциясини акс эттирсин.

18.1-жадвал

№ Т/р	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}
1	1	-1	55	-33	33	-33	11	-55	11	-11	1	-1
2	1	-9	25	3	-27	57	-31	225	-61	79	-9	11
3	1	-7	1	21	-33	21	11	-251	119	-227	35	-55
4	1	-5	-17	25	-13	-29	25	-33	-65	308	-75	-165
5	1	-3	-29	19	12	-44	4	204	-74	-102	90	-330
6	1	-1	-85	7	28	-20	-20	140	70	-210	-42	462
7	1	-1	-35	-7	28	20	-20	-140	70	210	-42	-462
8	1	3	-29	-19	12	44	4	-204	-74	102	90	330
9	1	5	-17	-25	-13	29	25	83	-65	-303	-75	-165
10	1	7	1	-21	-33	-21	11	251	119	227	35	55
11	1	9	25	-3	-27	-57	-31	225	-61	-79	-9	-11
12	1	11	55	33	33	33	11	55	11	11	1	1

	1,2	12012	8008	4488	65520	33592	70543
	572	5148	15912	36951	8	40840	2
				2		8	

Кўпинча корреляцион функцияни аппроксимациялаш учун қуйидаги ифодалардан фойдаланилади:

$$1. K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|}$$

Бу функция энг содда, бироқ у тасодифий жараённинг дифференциалланувчанлик хоссаларини ҳисобга олмайди ва бундан ташқари, корреляцион функциянинг бошланғич қисмини ёмон акс эттиради.

$$2. K_x(\tau) = K_x(0)\left(\frac{4}{3}e^{-\alpha|\tau|} - \frac{1}{3}e^{-4\alpha|\tau|}\right)$$

Мазкур функция умумий технологик жараёнларнинг корреляцион функцияларини яхши аппроксимациялайди.

$$3. K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha^2\tau^2}$$

Келтирилган функция дифференциалланувчи тасодифий жараёнларга мос келади ва тасодифий жараённинг корреляцион функцияси бошланғич қисмини яхши акс эттиради.

$$4. K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|}(1 + \alpha|\tau|)$$

$$5. K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|}(\cos \beta|\tau| + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta|\tau|)$$

$$6. K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha^2\tau^2} \cos \beta|\tau|$$

Тўртинчи, бешинчи ва олтинчи функциялар тасодифий дифференциалланувчи жараёнларга мос келади, уларнинг таркибида гармоник ташкил этувчилар мавжуд.

18.2.3. КОРРЕЛЯЦИОН ФУНКЦИЯ НОМАЎЛУМ БЎЛГАНДА ДАТЧИКНИ СЎРАШ ТАКРОРИЙЛИГИНИ (ЧАСТОТАСИНИ) ТАҚРИБИЙ БАҲОЛАШ

$x(t)$ катталиқни аниқлашнинг ўртача квадратик хатоси $\delta\Delta x_{\max}$ берилган бўлсин, у датчик хатосининг тасодикий ташкил этувчисидан ва босқичли экстракция хатосидан ташкил топган. Бундай шартда қўшни ўлчамлар орасидаги вақт оралиғини топиш талаб қилиниб, бу вақт оралиғида катталиқни аниқлаш хатоси берилган қийматдан ортмаслиги керак.



18.1-расм. Тадқиқ қилинаётган объектнинг схемаси.

Ўлчамлар орасидаги зарур оралиқни дастлабк ҳисоблаш учун шундай тажриба ўтказиш керакки, бунда у қўшни ўлчамлар орасидаги ихтиёрий вақт оралиғи катталигини 30 - 50 карра ўлчашдан иборатдир. Тажрибадан олинган натижаларни 18. 2- жадвалга ёзамиз ва улар устида кўрсатилган амалларни бажарамиз.

18. 2- жадвалда қуйидаги белгилашлар киритилган:

$$\Delta_i(i-6) = X_i^* - X_i^* - K,$$

$$X_i^* = X^*(ti); \quad X_{i-k} = X^*(t_i - \tau),$$

бу ерда, i, k - жадвалнинг мос сатри ва устуни номери. 18.2- жадвал бўйича катталиқнинг hb га каррали вақт оралиқлари ичида квадратик четлашишларнинг тақрибий баҳоларини топамиз. Икки қўшни ўлчаш орасидаги зарур интервални (оралиқни) аниқлаш учун $\delta^* = f(hb)$ графикка олинган нукталарни равон эгри чизиқ билан туташтириб чизиш мақсадга мувофиқдир.

18.2-жадвал

Тажриба рақами	Режалаштирилган		Чиқиш Y
	X_1	X_2	
1	0,4	-0,5	100,3
2	-1,1	1,1	84,9
3	0,9	0,1	98,5
4	-0,2	-1,6	99,3

5	0,2	1,7	83,1
6	-0,8	-1,4	87,4
7	1,8	-0,1	95,9
8	1,8	1,0	65,5
9	-0,5	0,2	74,8
10	1,6	0,2	88,0
11	-0,9	-1,2	76,2
12	0,2	0,6	75,4

δ_0^* нинг 0-нуқтадаги δ^* қиймати $\sigma_0^* = 1,41\sigma^* \Delta X_\phi$ ифода бўйича ҳисобланади.

Шундай қилиб, барча эгри чизиклар δ_0^* нуқта ўлчов асбобининг, одатда, тажриба билан баҳоланувчи ўртача квадратик хатолиги билан аниқланади.

Ўлчанаётган жараёни ўлчаш пайти билан бу ўлчаш натижасини операторга чиқариб бериш пайти орасида олинган натижага ишлов бериш ва таҳлил қилишга маълум бир $t_{\text{ини}}$ вақт оралиғи сарфланишини алоҳида таъкидлаб ўтиш лозим. $t_{\text{ини}}$ нинг анча давомийлиги хроматограф ва спектрометр каби автоматик асбобларда, шунингдек, кимёвий лаборатория таҳлилаторидаги сингари қўлда бажариладиган турли хил ўлчашларда кузатилади. Бундай ҳолларда ўлчанган сигналга ишлов бериш вақти учун ўлчашни қўшимча экстрополяциялаш талаб қилинади. Шунинг учун, катталикни баҳолашнинг тегишли берилган хатолигига мос келувчи сўрашнинг ҳақиқий даври қуйидаги йўл билан аниқланади.

$$t_{\text{х.суп}} = t_0 - t_{\text{ини}}$$

18.3- §. БИРЛАМЧИ АХБОРОТНИ ТЕКИСЛАШ УСУЛЛАРИ

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш масалаларини ҳал қилувчи бошқарувчи ҳисоблаш машинасига (БХМ) келаётган ўзгарувчиларнинг

оний кириш қийматларига бирламчи ишлов берилади. Бу иш ўзгарувчини ўлчашда, шунингдек, бирламчи ўзгарткични ва машинани боғловчи каналда юз берадиган тасодифий ҳалақитлардан тозалашга имкон беради. Мана масалан, агрегатларда газ сарфини ўлчашда ўлчанаётган фойдали сигналга газ пуфлаш қурилмалари ишлаб чиқарадиган газ оқимининг пульсациялари, ўлчаш қурилмаси киришдаги импуьс найчаларидаги босимнинг ўзгариши ҳисобига бўладиган ҳалақитлар, шунингдек, пневматик сигнални электр сигналга, кейин аналог сигнални дискрет сигналга ва ҳаказо алмаштириш ҳисобига юз берадиган ҳалақитлар, қўшилади. Турли хил фильтрлар фойдали сигналнинг тиклашнинг турли хил хатолигини беради. Корхона ишини назорат қилишда кўпинча бирламчи ўзгарткичларнинг (датчикларнинг) юзлаб ва минглаб сигналлари филтрлашга тўғри келади, шунинг учун, фойдаланиладиган филтрларнинг турини асослаб танлаш зарурати туғилади. Филтрлаш аниқлиги ва мураккаблиги орасидаги келишув зарурлигини ҳисобга олиб, ишланиши бироз содда, бироқ нооптимал бўлган филтрларларнинг амалда юз берадиган шароитларда оптимал филтрларга бироз ютқазилишини таҳлил қилиш керак. Бу ҳол аниқ назорат тизимлари учун филтрлаш алгоритмлари қаторидан унинг ишлаш аниқлигини ва ҳисоблаш қурилмасини ундан бир неча марта фойдаланилганда ҳам юкланиши ҳисобига олган ҳолда энг яхшисини танлаб олишга имкон беради.

Кириш сигналларини текислашга ва филтрлашга имкон берувчи бир қатор алгоритмларни қараб чиқамиз.

18.2.1.ЎЗГАРУВЧИ ЎРТАЧА ҚИЙМАТ УСУЛИ

Бу усул амалиётда кенг қўлланилади ва ўлчанаётган сигнални юқори частотали ҳалақитлардан ўзгарувчи ўртача қийматни ҳисоблаш йўли билан филтрлашга имкон беради. Узлуксиз вариантда

$$X_c(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t Z(S) dS.$$

бу ерда, $X_c(t)$ - ўзгарувчи ўртача қийматнинг катталиги, T - ўртачалаш интервали (оралиги), $Z(S)$ - текисланувчи кириш ўзгарувчисининг ўзгаришини тавсифловчи функция; S — жорий вақт, $t-T$; t - интеграллаш чегаралари.

Дискрет вариантда (у одатда ҳисоблаш техникасидан фойдаланилади):

$$X_0(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Z(t - it_0).$$

бу ерда, n -ҳисоблашларда иштирок этувчи нуқталар сони; t_0 -датчикларни сўраш даври.

Ҳисоблашнинг келтирилган усулининг камчиликларига йиғиндининг оралиқ қийматларини сақлаш учун БХМ нинг оператив хотираси ҳажмининг жуда катталигини киритиш мумкин. n_{opt} нинг қиймати АБТ ни сонли усуллар билан ишлаб чиқиш босқичида ҳисобга олинади. Оптималлаштириш филтрлаш хатолиги минимум мезонига кўра амалга оширилади. У ҳалақитларнинг параметрларига ва датчикларни сўраш мезонига ҳамда даврига боғлиқ.

18.2.2. ЭКСПОНЕЦИАЛ ТЕКИСЛАШ УСУЛИ

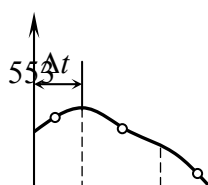
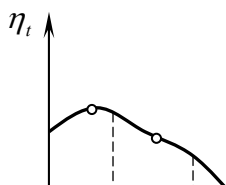
Экспоненциал текислашнинг етарлича оддий ва самарали усулидан филтр сифатида фойдаланиш муҳим амалий аҳамиятга эга бўлади. Узлуксиз вариантда экспоненциал филтр узатиш функцияси

$$W_{эм}(P) = \frac{\gamma}{\gamma + P}$$

бўлган амалга оширилувчи элементлар бир сиғимли бўғиндан иборатдир, бунда, γ -экспоненциал текислаш коэффиценти бўлиб, у филтрнинг ўртача квадратик хатолигини минималлаш шартидан танлаб олинади.

Амалга ошириладиган экспоненциал филтр $\gamma > 0$ га эга бўлиши керак. Дискрет вариантда экспоненциал филтр рекуррент муносабатни ифодалаб, у $X_c(t)$ чиқиш катталигининг t пайтидаги изланаётган қийматини $Z(t)$ киришнинг жорий қийматининг ва аввалги сўров пайтидан $X_c(t-t_0)$ қийматининг функцияси сифатида аниқлайди:

$$X_c^*(t) = \gamma Z(t) + (1 - \gamma) X_c(t - t_0)$$



18.2-расм. Катализаторнинг яшаш вақти билан аниқланувчи дрейф давридаги чиқиш ўзгариши.

Бу муносабатда $X_c(t)$ қийматини беришнинг талаб қилинган вақтига боғлиқ бўлмаган ҳолда фойдаланиш оралиқ қийматларни оператив хотирада сақлаш учун бор-йўғи битта сўз ажратишга имкон беради.

Шундай қилиб, экспоненциал текисланиш амалга оширувчи алгоритмнинг филтрлашнинг бошқа турларига нисбатан афзаллиги БХМ да алгоритмни амалга ошириш учун зарур бўлган энг кичик ҳажмдаги махсус хотирадан иборатдир. Алгоритмнинг яқинлашувчи бўлиши учун $0 < \gamma < 2$ бўлиши керак. $\gamma < 1$ бўлганда филтрда гўёки интегралловчи хоссалар кўп бўлса, $\gamma > 1$ бўлганда дифференциалловчи хоссалар кўп бўлади.

Инерцион датчикнинг сигналини филтрлашни қараб чиққанда датчикнинг вақт доимийси ортиши билан унинг қиймати 1 дан катталашишига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Сўровнинг берилган t_0 даврида γ_{onm} параметрнинг қиймати филтрнинг γ бўйича ишлаш хатолигини минималлаш белгиланади.

18.3-жадвал

№ т/р	Дрейф вектори Р			Режалаштирилган			
	X_1	X_2	X_3	X_1X_3	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1

3	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
4	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
5	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
6	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
7	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
8	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1

18- БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Йўл қўйилган ўртача квадратик хато
2. Корреляцион функция
3. Автокорреляцион функция
4. Корреляцион кетма-кетлик
5. Бирламчи ахборотни текислаш усули
6. Ўзгарувчи ўртача қиймат усули
7. Экспоненциал текислаш усули

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Узлуксиз сигналнинг датчиклардан сўраш даври қандай аниқланади?
2. Корреляцион функция нима?
3. Тасодифий жараёнда корреляцион функция қандай аниқланади ва унинг ифодасини келтиринг.
4. Корреляцион функцияни таркибий баҳолаш деганда нимани тушунасиз
5. Бирламчи ахборот текислаш усуллари биласизми?

ХІХ БОБ. ДАВРИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ

19.1-§. ДАВРИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ МУАММОСИ

Маълумки, кимё ва озиқ-овқат саноатида даврий усул билан амалга оширилувчи жараёнларнинг улуши анча катта. Бунинг сабаби шундаки, бу

саноатлар, одатда, кўп номенклатуралардир. Айтиб бериш керакки, турли хил маҳсулотларни чиқаришга имкон беради.

Даврий технологик жараёнларни автоматлаштириш нуқтаи назаридан уларни узлуксиз турдаги жараёнлардан фарқ қилдирувчи бир қатор ўзига хос хусусиятларга эга. Даврий жараёнларни автоматик оптимал бошқариш ишлаб чиқаришни бир ҳолатдан бошқасига ўтказиш, қурилмани бошқаришга улаш билан боғлиқ, яъни автоматик бошқариш тизимининг ишлаши дискрет характерга эга. Шунинг учун, бошқарувчи қурилмаларни синтез қилиш усуллари дискрет математика: буль алгебраси, чекли автоматлар назарияси ва ҳоказоларга асосланган. Хусусий ҳосилалардаги ёки ўзгарувчан коэффициентли дифференциал тенгламалар аппарати амалиётни қаноатлантирувчи аниқлик билан аниқ масалаларни ечишга имкон бергани учун математик моделлаш ва даврий турдаги жараёнларни оптималлаштириш билан боғлиқ муаммоларни ҳал қилиш услубий маънода принципиал қийинчилик туғдирмайди, бироқ муҳандислик амалиётида дискрет математика ғояларининг ва усуллариининг қулланилиши баъзи бир қийинчиликлар билан боғлиқ. Бу қийинчиликларнинг сабаби шундаки, автоматик бошқарувчи қурилмаларни озиқ-овқат технологиясининг даврий жараёнларига татбиқан таҳлил ва синтез қилиш принциплари шу вақтгача таърифлаб берилмаган. Биз бу камчиликни тўлдиришга ва буль алгебраси, чекли автоматлар назарияси асосларини ва уларнинг автоматик бошқарувчи қурилмалар синтезига татбиқ этилишини баён қилишга ҳаракат қилдик.

Буль алгебрасининг асосий қоидалари. Автоматик бошқарувчи қурилмаларнинг жуда кўпчилик дискрет элементлар (масалан, триггер, реле, диод ва ҳоказолар) икки барқарор ҳолатнинг биридагина бўлиши мумкин. Шу каби элементнинг кенг тарқалиши уларни техник жиҳатдан амалга оширишнинг нисбатан енгиллиги билан изоҳланади. Бундай бу турдаги қурилмалар ҳақидаги ахборотни ифодалашнинг энг қулай шакли иккилик санок тизими эканлиги ҳақидаги хулоса келиб чиқади. Буль алгебраси шундай

объектлар билан иш кўрадики, улар ҳақидаги ахборот шунга ўхшаш шаклда ифодаланиши мумкин. У қисман ҳақиқий сонлар алгебрасига ўхшаш, лекин баъзи муҳим фарқлари ҳам бор. Буль алгебраси назарияси комбинацион схемаларни таҳлил ва синтез қилиш услубларини оддий ва жиддий асослаб беради. Бундан ташқари буль алгебраси аппарати чекли автоматлар назарияси усулларида ва структуравий-йўналтирилган моделларда кенг қўлланилади, улар қаторига ЛСА тили ва унинг кичик синфлари асосида қурилган моделлар киради.

Буль алгебраси хусусий ҳолда $B = [0,1]$ чекли тўпламдаги қийматларни қабул қиладиган элементлар тўпамидан иборат бўлиб, (уларни кичик ҳарфлар билан белгилаймиз), улар учун эквивалентлик муносабати ва учта амал аниқланган: бирлаштириш (дизъюнкция) $(\vee)$, кўпайтириш (конъюнкция) $(\cdot)$, инкор қилиш $(-)$. Элементлар ва улар устидаги амаллар қуйидаги аксиомаларни қаноатлантиради. $A \rightarrow C$ шартли белги A нинг ҳақиқийлиги тасдиқидан C тасдиқнинг ҳақиқийлиги келиб чиқишини англатади.

1.Эквивалентлик муносабати учун:

$$(a = b) \rightarrow (b = a) \quad (19.1)$$

$$(a = b) \cdot (b = c) \rightarrow (a = c)$$

2.Бирлаштириш,кўпайтириш ва инкор қилиш учун:

$$\left. \begin{array}{l} a \vee a = a \\ a \cdot a = a \end{array} \right\} \text{идемпонентик} \quad (19.2)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee b = b \vee a \\ a \cdot b = b \cdot a \end{array} \right\} \text{коммутативлик} \quad (19.3)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c \\ a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c \end{array} \right\} \text{ассоциативлик} \quad (19.4)$$

$$\left. \begin{array}{l} b \cdot (b \vee c) = (a \cdot b) \vee (a \cdot c) \\ a(b \cdot c) = (a \vee b) \cdot (a \vee c) \end{array} \right\} \text{дистрибутивлик} \quad (19.5)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee \bar{a} = 1 \\ a \cdot \bar{a} = 0 \end{array} \right\} \text{инкор қилиш қонуни} \quad (19.6)$$

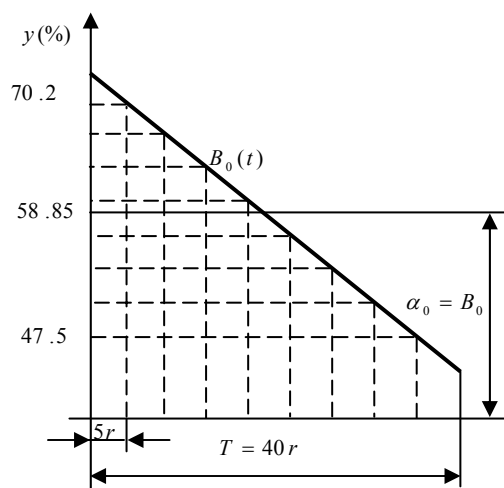
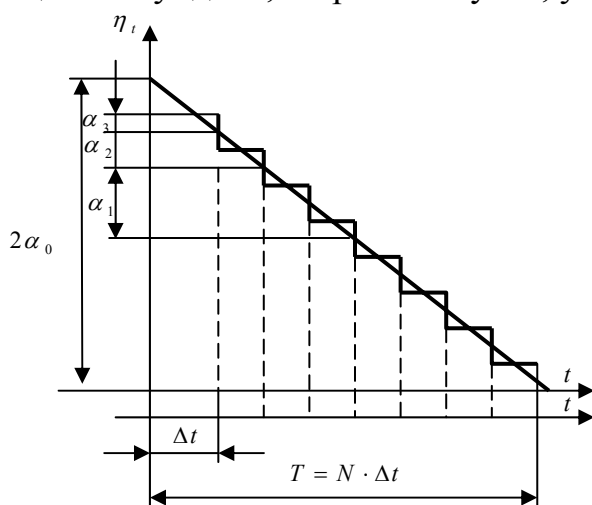
$$\left. \begin{aligned} (a \cdot \bar{b}) &= \bar{a} \vee \bar{b} \\ (\overline{a \vee b}) &= \bar{a} \cdot \bar{b} \end{aligned} \right\} \text{икки ёқламалик қонуни (Де Морган қонидаси)} \quad (19.7)$$

$$\overline{(\bar{a})} = a \quad \text{икки марта инкор қонуни} \quad (19.8)$$

$$\left. \begin{aligned} 1 \vee a &= 1 \\ 0 \cdot a &= 0 \end{aligned} \right\} \text{нол элементлар} \quad (19.9)$$

$$\left. \begin{aligned} 0 \vee a &= a \\ 1 \cdot a &= a \end{aligned} \right\} \text{бирлик элементлар} \quad (19.10)$$

Буль алгебраси учун ўрнига қўйиш принципи ўринли бўлиб, унинг моҳияти шундаки, агар $a = b$ бўлса, у ҳолда a ўрнига ҳамма ерда b қўямиз.



19.1 – расм. Чизикли дрейф аппроксимацияси вариантлари.

Баъзи аксиомалар одатдаги арифметик аксиомалар билан бир хил бўлади. Масалан, одатдаги арифметикада қўшиш ва кўпайтириш амаллари учун коммутативлик, ассоциативлик ва қисман дистрибутивлик аксиомалари ўринлидир. Агар бирлаштириш ($\vee$) ни қўшиш ($+$) тарзида, кўпайтириш ($\cdot$) ни эса арифметик кўпайтириш ($\cdot$) тарзида қабул қилинса, у ҳолда одатдаги арифметикада нол ва бирлик элементлар аксиомалари бажарилади (бундан $1 \vee a = 1$ мустасно). Аммо бир қатор аксиомалар фақат бўль алгебрасига хосдир. Улар қаторига идемпотентлик, инкор қилиш, икки ёқламалик аксиомалари киради. Улар бўль алгебрасига шундай хоссалар берадики, уларнинг қўлланилиши дискрет автоматик бошқариш тизимларини таҳлил ва синтез қилиш учун самарали бўлади.

Буль функциялари ва уларнинг кононик шакллари. Буль функциясига таъриф берамиз. 20. ўзгарувчиларнинг бўль функцияси $x_1, x_2, \dots, x_n$ аргументларнинг чекли қиймати билан аниқланиб, бунда аргументлар қийматларини чекли B тўпламдан қабул қилади. Бу аргументлар ўзаро ва маълум қийматдаги бўль амаллари билан боғланган бўлиб, функциянинг ўзи (аргументлар каби) $B = \{0, 1\}$ тўпламдан қийматлар қабул қилади. 20. ўзгарувчиларнинг бўль функциясини $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ кўринишда ёзамиз.

Бирлаштириш, кўпайтириш ва инкор қилиш амалларининг маъносини очамиз. Бунинг учун битта ва иккита аргумент учун мумкин бўлган функцияларни аниқлаш лозим. Иккили бўль функциясининг умумий сонини аниқлаш ифодаси аргументларнинг сонига борлиқ ҳолда қуйидаги кўринишда бўлади:

$$N = 2^{2^n}, \quad (19.11)$$

бу ерда, N — бўль функциялари сони, n — аргументлар сони.

Бу ифодадан битта аргумент учун 4 та бўль функцияси мавжудлиги келиб чиқади (19.1-жадвал).

19.1-жадвал.

Битта аргументнинг бўль функциялари

x	f_1	f_2	f_3	f_4
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

f_1 — функция — нол константа дейилади, f_4 — бирлик константа, f_2 — такрорлаш, f_3 — инкор қилиш ёки инверсия дейилади.

Буль функциялар сони (19.11) ифода бўйича икки аргумент учун 16 га тенг. Бу функцияларнинг ҳаммасини жадвал кўринишида ифодалаймиз, унинг чап қисмида аргумент қийматларини танлашнинг имкони бўлган ҳамма тўпламлари кўрсатилган, ўнг томонида эса аргументларнинг мазкур тўпламларига мос келувчи бўль функциялари қийматлари кўрсатилган:

X_1	X_2	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0

1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Бу функцияларнинг белгиланиши ва номларини қуйидагича изоҳлаш мумкин:

Функциянинг белгиланиши	Функциянинг номи
$f_1 = x_1 \cdot x_2$	Қўпайтириш, конъюнкция, ВА функцияси Σ
$f_2 = x_1 \vee x_2$	Қўшиш, дизъюнкций, ЁКИ функцияси, Σ
$f_3 = x_1 \rightarrow x_2$	X_1 нинг X_2 га импликацияси
$f_4 = x_1 \leftarrow x_2$	X_2 нинг X_1 га импликацияси
$f_5 = x_1 \sim x_2$	Эквивалентлик, мос келиш
$f_6 = x_1 x_2$	Тенг қийматли эмаслик, 2 модул бўйича қўшиш, mod 2
$f_7 = x_1 / x_2$	Шеффер функцияси, Шеффер штрихи, ЙЎҚ-ВА функциллари.
$f_8 = x_1 / x_2$	Вебб функцияси. Пирс стрелкаси, ЙЎҚ-ЁКИ функциялари
$f_9 = x_1 \xrightarrow{\text{---}} x_2$	X_1 ни ман қилиш функцияси
$f_{10} = x_1 \xrightarrow{\text{---}} x_2$	X_2 ни маън қилиш функцияси
$f_{11} = x_1$	X_1 нинг такрорланиши
$f_{12} = \overline{x_1}$	X_1 нинг инверсияси
$f_{13} = x_2$	X_2 нинг такрорланиши
$f_{14} = \overline{x_2}$	X_2 нинг инверсияси
$f_{15} = 1$	Бирлик константа
$f_{16} = 0$	Нол константа

$n = 3$ учун бул функциялари сони 256 га тенг бўлиши равшан.

Икки аргумент учун олинган функцияларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, баъзи функциялар бошқалари орқали аниқланиши мумкин экан. Масалан, Вебб функцияси $f_8 = x_2 \quad \overline{x_2} = \overline{x_1} : x_2, x_1$ нинг x_2 га импликацияси

$f_3 = x_1 \rightarrow x_2 = x_1 \vee x_2$ кўринишда ёзилиши мумкин. Демак, Буль функцияларининг битта ёки иккита аргументдан иборат минимал тўплами мавжуд бўлиб, унинг ёрдамида исталган (аммо чекли) сондаги аргументларнинг ҳамма ихтиёрий буль функцияларини ифодалаш мумкин. Функцияларнинг бунга ўхшаш тўплами *функционал тўлиқ* функциялар дейилади. Тўпламнинг функционал тўлиқлиги буль функцияларининг махсус хоссаларини ўрганиш йўли билан аниқланади. Функционал тўлиқ тўпламлар қаторига қуйидагилар киради: 1) конъюнкция, дизъюнкция, инкор қилиш; 2) Шеффер функцияси 3) Вебб функцияси; 4) x , маън қилиш функцияси, бирлик константа, импликация ва ҳоказо. Функционал тўлиқ тўпламлар базис (асос) деб ҳам аталади. Амалда қуйидагилар энг кўп тарқалган: $BA—\bar{E}KI—\bar{I}\bar{Y}\bar{K}$ базиси; Шеффер функцияси; Вебб функцияси. Назарий тадқиқотларнинг энг катта сони $BA—\bar{E}KI—\bar{I}\bar{Y}\bar{K}$ базисида (асосида) бажарилган. Шунинг учун, биз бундан кейин буль функцияларини шу асосда қараб чиқамиз.

Буль функцияларининг каноник шакллари аниқлаймиз. Бунинг учун Шеннон ёйилмаси тенгламасини исботсиз келтирамиз.

Теорема. Истаган $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ буль функцияси қуйидаги кўринишда ифодаланиши мумкин:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(1, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot x_1 \vee f(0, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot \bar{x}_1 \quad (19.12)$$

Агар Шеннон теоремаси дизъюнкция билан ажратилган чап ва ўнг қисмлар учун алоҳида x_2 ўзгарувчи учун, кейин эса x_3 учун ва шундай давом этиб x_n гача қўлланилса, у ҳолда қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n) \cdot \vee f(0, 1, 1, \dots, 1) \cdot \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n \cdot \vee \dots \vee f(0, 0, 0, \dots, 0) \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \dots \cdot \bar{x}_n \quad (19.13)$$

Буль функциясининг бундай ифодаланиши дизъюнктив, нормал шакли (ДМНШ) дейилади. (19.13) ифодани таҳлил қилиш истаган буль функцияси ДМНШ каноник кўринишига ёйилиши мумкинлигини кўрсатади. У маълум нуктадаги функция қийматининг ҳамма аргументлар конъюнкциясига ёки уларнинг инкорларига кўпайтмасидан иборат ҳадлар бирлашмаси

(дизъюнкцияси) бўлиб, шу билан бирга нукта координаталари билан аргументлар конъюнкцияси ўртасида қатъий бир қийматли мослик мавжуд бўлади. Масалан, 4 аргументли буль функцияси учун (0, 0, 1, 1) координатага $(\overline{x_1}, \overline{x_2}, x_3, x_4)$ конъюнкция мос келади, (1, 0, 1, 0) координатага эса (x_1, x_2, x_3, x_4) конъюнкция мос келади ва ҳоказо. Ҳамма аргументлар ёки улар инкорларининг конъюнкциялари *элементар конъюнкциялар* дейилади.

(20.13) ифодадан берилган функция нолга айланадиган аргументлар тўпламига (координаталарга) ДМНШ нинг нол ташкил этувчилари мос келиши келиб чиқади. Бундан ДМНШнинг муҳим хоссаси келиб чиқади, у қуйидагидан иборат: буль функциясининг ДМНШ га ёйилиши элементар конъюнкциялар бирлашмаси бўлиб, уларнинг мос координаталарида мазкур функция бирга тенг.

ДМНШ нинг бошқа зарур хоссаси ҳамма элементар конъюнкцияларда ҳамма аргументларнинг мавжудлигидир. Масалан, учта ўзгарувчили функция учун

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \overline{V} x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

ифода ДМНШ бўлади,

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \overline{V} x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

ёйилма ДМНШ бўлмайди. Агар функция конъюнкциялар дизъюнкцияси кўринишида ифодаланса (улар ҳар бир аргументни ўз ичига албатта олмаган бўлса), у ҳолда бундай ифода *дизъюнктив нормал шакл* (ДНШ) деб аталади.

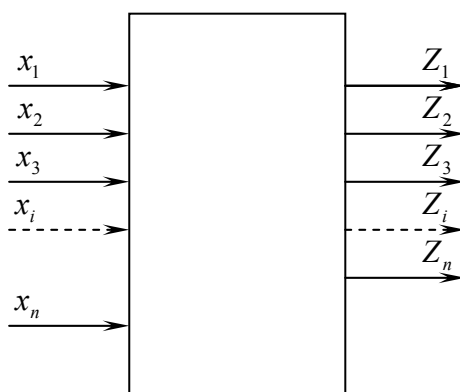
Юқорида буль алгебраси учун ёки ёқламалик аксиомаси тўғри экани таъкидланган эди. Унинг қўлланилиши конъюнктив мукамал нормал шакл (КМНШ)ни ҳосил қилишга имкон беради. Оралиқ шакл алмаштиришларни ташлаб кетиб, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = [f(0, 0, 0, \dots, 0) \cdot (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n)] \cdot [f(1, 0, 0, \dots, 0) \vee (\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n)] \cdot \dots \cdot f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot (\overline{v x_1} \vee \overline{v x_2} \vee \overline{v x_3} \vee \dots \vee \overline{v x_n})] \quad (19.14)$$

Агар нол ва бирлик элементлар ҳақидаги (5, 9, 5, 10) аксиомалар ҳисобга олинса, у ҳолда КМНШ нинг қуйидаги хоссасини аниқлаш мумкин. Олдиндан нукта координаталари ва ҳамма аргументлар дизъюнкциялари ҳамда уларнинг инкорлари ўртасида мослик ўрнатамиз, уни КМНШ билан аналогия бўйича элементар деб атаемиз. Бу мослик оддийгина ўрнатилади, бу мисолдан кўриниб турибди. Учта аргумент $(0, 1, 0)$ функция координатасига (x_1, x_2, x_3) элементар дизъюнкция мос келади, $(1, 0, 1)$ координатага $(x_1, \overline{x_2}, x_3)$ элементар дизъюнкция мос келади ва ҳоказо. Кейин нол элемент ҳақидаги (19.9) аксиомага мувофиқ $1 \vee d$ ифодадан (бу ерда, d -элементар дизъюнкция) дастлабки буль функцияси 1 га тенг бўлган координаталарга мос келувчи (19. 14) тенгламанинг квадрат кавс ичидаги ҳадлари ҳам бирга тенг. Шу билан бир вақтда бирлик элемент ҳақидаги (19.10) аксиомага кўра $1 \cdot f_i^0 = f_i^0$ ифодада (бунда, f_i^0 – квадрат илдизлар ичидаги ҳадлар) буль функцияси 0 га тенг. Бинобарин (19.14) тенгламанинг ўнг томонида шундай элементар дизъюнкциялар борки, уларнинг тегишли координаталарида дастлабки функцияси 0 га тенг.

19.2- §. КОМБИНАЦИОН БОШҚАРИШ СХЕМАЛАРИНИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ

Комбинацион (бир тактли, хотирасиз аппарат) мантикий схема деб, (20. К) қутбличка (19.2- расм) айтилади, ундаги К- чиқишлардаги сигналлар ўша пайтнинг ўзида 20.киришлардаги сигналларнинг қийматлари билан бир қийматли аниқланади. Комбинацион схеманинг киришига иккиламчи кирувчи сигналларнинг маълум тўплами узатилганда схеманинг чиқишида унга қатъий мос келувчи чиқиш сигналлари тўпламига эга бўламиз, яъни схемада чиқиш қийматлари кириш қийматларининг пайдо бўлишидан аввалги даврига боғлиқ эмас.



19.2-расм. Комбинацион бошқариш схемаси.

Комбинацион схемага янада қатъийроқ, таъриф берамиз. Агар схеманинг ҳар бир чиқишини бул функциясининг $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ кириш ўзгарувчилари сифатида ифодалаш мумкин бўлса, бундай схема комбинацион дейилади, бошқача айтганда комбинацион схема ушбу бул тенгламалари тизими билан ифодаланади:

$$\begin{aligned} z_1 &= z_1(x_1, x_2, x_3 \dots, x_n) \\ z_2 &= z_2(x_1, x_2, x_3 \dots, x_n) \\ \\ z_n &= z_n(x_1, x_2, x_3 \dots, x_n) \end{aligned} \quad (19.15)$$

Мантикий бошқариш комбинацион схемаларини синтез қилиш муаммоси структура даражасида қараб чиқилган, яъни ҳосил қилинган схемаларнинг физик амалга оширилиши билан боғлиқ масалаларга эътибор берилмайди.

Комбинацион бошқариш схемаси таърифидан схемани синтез қилишнинг асосий вазифаси буль функциялари тизимини қилиш ва кейинги мантиқий элементлар асосида структура даражасида уни амалга ошириш келиб чиқади.

Бошқариш схемаси буль тафсифининг таърифи. Комбинацион бошқариш схемаси буль функциялари тизими томонидан бир қийматли ва адекват равишда тавсифланади ҳамда бу тизимнинг синтез қилишнинг асосий вазибаларидан бири тизимнинг ўзига таъриф беришдир.

Қуйида ДИНШ ва ДНШ нинг ҳақиқийлик жадвалларини қўллашга асосланган усул тавсифланади. Схемани синтез қилиш учун дастлабки материал сифатида, одатда, ишлаб чиқарувчи бошқариш тизимининг ишлашини сўз билан ифодалаб беради. Ҳақиқийлик жадвалини яшаш шу тавсифга таянади.

Ҳақиқийлик жадвали чап ва ўнг қисмлардан иборат. Чап қисмда маълум кириш катталикларига мос келувчи n устун жойлашган, ўнг томонда эса чиқишларга мос келувчи K устун жойлашган:

Кириш					Чиқиш				
X_1	X_2	X_3	...	X_n	Z_1	Z_2	Z_3	...	Z_n

Кейин чап қисмда кириш қийматларининг мумкин бўлган ҳамма комбинациялари ёзиб чиқилади. Кириш сони n билан комбинациялар сони M ўртасидаги боғланиш

$$M = 2^n \quad (19.16)$$

ифода билан аниқланади.

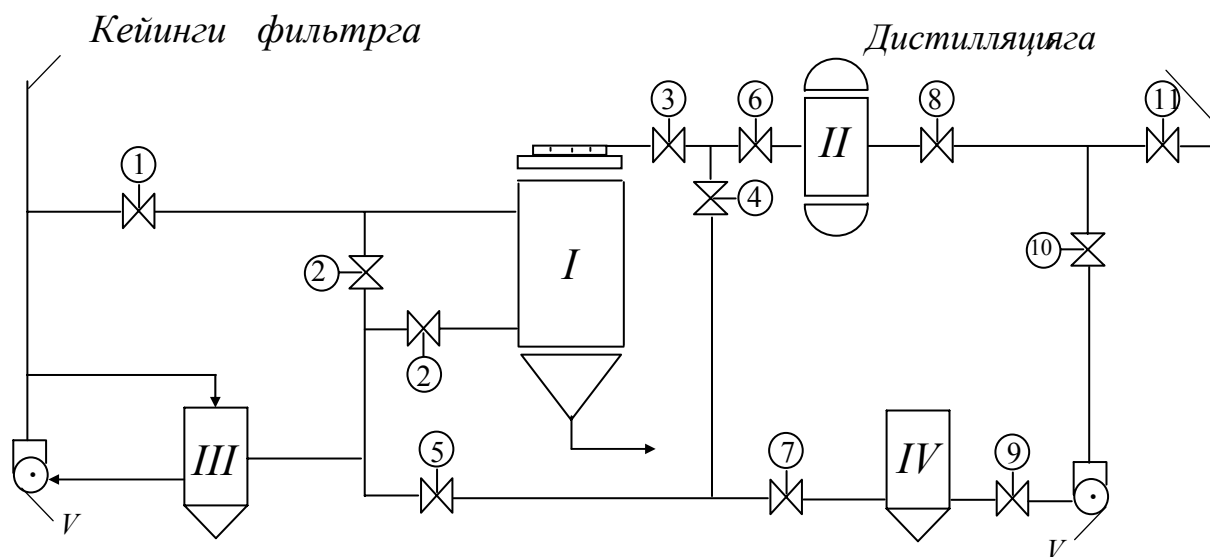
Мумкин бўлган ҳамма комбинацияларни қийинчиликсиз ва хатосиз ёзиб олиш учун қуйидаги қоидадан фойдаланилади. Биринчи устунга $M/2$ та нол, кейин $M/2$ та 1 ёзилади; иккинчи устунга $M/4$ нол, кейин $M/4$ та 1, $M/4$ та нол ва ҳоказо то устун тўлгунча шундай ёзиб борилади; учинчи устунга — $M/8$ та нол, $M/8$ та 1 ва ҳоказо устун тўлгунча шундай ёзади. Охирги устунда ноллар ва бирлар алмашиб навбатма-навбат келади. Мисол тариқасида $n=3$ ҳол учун мумкин бўлган ҳамма комбинацияларни келтирамиз:

Кириш			Чиқиш	Кириш			Чиқиш
X_1	X_2	X_3	Z	X_1	X_2	X_3	Z
0	0	0		1	0	0	
0	0	1		1	0	1	
0	1	0		1	1	0	
0	1	1		1	1	1	

Ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисми бошқариш тизими функцияларининг сўз билан ифодаланган тавсифига кўра тўлдирилади.

Мисол тариқасида патронли филтлда пахта мисцелласини филтрлашнинг даврий жараёнини автоматик мантикий бошқариш жараёнининг аниқ тизими учун ҳақиқийлик жадвалини тузишни қараб чиқамиз.

19.3-расмда филтрлаш жараёнининг технологик схемаси кўрсатилган. Мисцелла экстрактордан ўзи оқиб тушиб, лойқа мисцелла тўпловчи III га келади, ундан V насос воситасида коллекторга тушади, у ерда филтрларга тақсимланади. Кейин лойқа мисцелла патронли филтр I орқали ўтиб, шламдан тозаланади ва тоза мисцелла



19.3-расм. Филтрлаш жараёнининг технология схемаси.

I — патронли филтр; II — ресивер; III — тозаланмаган мисцелла идиши; IV — тоза мисцелла идиши; V — насослар.

тўплагичи IV га тушади, ундан эса V насос воситасида дистиллаш учун суриб олинади. Чўкма ҳосил қилина бошлаган сари шундай пайт келадики, филтрлаш тўсиғини регенерацялашга тўғри келади. Бунинг учун II ресиверга тоза мисцелла 4 атм гача босим билан ҳайдалади. Шу босимга етганда ва регенерация қилиш зарурати пайдо бўлиши билан келаётган оқимлар тўхтатади, тўкиш йўллари очилади ва ресивер филтрнинг тоза мисцелла тўплагичи IV га уланади ва филтрлаш билан туташади. Тоза мисцелла босим остида тескари йўналишда филтрлаш патронидан ўтади ва чўкинди тушириб (чиқариб) юборади. Регенерация тугагандан сўнг лойқа мисцеллани узатувчи босим линияси яна уланади, дастлабки пайтда филтрдан чиқиш йўли эса лойқа мисцелла тўплагичи III билан туташтирилади. Маълум вақт ўтгандан сўнг филтрнинг чиқиши тоза мисцелла тўплагичи IV га уланади ва филтрлаш

амалга оширилади. Шундай қилиб, патронли филтлда мисцеллани филтрлашнинг даврий жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат: филтрлаш, регенерация, ресиверга ҳайдаш, рециркуляция ва бошланғич босқич. Тавсифдан 11 та клапан ўрнатиш зарурлиги келиб чиқади.

Ҳақиқийлик жадвали бошқариш тизимининг формаллаштирилган тавсифи бўлгани учун комбинацион схемани синтез қилишда мазкур тизимни амалга оширувчи элементларнинг физик моҳиятига фикрни бўлмаслик зарур. Келтирилган тавсифдан патронли филтлда филтрлашнинг даврий жараёни ҳолатларини бир хиллаштириш учун қуйидаги ахборотга эга бўлиш керак: X_1 регенерациянинг тамомлангани ҳақида; X_2 мисцелланинг тозалиги ҳақида; филтрлашни тугалланиши X_3 ҳақида, X_4 ресиверда мисцелланинг босим ҳақида. Ахборот элтувчи сигналлар дискрет характерга эга: $X_1 = 1$ регенерация тугалланганлигини билдиради. $X_1 = 0$ – йўқ; $X_2 = 1$ мисцелла тоза эканидан далолат беради: $X_2 = 0$ – йўқ, $X_3 = 0$ – йўқ- филтрлашни тугатиш лозимлигини англатади $X_3 = 0$ – йўқ; $X_4 = 1$ - босим ≥ 4 атм эканини англатади: $X_4 = 1$ - босим < 4 атм.

Ҳақиқийлик жадвалининг чап қисмини тўлдирамиз. Киришлар сони 4 га тенг бўлгани учун сатрлар сони 16 га тенг. Чап томонда кириш сигналларининг ҳамма комбинацияларини юқорида баён қилинган қоида бўйича ифодалаймиз.

Ўнг томонда, тавсиядан келиб чиқанидек, 19.3-расмда номерланганига мувофиқ маълум клапанларга-11 та чиқишга ва ўнг иккинчи чиқиш авариявий сигналлашга эга бўламиз.

Ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисмини тўлдириш тизим ишлашининг сўз билан ифодаланган тавсифига мувофиқ қуйидаги тарзда амалга оширилади. Кириш сигналлари комбинацияси таҳлил қилинади ва шу таҳлил асосида даврий жараённинг босқичи бир хиллаштирилади. Босқич бир хиллаштирилгандан сўнг қайси клапанни очиш кераклиги, қайсинисини ёпиш кераклиги аниқланади (бунда, клапаннинг очиклиги ҳақидаги чиқиш сигнали 1га, ёпиқлиги ҳақидаги чиқиш сигнали 0 га тенг).

Кириш ҳолатларини таҳлил қилишда ҳақиқийлик жадвалининг чап томонида умуман мавжуд бўла олмайдиган комбинация бўлиб қолиши мумкин. Бу ҳолат ё ахборотни нотўғри узатилганидан ёки тизим элементларининг носозлигидан далолат беради (мазкур ҳолда тизим дастлабки ҳолатига қайтиши керак, бунда, фильтр узилиши ва сигнализация уланиши керак). Шундай ҳолатлар ҳам бўлиши мумкинки, бунда у ёки бу ижрочи орган қандай ҳолатда бўлиши кераклигининг аҳамияти бўлмайди. Ижрочи органларнинг бундай ҳолатини d орқали белгилаймиз. Айтиб ўтилган ҳамма амалларни бажариб, ёғ-мой ишлаб чиқаришдаги филтрлаш жараёни ҳолатининг ўхшашлигини акс эттирувчи жадвални ҳосил қиламиз:

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}	Z_{12}
1	0	0	0	0	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
2	0	0	0	1	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
3	0	0	1	0	0	1	0	0	d	0	d	1	1	1	1	0
4	0	0	1	1	0	1	1	0	d	1	d	0	1	1	1	0
5	0	1	0	0	0	d	d	0	0	0	d	0	1	1	1	1
6	0	1	0	1	0	d	d	0	0	d	d	0	1	1	1	1
7	0	1	1	0	0	1	0	0	d	0	d	0	1	1	1	0
8	0	1	1	1	0	1	1	0	d	1	d	1	1	1	1	0
9	1	0	0	0	1	d	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
10	1	0	0	1	0	d	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
11	1	0	1	0	0	1	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
12	1	0	1	1	0	1	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
13	1	1	0	0	1	d	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
14	1	1	0	1	1	d	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
15	1	1	1	0	0	1	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
16	1	1	1	1	0	1	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1

Комбинацион схемани синтез қилишнинг кейинги босқичи таҳлил қилинаётган схемани адекват тавсифловчи буль функциялар тизимсini аниқлаш ҳисобланади.

Нуқтанинг координатаси билан аргументларнинг конъюнкцияси орасидаги мосликка янада катъий таъриф берамиз.

Таъриф. Қиймати фақат берилган кирувчи буль ўзгарувчилари тўпламида (ҳақиқийлик жадвалининг чап қисми битта сатрига мос келувчи) бирга тенг бўлган буль функцияси характеристик функция ёки *элементар* (асосий) *конъюнкция* ёки бирнинг конституентаси дейилади.

Юқорида таърифланган буль функцияси ДМНШнинг элементар конъюнкцияси эканини кўриш қийин эмас.

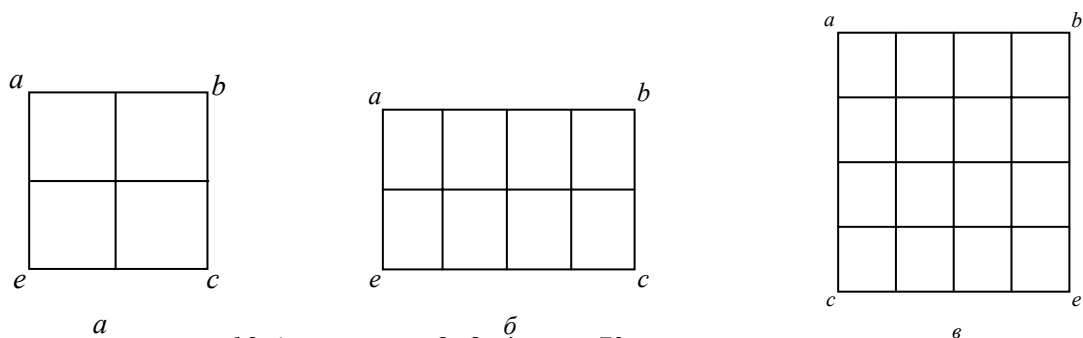
Иккиланганлик принциpidан келиб чиқиб, мутлақо ўхшаш ҳолда элементар дизъюнкция (нолнинг конституентаси) таърифланади.

Таъриф. Қиймати фақат берилган кириш буль ўзгарувчилари тўпламида нолга тенг бўлган буль функция *элементар дизъюнкция* (ёки нолнинг конституентаси) дейилади.

Схеманинг аниқ чиқишига (ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисми устунига) мос келувчи ҳамма элементар дизъюнкциялар конъюнкцияси изланаётган буль функцияси ДМНШ ни ташкил этади.

Шундай қилиб, буль функциялари тизимини ҳосил қилиш учун ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисмининг ҳар бир устуни учун (ҳар бири комбинацион схеманинг чиқишига мос келади) юқорида келтирилган таърифларга асосланиб дастлаб ДМНШ ни ташкил этиш зарур. У ёки бу шаклни танлаш мазкур устундаги 1 ёки 0 нинг кўп-озлигига боғлиқ. Агар 1 кам бўлса, ДМНШ, агар 0 кўп бўлса, ДМШ ташкил этилади.

Карно хариталари. Карно харитаси квадратларга бўлинган тўғри тўртбурчакдан иборат бўлиб, уларнинг сони кириш ўзгарувчиларининг иккили қийматларидан мумкин бўлган ҳамма комбинациялар сонига тенг, яъни 2^n га тенг, бунда, n - кирувчи ўзгарувчилар сони, 19.4-расмда $n = 2, 3, 4$ учун Карно хариталари кўрсатилган.

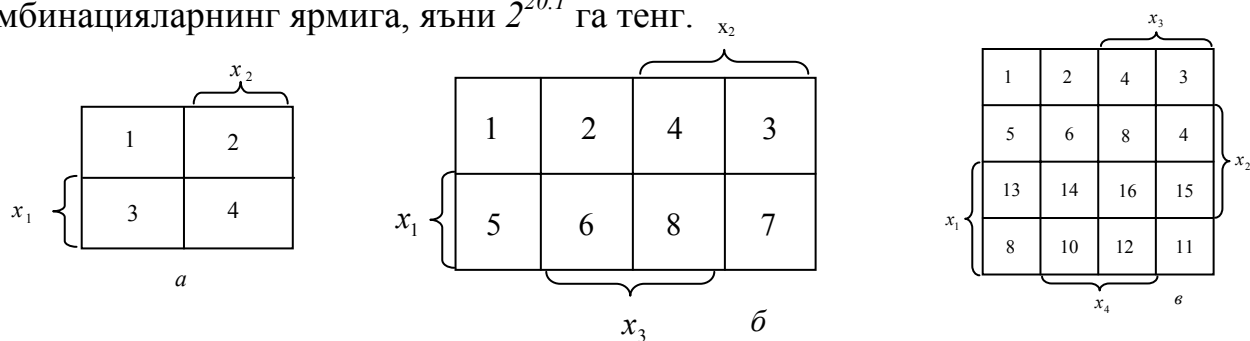


19.4- расм. $n = 2, 3, 4$ учун Карно хариталари.

Хаританинг ҳар бир квадрати кириш сигналлари комбинациясига шу тарзда мос келадики, бунда, умумий томонга эга квадратларнинг истаган жуфти учун бу комбинациялар фақат битта ўзгарувчининг қиймати билан фарқ қилади. ab ва ec ; ae ва bc томонлар жуфти умумий ҳисобланади.

Кириш сигналлари қийматлари комбинациясининг бундай тақсимланиши қуйидаги тарзда таъминланади. 19.5- расмда $n = 2, 3, 4$ учун тақсимлаш кўрсатилган.

Тақсимлаш ғояси шундан иборатки, x_i аргументли катта қавс ичига олинган квадратлар берилган аргумент 1 га тенг бўлган кириш қийматлари комбинацияларига мос келади ва аксинча, катта қавс ичига олинмаган квадратлар аргументи $x_i=0$ бўлган комбинацияга мос келади. Ҳақиқийлик жадвалининг чап қисмини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, ихтиёрий аргумент $x_i=1$ бўлган кириш комбинациялари сони мумкин бўлган ҳамма комбинацияларнинг ярмига, яъни 2^{n-1} га тенг.



19.5- расм. Карно харитасига кириш сигналлари қийматлари комбинациясининг квадрат бўйича тақсимланиши: а - $n = 2$; б - $n = 3$; в - $n = 4$.

Демак, тегишли аргументларнинг катта қавслари харитасидаги ҳамма квадратларнинг ярмини ўз ичига олади. Масалан, x_1 аргументнинг катта қавси

$n = 2$ учун 3, 4 квадратлар ичига олади; $n = 3$ учун 5, 6, 7, 8 квадратларни; $n = 4$ учун - 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 квадратларни ўз ичига олади

Мазкур тақсимотдан келиб чиқиб, у ёки бу квадрат қайси кириш комбинациясига мос келишини осонгина аниқлаш мумкин. Масала 14 квадратга ($n = 4$) 1101 комбинация мос келади, унга эса конституента (элементар конъюнкция) мос келади.

Тегишли комбинацияни аниқлаш жараёнини муфассалроқ таҳлил қиламиз. x_i аргументнинг катта қавс билан ўралган квадратлари тўпламини мазкур аргументнинг майдони деб атаемиз. 14 квадрат x_1 аргументнинг майдонида жойлашган, бинобарин, $x_1 = 1$, x_2 аргументнинг майдонида $x_2 - x_2 = 1$; x_3 аргумент майдони ташқарисида - $x_3 - x_3$, x_4 аргументнинг майдонида $x_4 - x_4$.

Квадратларнинг номерланишини диққат билан қараб чиққанда квадрат номерининг ҳақиқийлик жадвали сатрининг номерига бевосита мос келишини аниқлаш мумкин.

Карно харитасининг ҳар бир квадратида ҳақиқийлик жадвалига ва квадратларнинг кириш комбинациялари бўйича қабул қилинган тақсимотида мос равишда ноллар ва бирлар қўйиб чиқилади. Агар комбинацион схеманинг бирор чиқишига бирор сатрдаги фарқсиз ҳолат мос келса, у ҳолда квадратга d белгиси қўйилади.

Карно харитаси ёрдамида буль функцияларини минималлаштириш. Бир қатор таърифлар киритаемиз. Агар икки квадрат битта умумий томонга эга бўлса, улар қўшни квадрат ҳисобланади. Масалан, 19.5-расм, *в* да 6-квадратнинг қўшнилари —8, 14, 2, 5; 4-квадратники —2, 3, 8, 12. 12-квадрат 4-квадратга қўшни ҳисобланади (ва аксинча), чунки уларнинг томонлари умумий (19.5-расмга қаранг). 7-квадрат ҳам ўша сабабга кўра 5-квадратга қўшни бўлади (ва аксинча).

Ичига 1 ёзилган квадратлар P - квадратлар деб аталади.

Иккита қўшни P - квадрат бир ўлчовли P - куб қисмини ташкил этади. Бир ўлчовли P - куб қисмига дастлабқидан битта ҳади кам бўлган конъюнкция мос

келади. Бир ўлчовли P - куб қисмининг ташкил этилиши ютилиш амалига мос келади:

$$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n \overline{x_1} \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_{n-1}$$

19.5-расм, в да 2 ва 6, 6 ва 8, 8 ва 4-ва ҳоказо квадратлар жуфт-жуфти билан бир ўлчовли P -қисмини ташкил этади. Бир ўлчовли P -куб қисмига мос келувчи конъюнкцияда куб қисмининг бир қисми майдонида бўлган, қолган қисми эса майдони ташқарисида бўлган аргумент иштирок этмайди. Конъюнкцияда сақланган қолган аргументларнинг майдонларида бир ўлчовли P -куб қисми тўлиқ киради ёки умуман кирмайди. Бунда, агар P - куб қисми X_i аргументнинг майдонида тўлиқ кирса, у ҳолда тегишли конъюнкцияда бу аргумент X_i қийматга, агар тўлиқ кирмаса $\overline{x_i}$ қийматга эга бўлади.

	1	1	
	1	1	

a

1			1
1			1

б

	1		
	1		
	1		
	1		

в

1			1
1			1

г

19.6-расм. $n=2, 3, 4, 5$ учун икки ўлчовли P - қисм куб.

19.6- расмда кўрсатилганидек, тўртта қўшни P - квадрат икки ўлчовли P - куб қисмини ташкил этади. Бу ерда айрим P -куб қисмлари кўрсатилган. Қолган мумкин бўладиган P - куб қисмлари шунга ўхшаш график шаклга эга. Икки ўлчовли P - куб қисми ташкил бўлишининг асосий шарти шундай: ҳар бир P -квadrat P -куб қисмидан камида иккита P - квадратга қўшни бўлиши керак. Масалан, 2,6, 8, 7-квadratларнинг ҳаммаси қўшни бўлишига қарамай икки ўлчовли P - куб қисмини ташкил этмайди, чунки 2-квadrat фақат битта 6-квadrat билан қўшнидир.

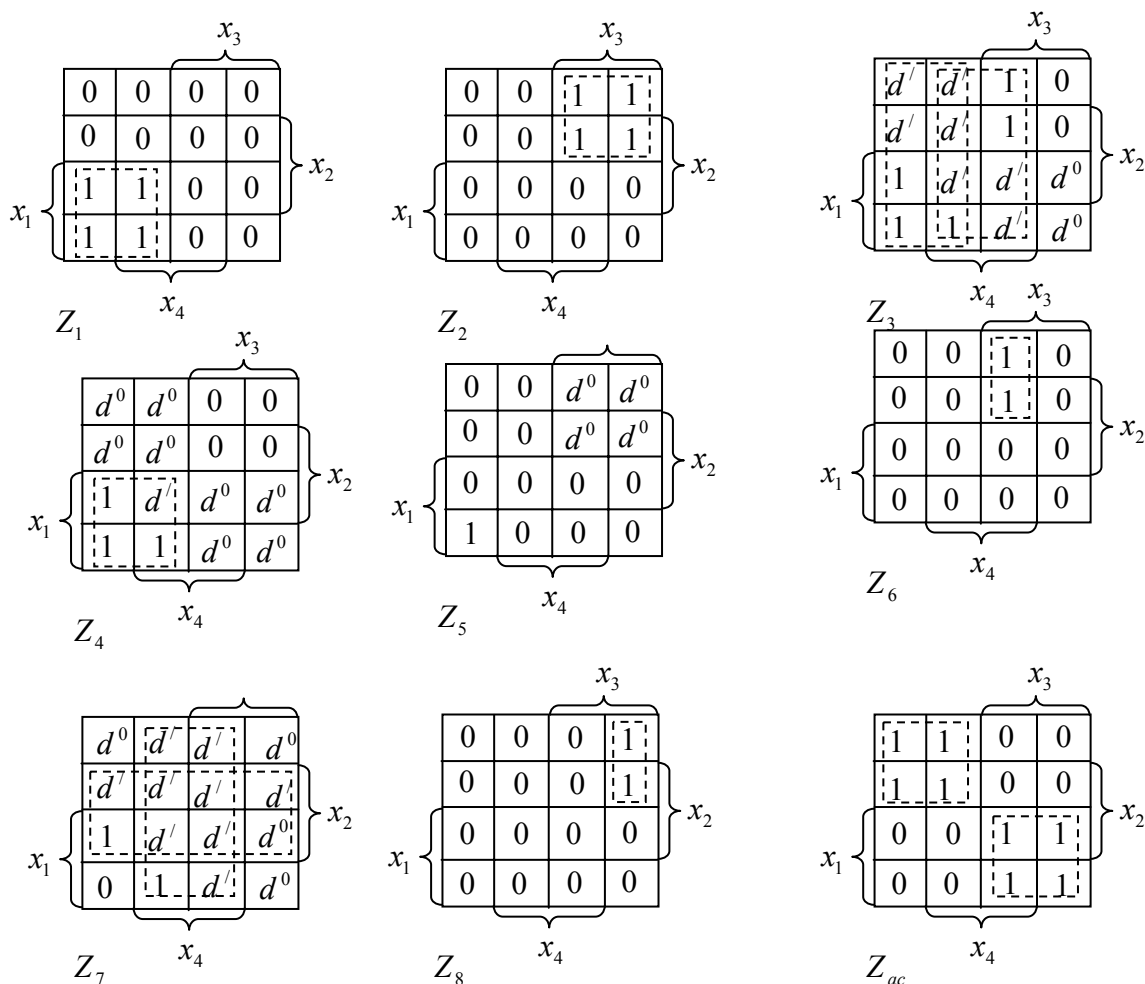
Икки ўлчовли P - куб қисмига мос конъюнкцияда майдонида мазкур куб қисми фақат ярмигача кирадиган иккита аргумент йўқ. Худди бир ўлчовли P - куб қисми учун бўлгани каби конъюнкцияда аргументларнинг қиймати икки ўлчовли P - куб қисми аргумент майдонида тўлиқ киришига ёки тўлиқ кирмаслигига боғлиқ.

Саккизта қўшни P - квадрат уч ўлчовли P - куб қисмини ташкил этади, бунда ҳар P - квадрат куб қисмининг камида учта P - квадрати билан чегарадош

(қўшни) бўлиши керак. Тегишли конъюнкциянинг ташкил бўлиши қондаси битта ва иккита P - куб қисмлари учун қондаларига ўхшаш бўлиб, бунда конъюнкцияда энди учта аргумент бўлмайди.

Равшанки, 20. ўлчовли куб қисмини ҳосил қилиш учун энди 220. квадрат қисмлари бўлиши зарур, бунда уларнинг ҳар бири камида P - квадрат қисми билан чегарадош (қўшни) бўлиши керак. Тегишли конъюнкцияда n та аргумент бўлмайди.

Куб қисмлари ва уларга тегишли конъюнкцияларнинг ҳосил бўлиш қондаларидан минимал ДИШ ларни олиш усуликаси келиб чиқади. P - квадратлар тўплами дастлабки буль функциясини ифодалайди. Агар P - квадратларга мос келувчи ҳамма конъюнкцияларни дизъюнкция билан бирлаштирсак, у ҳолда буль функцияси ДМНШ ҳосил бўлади. Агар биринчи ифодадаги ҳадларнинг умумий сони иккинчи ифодадагидан кам бўлса, у ҳолда буль функциясининг бир ифодаси иккинчисидан минималроқ бўлади. Буль функцияси ДМНШ ҳадлари сони максимал бўлиши равшан.



19.7- расм. Пахта мисцелласини патронли филтлда экстракциялашдан кейин филтрлашнинг даврий жараёнини бошқаришнинг комбинацион схемаси учун Карно хариталари.

янада минимал шаклда ифодалаш мумкин, бунда, куб қисмининг ўлчови қанчалик юқори бўлса ва куб қисмлари сони қанча кам бўлса, буль функциясининг пировард ифодаси шунча минимал бўлади.

Карно харитасини куб қисмлари билан тўлдириш қуйидаги қоидалар бўйича амалга оширилади. Ҳар бир P - квадрат камида битта P - куб қисмида фойдаланилиши керак. Ҳеч бир P - куб қисмида 0 га эга бўлган битта ҳам квадрат фойдаланилмаслиги керак. Истаган P - квадратдан P - куб қисмини ҳосил қилиш учун истаган марта фойдаланилиши мумкин.

Карно хариталари яхши аниқланмаган буль функцияларини жуда самарали минималлаштиришга имкон беради. Бунда, Карно харитаси квадратлари 1 гача шундай тарзда аниқланадики, бунда иложи борида катта ўлчовдаги P - куб қисмлари ҳосил бўлиши керак.

Қараб чиқиладиган мисолда Карно хариталарининг қўлланилишини кўрсатамиз. 20.6- расмда пахта мисцелласини патронли филтлда экстракциялашдан кейин филтрлашнинг даврий жараёнини бошқаришнинг комбинацион схемаси учун Карно хариталари кўрсатилган. Харитада Z_1 чиқиш учун битта икки ўлчовли P - куб қисми бор бўлиб, у x_1 аргументнинг майдонига тўлиқ киради, x_3 нинг майдонига тўлиқ кирмайди, x_2 ва x_1 аргументлар майдонига қисман киради. Демак Z_1 функциянинг минимал кўриниши

$$z_1 = x_1 \cdot \overline{x_3}$$

z_2 функция ҳам шунга ўхшаш аниқланади:

$$z_2 = \overline{x_1} \cdot x_3$$

z_3 чиқиш функцияси баъзи кириш комбинацияларида тўлиқ аниқланмаган. Тегишли квадратларда d ҳарфи ёзилган (z_3 мазкур тўпламларда

истаган қийматни: 1 ёки 0 ни қабул қилиши мумкин). Охиригача аниқлашни шундай тарзда тугаллаш зарурки, бунда катта ўлчамли куб қисмлари олинсин. Шундай аниқлашни тугаллаш варианты 19.7- расмда кўрсатилган. Бошқа барча вариантлар ўша (ёки каттароқ) ўлчамдаги буль функциясини беради:

$$z_3 = \overline{x_3} V x_4$$

Шу тарзда қолган (бошқа) чиқиш функцияларини аниқлаб, буль функцияларининг якуний тизимини ҳосил қиламиз, у эса бошқаришнинг комбинацион схемасини адекват равишда тавсифлайди. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, Z_9, Z_{10}, Z_{11} чиқишлари кириш комбинациялари маълумотларига боғлиқ бўлмайди (доим очик). Бундан ташқари, чиқиш $Z_4 = Z_1$. Узил-кесил буль функциялари тизими бундай кўринишни олади(19.17):

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = x_1 \cdot \overline{x_2}; \\ z_2 = x_1 \cdot x_3; \\ z_3 = \overline{x_3} V x_4; \\ z_4 = z_1; \\ z_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_6 = x_1 \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_7 = x_2 V x_4; \\ z_8 = \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4}; \\ z_{ac} = x_1 \cdot x_3 V x_1 \cdot x_3 \end{array} \right. \quad (19.17)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = x_1 \cdot x_3; \\ x_2 = \overline{x_1} \cdot x_3; \\ x_3 = \overline{x_3} V x_4; \\ z_4 = z_1; \\ z_5 = z_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}; \\ z_6 = z_2 x_4; \\ x_7 = x_2 V x_4; \\ x_8 = z_2 x_4; \\ z_{ac} = x_1 \cdot x_3 V x_1 \cdot x_3 \end{array} \right. \quad (19.18)$$

Агар $Z_1 = x_{1\bar{y}}x_3$ ва $Z_2 = x_{1\bar{y}}x_3$ ўрин алмаштиришларни бажарсак, у ҳолда (19.17) ифодани (19.18) кўринишида ёзиш мумкин.

Шундай қилиб, биз филтрлашнинг даврий жараёнини бошқаришнинг комбинацион схемасининг формаллаштирилган тавсифини минималлаштирилган буль функциялари тизими кўринишида олайлик (19.18).

Комбинацион схемаларини синтез қилишдаги навбатдаги босқич бошқарувчи қурилманинг схемасини яшаш босқичи ва бу схемани техник амалга ошириш ҳисобланади.

19.3-§. КОМБИНАЦИОН БОШҚАРУВЧИ ҚУРИЛМА СХЕМАСИНИ ЯСАШ

Агар бошқариш схемаси дискрет элементининг мумкин бўлган икки ҳолатидан бирига мос ҳолда буль алгебрасининг 0 белгисини қўйсак, 1 белгисини эса бошқа ҳолатга мос қилиб қўйсак, у ҳолда буль функциялари назарияси ва унга асосланган усуллар бошқаришнинг мантиқий комбинацион схемаларини таҳлил ва синтез қилиш учун қўлланилиши мумкин. Мантиқий бошқариш қурилмасининг формаллаштирилган тавсифидан принципиал схемага ўтиш босқичини техник амалга ошириш деб айтамыз.

Мантиқий бошқариш қурилмалари амалга ошириладиган дискрет элементларнинг иккита асосий – контактли ва контактсиз тури мавжуд.

Контактли элементлар учун буль алгебраси элементлари ва қурилма ҳолатлари ўртасида қуйидагича мослик ўрнатилади. Электромагнит реле ва унинг контактлари асосий контакт элементи ҳисобланади. 0 белгисига контактларнинг очик (узилган) ҳолати, 1 белгига берк ҳолати мос қўйилади.

Сўнг $BA—\bar{E}KI—\bar{I}\bar{U}K$ базисида схема ва буль функциялари орасидаги мосликни аниқлаймиз (20.2-жадвал). Схема ишини текшириш шуни кўрсатадики, нормал очик контактларни параллел улаш аргументларнинг дизъюнкциясини амалга оширади, кетма-кет улаш эса конъюнкцияни нормал берк контакт эса инкор қилишни амалга оширади. Бу учта схема базасини ташкил этувчи буль функцияларини амалга оширгани учун бу схемаларнинг комбинацияси ихтиёрий, лекин чекли сондаги аргументли ихтиёрий буль функциясини амалга оширишга имкон беради.

Чиқишдаги бирга – берк занжир, нолга – очик занжир мос келиб, бунда занжирнинг йўналиши кўрсатилмайди, яъни биз икки томонлама ўтказувчанликка эга бўлган схема билан иш кўрамыз. Контактли элементларга асосланган схемаларни синтез қилиш фақат мазкур турдаги схемаларга хос бўлган ва баъзи ҳолларда тежамли ва ишончли схемаларни яшашнинг самарали усуллари олишга имкон берувчи бир қатор хусусиятлар билан ифодаланади.

20.2-жадвал.

Схемаларнинг буль функциясига мос келиши

Схема	Буль функцияси
	$Z = X_1 \vee X_2$ $Z = X_1 \cdot X_2$ $Z = \overline{X}$

Контактсиз мантикий элементлар функционал блоклар кўринишида бажарилган. Ҳар бир блок маълум мантикий функцияни амалга оширади. Контактсиз элементлар учун блокларни расмийлаштиришнинг кўп хиллиги характерлидир.

Тузилиш тафсилотларга берилмасдан ҳар бир базис мантикий функцияни 19.3-жадвалда келтирилган шартли белгилар кўринишида ифодалаймиз.

20.3- жадвал.

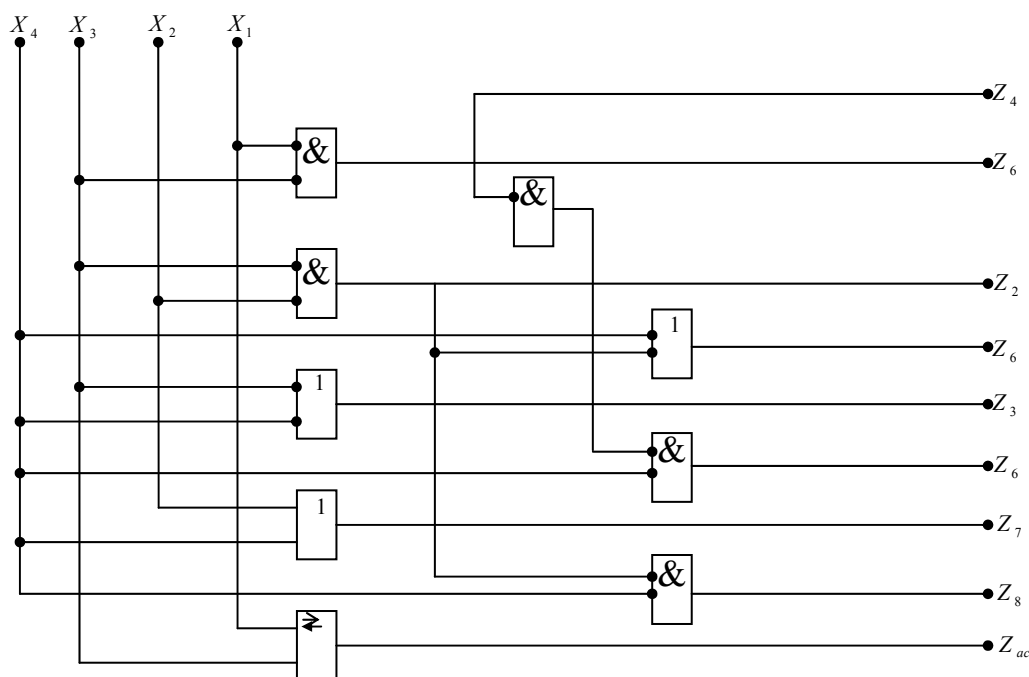
Мантикий функцияларнинг шартли белгилари

Функция	Ифодаси	Шартли белгиси
Такрорлаш	$Z = X$	
Инкор қилиш	$Z = \overline{X}$	
Конъюнкция	$Z = X_1 \cdot X_2$	
Дизъюнкция	$Z = X_1 \vee X_2$	
Шеффер штрихи	$Z = \overline{X_1 \cdot X_2}$	
Пирс стрелкаси	$Z = \overline{X_1 \vee X_2}$	
Эквивалентлик	$Z = X_1 \cdot X_2 \vee \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}$	
Импликация	$Z = \overline{X_1} \vee X_2$	
Манн қилиш	$Z = \overline{X_1} \cdot X_2$	

Универсал реле билан таққослаганда контактсиз мантикий элементлар ишончли ва тез ишга тушиши жуда юқори. Интеграл элементларни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш билан боғлиқ мантикий электрон схемаларни тайёрлаш технологиясидаги тараққиётнинг жадаллашиши муносабати билан

контактсиз қурилмалар бундан кейин автоматик бошқаришнинг мантикий схемаларида кўпроқ ишлатилади.

Буль функциялари (19.18) тизимларини техник амалга ошириш катта қийинчилик туғдирмайди. Бунинг учун мазкур ҳолда $BA\text{--}\bar{E}KI\text{--}I\bar{Y}\bar{Q}$ базисида 15 та элемент талаб қилинади, агар базис сифатида 19.3- жадваллар тўпламидан фойдаланилса, у ҳолда 9 та элемент керак бўлади. 19.8- расмда комбинацион автоматни патронли филтлда икки хонали функцияларнинг тўлиқ тўпламидан фойдаланган:



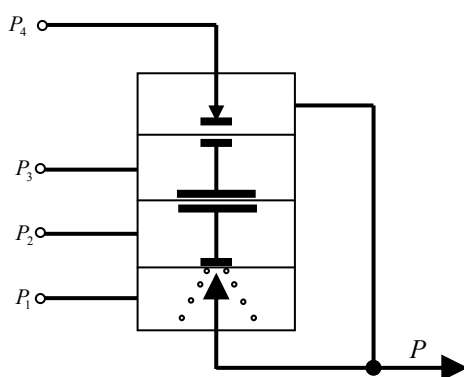
19.8- расм. Филтрлашнинг даврий жараёнини бошқариш учун комбинацион автоматнинг принципиал схемаси.

Пневматик элементларда асосланган кўп чиқишли комбинацион схемаларни амалга ошириш. Оптимал кўп чиқишли схемаларни кўп функционал мантикий элементлар асосида синтез қилиш муаммоси умумий ҳолда ҳал қилинмаган, чунки турли функцияларни амалга оширувчи мантикий элементларнинг турлари тўплами мавжуд. $BA\text{--}\bar{E}KI\text{--}I\bar{Y}\bar{Q}$ базис учун бу масалалар умумий кўринишда ҳал қилинган. Бироқ, агар бирор битта функционал элементнинг хоссаларини муфассал тадқиқ қилиб, у билан чекланадиган бўлсак, у ҳолда мазкур элементдан фойдаланган ҳолда кўп

чиқишли комбинацион схемаларни амалга ошириш усуллари яратиш имкониятлари пайдо бўлади.

СПЭУС (саноат пневмоавтоматикаси элементларининг универсал тизими)да реле техникасининг асосий қурилмаси пружинали пневматик уч мембранали П1Р.3 реле ҳисобланади, унинг принцинал схемаси 19.9-расмда келтирилган. П1Р.3 реленинг тўртта кириши: P_1, P_2, P_3, P_4 ва битта чиқиши бор. Бинобар, улар умумий ҳолда қуйидаги буль функциясини амалга оширади:

$$P = P(P_1, P_2, P_3, P_4).$$

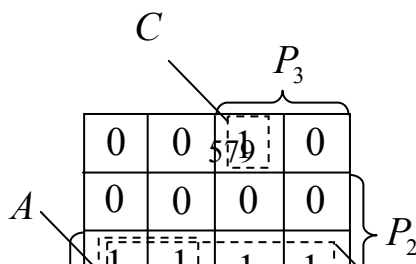


19.9-расм. П1Р-3 пневматик уч мембранали реле.

Бу ифоданинг моҳиятини очиш учун ҳақиқийлик жадвал ва Карно харитасига асосланган усулни қўллаймиз. П1Р.3 реле учун ҳақиқийлик жадвалини тузамиз (19.4-жадвал). Буль алгебрасининг 0 элементга $P=0,2 \text{ кг/см}^2$ пневматик сигнал, 1 элементга $P=1 \text{ кг/см}^2$ сигнал мос келади. Бу жадвалга мос келувчи Карно харитаси 19.10-расмда кўрсатилган. Расмдан кўринишича хаританинг сирти иккита икки ўлчовли куб қисмлари a, b дан ва битта бир ўлчовли P –куб қисми C дан иборат. П1Р.3 пневмореленинг натижаловчи Буль функцияси

бундай кўринишга эга:

$$P = P_1 \cdot \overline{P_3} \vee P_1 \cdot P_2 \vee \overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$$



19.10-расм. ПИР. 3 реле учун Карно харитаси.

ПИР.3 пневматик реле учун ҳақиқийлик жадвали

19.4-жадвал.

P_1	P_2	P_3	P_4	P	P_1	P_2	P_3	P_4	P
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Реле киришларига маълум қийматлар бериб (ёки уларни ўзаро коммутациялаб), иккита ва битта аргументли буль функциялари тўпламини ҳосил қилиш мумкин. ПИР .3 пневматик реледа амалга оширилиши мумкин бўлган буль функциялари тўпламини аниқлаймиз. Агар кириш сигналлари қийматлар қабул қилиши мумкинлигини ёки фақат маълум тарзда коммутацияланиши мумкинлиги ҳисобга олинса:

- а) $P_i = P_j$;
 б) $P_i = P_j = P_k$;
 в) $P_i = 1; P_j = 0$;
 г) $P_i = 1; P_j = 0; P_k = 0; (i, j, k = 1, 2, 3, 4; i \neq j \neq k)$;
 д) $P_i = 1; P_j = 1; P_k = 0$;
 е) $P_i = 0; P_j = 0$;

У ҳолда, буль функцияларининг умумий сони ушбу ифода бўйича аниқланади:

$$N = 2m + (2^2 + 1)c_m^2 + (2^3 + 1) \cdot c_m^3 + \dots + (2^{m-1} + 1)c_m^{m-1},$$

бу ерда, m – киришлар сони.

ПІР.3 реле учун киришлар сони тўртга тенг ва бинобарин, буль функцияларининг умумий сони 74 га тенг. Бу функцияларнинг бир қисми тривиал кўринишга эга. Улар биз учун қизиқиш уйғотмайди, чунки бу элементнинг мантиқий имкониятлари ҳақида гап боради. Шунинг учун, тўпламдан фақат нотривал буль функцияларини танлаб оламиз.

19.5-жадвал.

ПІР.3 реле киришларининг операторлар учун коммутацияси

Оператор белгиси	Операторнинг Буль функцияси	Киришлар ва қиймати ва уларнинг коммутацияси
$A_1(P_1, P_2, P_3, P_4)$	$P_1 \cdot P_2 \cdot V P_1 \cdot \overline{P_3} V \overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$	
$A_2(P_2, P_3, P_4)$	$P_2 V \overline{P_3} V P_4$	$P_1 \equiv 1$
$A_3(P_2, P_3, P_4)$	$\overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$	$P_1 \equiv 1$
$A_{4a}(P_1, P_3, P_4)$	$P_1 \overline{P_3} V P_3 \cdot P_4$	$P_2 \equiv 0$
$A_{4b}(A_1, P_2, P_4)$	$P_1 P_2 V \overline{P_1} \cdot P_4$	$P_3 \equiv 1$
$A_5(P_2, P_3, P_4)$	$P_2 P_3 V P_3 P_4$	$P_1 \equiv P_3$
$A_6(P_1, P_3, P_4)$	$P_1 V P_3 \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_2$
$A_7(P_1, P_2, P_3)$	$P_1 V \overline{P_2} \cdot P_3$	$P_3 \equiv P_4$ ёки $P_4 = P_1$
$A_8(P_1, P_2, P_3)$	$P_1 \cdot P_2 V P_1 \cdot \overline{P_3}$	$P_2 \equiv P_4$ ёки $P_4 = 0$
$A_9(P_1, P_2, P_4)$	$P_1 \cdot P_2 V P_1 \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_3$

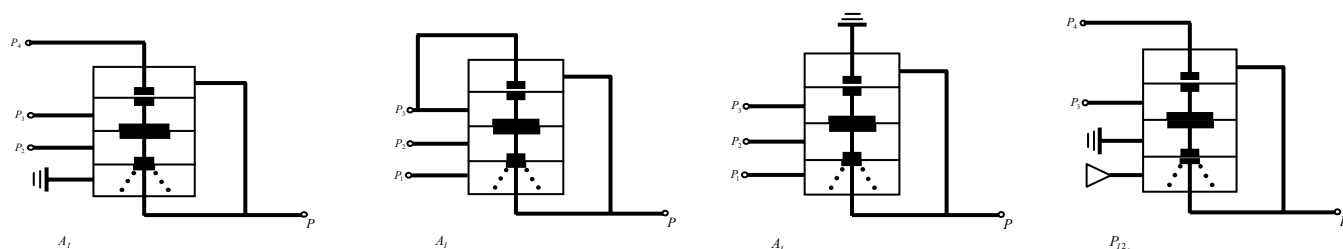
$A_{10a}(P_3, P_4)$	$P_3 \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_2 \equiv 0$
$A_{10b}(P_1, P_2)$	$P_1 \cdot P_2$	$P_3 \equiv 1, P_4 \equiv 0$
$A_{11a}(P_1, P_3)$	$P_1 \cdot \overline{P_3}$	$P_2 \equiv P_4 \equiv 0$
$A_{11b}(P_2, P_4)$	$\overline{P_2} \cdot P_4$	$P_1 \equiv 0, P_3 \equiv 1$
$A_{11c}(P_2, P_3)$	$\overline{P_2} \cdot P_3$	$P_1 \equiv 0, P_4 \equiv 1$
$A_{12a}(P_1, P_3)$	$P_1 \vee P_3$	$P_2 \equiv 0, P_4 \equiv 1$
$A_{12b}(P_2, P_4)$	$P_2 \vee P_4$	$P_1 \equiv P_3 \equiv 1$
$A_{12c}(P_2, P_3)$	$P_2 \vee \overline{P_3}$	$P_1 \equiv 1, P_4 \equiv 0$
$A_{12d}(P_3, P_4)$	$\overline{P_3} \vee P_4$	$P_1 \equiv 1, P_2 \equiv 0$
$A_{12e}(P_1, P_2)$	$P_1 \vee P_2$	$P_3 \equiv P_4 \equiv 1$
$A_{13a}(P_3)$	$\overline{P_3}$	$P_1 \equiv 1; P_2 \equiv P_4 \equiv 0,$
$A_{13b}(P_2)$	$\overline{P_2}$	$P_1 \equiv 0; P_3 \equiv P_4 \equiv 1.$

Ҳосил қилинган тўпламдан олинган ҳар бир буль функциясини оператори П1Р.3 деб атаймиз ва уни A_i ҳарфи билан белгилаймиз. Олинган ҳамма маълумотларни 19.5 –жадвалга ёзамиз.

19.11.расмда П1Р3 реле киришларининг A_3, A_7, A_{12} , операторлар учун коммутация схемаси келтирилган. П1Р3 киришлари қолган операторларни амалга ошириш учун ҳам худди шунга ўхшаш тарзда коммутацияланади.

Юқорида аниқланган A_i операторларнинг хоссаларини ифодалаймиз. Операторни $A_i (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)$ орқали белгилаймиз, бунда, i -оператор индекси (19.5-жадвалга қаранг). 20. киришлар сони (П1Р.3 учун $n = 4$).

1-хосса. A_i оператор аргументларининг ўрнини алмаштиришда у амалга оширадиган буль функциялари умумий ҳолда ўзаро бирига тенг эмас.



19.11.расм. П1Р.3 реле киришларининг A_1, A_2, A_3 операторлар учун коммутация схемаси.

Агар берилган операторнинг буль функциясини $F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ орқали белгиласак, у ҳолда бу хосса ҳар бир ρ_i учун $F(A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)) \neq F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ тарзида ёзилади.

Демак, оператор ёзувида аргументларни ёзиш тартиби муҳимдир. Бу хоссани мисолда тушунтирамиз. $A_{11a}(x_1x_2)$ оператор x_1x_1 мантиқий функцияни амалга оширади. $A_{11a}(x_2 \cdot x_1)$ оператор эса $\overline{x_2} \cdot x_1$ мантиқий функцияни амалга оширади, яъни бу функциялар ўзаро тенг эмас. П1Р.3 операторлар орасида аргументларининг ёзилиш тартиби фарқсиз бўладиганлари ҳам мавжуд.

2-хосса. П1Р.3 нинг A_i операторлари тўплами учун (19.5- жадвал) суперпозиция амали ўринлидир.

Агар буль функцияси $Z = F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ кўринишда ва $\rho_2 = A_i(\rho'_1, \rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)$ бўлса, у ҳолда $Z = F\rho_2 = \{A_i[\rho'_1, A(\rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)]\rho_3, \rho_4\}$ бўлади. Бу тасдиқ истаган p учун тўғридир.

Бу хоссани мисолда тушунтирамиз. Фараз қилайлик, мураккаб буль функцияси

$$Z = x_1x_3 \vee x_1x_3 \cdot x_4$$

кўринишга эга бўлсин. Агар 19.5- жадвални ва берилган буль ифодаси таққосланса, у ҳолда $x_1\overline{x_3}$ ва $x_1\overline{x_3}$ ҳадлар $A_{11a}(x_1x_2)$ ва $A_{11a}(x_1x_2)$ операторлар орқали амалга оширилади. Демак, суперпозиция принципига кўра бундай ёзиш мумкин:

$$Z = A_{11a}(x_1, x_3) \vee A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4$$

Мазкур ифодани таҳлил қилиб, у A_i оператор билан амалга оширилишини сезиш мумкин ва суперпозиция хоссасидан келиб чиқиб, охирида

$$Z = P_6[A_{11a}(x_1, x_3) \cdot A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4]$$

ни ёзиш мумкин.

3-хосса. Агар икки операторнинг индекслари, аргументлари ва ёзиш тартиби бир хил бўлса, у ҳолда улар эквивалент деб ҳисобланади.

Операторларни белгилашда аргументларни ёзишдаги маълум тартиб мазкур аргументлар билан оператор амалга оширадиган бўль функциясидаги уларнинг жойлашуви орасидаги мосликни бир қийматли қилади. Оператор билан у амалга оширадиган бўль функцияси орасида бир қийматли мослик мавжуд бўлгани учун A_i операторлар ва бўль функциясини аралаш ёзиш мумкин, яъни П1Р3 реле операторлари бўль функциясининг операторлари бўлиши мумкин.

Мантиқий бошқарув комбинацион қурилмасининг принципиал схемасини П1Р3 нинг кўп функционал мантиқий элементи асосида яшаш усулини умумий тарзда баён қиламиз. Бу усул қуйидаги тасдиққа асосланган. П1Р3 элементлари сонидан минимал фойдаланилган схема оптимал ҳисобланади. Бу шартни бажариш учун бўль функцияларининг дастлабки тизимининг юқорида аниқланган операторлар йиғиндисини шундай ифодалаш керакки, бунда дастлабки бўль функцияси ифодалари мутлақо бўлмасин. Бундай ўтиш бўль ифодалари комплексларини тегишли A_i операторлар билан 19.5-жадвалдаги маълумотларга асосан имкони бор алмаштиришларни қайта танлаш усули билан бажарилади. Бўль ифодалари 20.5-жадвалнинг 3-устунида келтирилган ва улар мураккаб бўль функцияларида осонгина бир хиллаштирилади.

Усулнинг имкониятларини бўль функциялари (19.18) тизимини техник амалга ошириш мисолида намоён қилиб кўрсатамиз. Бўль ифодаларини операторлар билан кетма-кет алмаштира бошлаймиз. Z_1 функция учун ораларида деярли фарқ бўлмаган A_{11a} , A_{11b} , A_{11c} операторлар тўғри келиши равшан. A_{11a} операторни танлаймиз: дастлабки бўль функциясида x_3 аргумент инверс бўлгани учун у аргументлар рўйхатида x_1 дан сўнг иккинчи бўлиб ёзилади ва функциянинг оператор ёзуви

$$Z_1 = A_{11a}(x_1, x_3)$$

кўринишга эга бўлади.

Z_2 функцияни амалга ошириш учун шунга ўхшаш оператордан фойдаланиш мумкин. Бироқ унда аргументлар рўйхатидан иккинчи бўлиб x_1 аргумент ёзилади, чунки у дастлабки буль функциясида инверсли:

$$Z_2 = A_{11a}(x_1, x_3)$$

Қолган буль функцияларининг (Z_5 ва Z_{ac} дан бошқа) оператор ёзувлари худди шу тарзда аниқланади. Z_5 ва Z_{ac} оператор шаклини аниқлаш жараёнини муфассалроқ қараб чиқамиз. Z_5 буль ифодасининг структурасини таҳлил қилиш 19.5-жадвалдаги буль ифодалари тизимида бунга ўхшаши мавжуд эмаслигини кўрсатади. Босқичли оператор шакл алмаштиришни бажарамиз. $Z_1 \cdot \overline{x_2}$ гуруҳ $A(Z_1 X_2)$ оператор томонидан амалга оширилиши мумкин: $A_{11a}(Z_1 X_2) \cdot \overline{x_4}$ гуруҳ ўз навбатида A_{11a} оператор томонидан амалга оширилиши мумкин ва функция пировардида бундай кўринишини олади:

$$Z_6 = A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2)x_4]$$

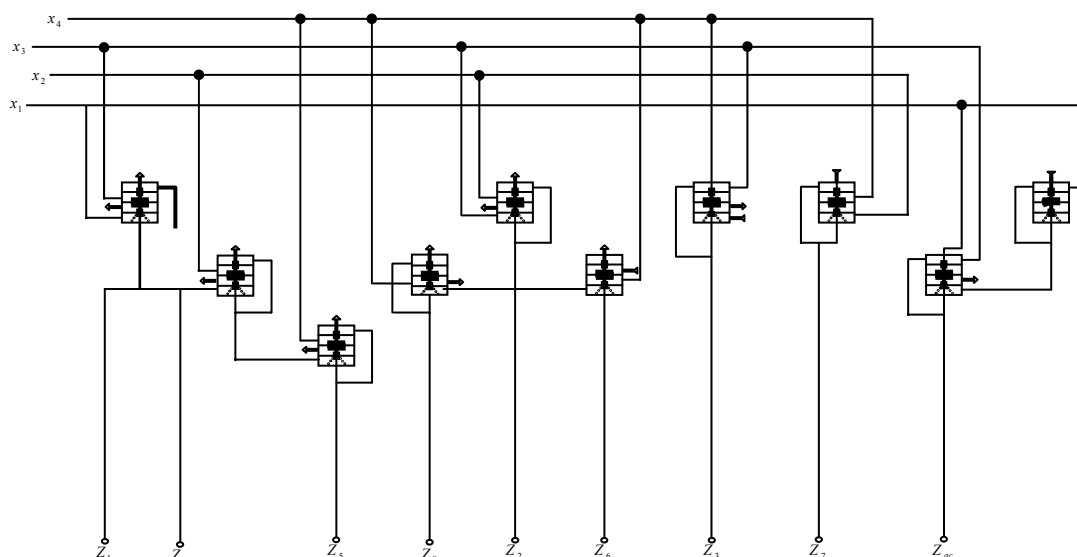
19.5- жадвалдаги буль ифодалари тизимида Z_{ac} функцияга ўхшаш структура йўқ. Бироқ $\overline{x_1} = A_{13a} \cdot (X_1)$ ўрнига қўйиш A_{4a} операторга мос келувчи жадвал структурасига олиб келади ва оператор шаклидаги буль функцияси бундай кўринишни олади:

$$Z_{ac} = A_{4a}[A_{12}(x_1), x_3, x_1].$$

Берилган услуб бўйича барча амалларни бажариб, ёғ-мой саноатида пахта мисцелласини филтрлашнинг даврий жараёнини бошқариш комбинацион схемасининг П1Р3 операторларининг якуний тизимини ҳосил қилиш мумкин:

$$\begin{aligned} Z_1 &= A_{11a}(x_1, x_3), \\ Z_2 &= A_{11a}(x_3, x_1), \\ Z_3 &= A_{12a}(x_3, x_4), \\ Z_4 &= Z_1, \\ Z_5 &= A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2), x_4], \\ Z_6 &= A_{10a}(Z_2, x_4), \\ Z_7 &= A_{12a}(x_2, x_4), \\ Z_8 &= A_{11a}(Z_2, x_4), \\ Z_{ac} &= A_{4a}[A_{13}(x_1), x_3, x_1]. \end{aligned}$$

Кўп функционал $\Pi P3$ мантий элемент асосидаги комбинацион автоматнинг принципл схемаси 19.12-расмда келтирилган. Зарур бир русумли элементлар сони 10 га тенг, ҳолбуки $BA \rightarrow \bar{E}KI \rightarrow \bar{I}\bar{Y}K$ базисида амалга ошириш 15 элемент бўлгандагина мумкин бўлар эди.



19.12-расм. Кўп функционал $\Pi P.3$ мантикий элемент асосидаги комбинацион автоматнинг принципл схемаси.

Шундай қилиб, мазкур усул бўйича куриш базисда амалга оширилгандагига қараганда камроқ элементга эга бўлган принципл схема ҳосил бўлади.

Юқорида қараб чиқилган комбинацион мантикий автоматлар нисбатан оддий бошқариш алгоритмларини амалга оширади, улар статик автоматлар синфига тегишли. Комбинацион автоматларни таҳлил ва синтез қилишнинг формаллаштирилган усуллари буль функциялари назариясига асосланади.

Бу математик аппарат ҳам динамик автоматларни таҳлил ва синтез қилишда кенг фойдаланилади, қуйида кўрсатилган.

19.4-§. ЧЕКЛИ АВТОМАТЛАР НАЗАРИЯСИ АСОСЛАРИ

Даврий жараёнларни автоматик бошқариш масалаларининг турли хиллиги фақат буль функцияси назарияси усуллари билангина ҳал қилинмайди. Шу маънода чекли автоматлар назарияси усуллари анча

қўлланишлидир. Услубий нуқтаи назардан чекли автоматлар комбинацион автоматларга қараганда анча кенг потенциал имкониятларга эга бўлган анча катта синфдир. Маълум чекланишлар ва йўл қўйишларда комбинацион автоматлар чекли автоматларнинг синфчаси бўлади.

Комбинацион схемалар ёрдамида тавсифлаш имкони бўлмаган бошқариш тизимларига бир қанча мисол қараб чиқамиз.

Мисол. Кўтаргичнинг электр двигателини бошқариш зарур. Двигатель бошқариш кнопкаси (БК) билан ишга туширилади. Охирги включатель (ўчиргич) (ЧВ) билан тўхтатилади. Кнопкадан келадиган сигнални X_1 билан, охирги ўчиргичдан келадиган сигнални X_2 билан, двигателга бўладиган таъсирни Z билан белгилаймиз. Бундай мослик ўрнатамиз: $X_1 = 1$ -кнопка берк (яъни уланган), $X_1 = 1$ -кнопка берк (яъни уланган), $X_1 = 0$ -кнопка узилган, $X_2=1$ -4В контакти уланган, $X_2=0$ -4В контакти узилган, $Z=1$ -двигателни ишга тушириш, $Z = 0$ -двигателни тўхтатиш. Тизим қуйидаги тарзда ишлайди. Фараз қилайлик, кўтаргич пастда жойлашган бўлсин: бу ҳолда БК, 4В контактлари узилган, яъни $X_2 = 0$ ва $X_1 = 0$. Агар бу ҳолатда БК га босилса ($X_1= 1$), кўтаргич двигатели уланади ($Z=1$). Агар шундан сўнг БК қўйиб юборилса ($X_1= 0$) ҳам двигатель уланганича қолади. Двигатель кўтаргич юқори чекка нуқтагача кўтарилгунча ва 4В контактини уламагунча ($X_2=1$) ишлаб туради, шунда двигателъ ўчади. БК ни такроран босиш билан двигатель ишга тушмайди. Тизим ишини 19.6- жадвал кўринишида ифодалаймиз.

19.6-жадвал.

Кўтаргич электр двигатели ишини кодлаш

Такт №	1	2	3	4	5	6
X_1	0	1	0	0	0	1
X_2	0	0	0	1	0	0
Z	0	1	1	0	0	0

Бу жадвални таҳлил қилишдан кўринадик, ўзгарувчиларнинг 1, 3, 5 тактлардаги $X_1 = 0$ ва $X_2 = 0$ кириш комбинациясига чиқиш катталигининг мос

равишда турли қийматлари $Z = 0, 1, 0$ мос келади. Бу ҳол кўтаргични бошқариш тизимини амалга ошириш учун комбинацион схемани қўллаб бўлмаслигидан далолат беради. Келтирилган мисолдан, кириш ўзгарувчиларининг айна бир комбинациясига чиқиш катталигининг турли хил қийматлари мос келадиган барча ҳолларда бошқа математик аппаратни қўллаш, хусусан чекли автоматлар назариясини қўллаш зарурлиги келиб чиқади.

Чекли автоматлар назариясининг асосий тушунчаларини киритамиз. Бизнинг фикримизча, ҳамма дискрет моделларни чекли автоматлар деб атаган мақсадга мувофиқ. Улар ўз навбатида хотирасиз (ёки комбинацион) чекли автоматларга ва хотирали (ёки изчил) чекли автоматларга бўлиниши мумкин. Олдинроқ биз асосий тушунчаларни киритдик ва хотирасиз (комбинацион) чекли автоматларни синтез қилишнинг баъзи масалаларини қараб чиқдик. Бу ерда биз хотирали чекли автоматларни қараб чиқамиз. Шунини айтиб ўтиш зарурки, «чекли автомат» атамаси аниқ, техник қўрилмани англатмайди, балки математик АБТтракция ҳисобланади (дискрет таъсир кўрсатиш тизимларида реал ҳодисаларни акс эттирувчи ҳақиқийликнинг маълум даражадаги математик модели).

Чекли автоматлар назариясининг икки модели фарқ қилинади: АБТтракт (мавҳум) ва структурали. Айна бир АБТтракт чекли автоматга бир нечта структурали чекли автомат мос келиши мумкин.

Хотирали чекли автоматни бундан кейин оддийгина чекли автомат деб, хотирасиз автоматларни эса комбинацион автоматлар деб атаймиз. Шунингдек, ҳамма кириш ва чиқиш ўзгарувчилари чекли тўпламда қиймат қабул қилади, деб ҳисоблаймиз. Аслида чекли автоматларнинг умумий назарияси тўплам элементлари қийматини чекламасада, амалий натижалар фақат икки хонали мантиқ учун олинганини таъкидлаб ўтиш керак.

Чекли автомат киришига сўзлар деб аталувчи иккили комбинациялар кўринишидаги ахборот узатилади. Тўплам алифбо деб аталади, унинг 0 ва 1 элементлари эса ҳарфлар дейилади. Ҳарфларнинг чекли тартибли кетма-кетлиги сўзни ташкил этади. Равшанки, кирувчи ва чиқувчи сўзлар мавжуд. Бу

ҳолда дискрет ахборотнинг ихтиёрий шакл алмаштириши кирувчи сўзлар тўплами f нинг чиқувчи сўзлар тўпламига бир қийматли аксланиши сифатида ифодаланиб, бунда, кирувчи ва чиқувчи сўзлар тўплamlари, одатда, ҳамма сўзлар тўплaмининг қисм тўплами бўлади. Истаган чекли автомат бир қийматли акслантиришни амалга оширади.

Чекли автоматни таърифлаймиз. Чекли автомат дискрет динамик тизим бўлгани учун у турли вақтда турли хил чекли ҳолатларда бўлиши мумкин. Уларни автоматнинг ҳолати деб атаймиз ва $y(t)$ орқали белгилаймиз. Чекли автомат – бу дискрет тизим бўлиб, унинг мазкур пайтдаги ҳолатлари ва чиқишлари қуйидаги тенгламалар билан тавсифланади:

$$\begin{cases} y(t) = \varphi[y(t-1), \rho(t)] \\ z(t) = \psi[y(t-1), \rho(t)] \end{cases} \quad (19.19)$$

$$\begin{aligned} \text{ёки} \quad & y(t) = \varphi[y(t-1), \rho(t)] \\ & z(t) = \psi[y(t)] \end{aligned} \quad (19.20)$$

(19.20) Бу ерда, t - дискрет вақт ($t = 0, 1, 2 \dots$).

(19.19) тенгламалар тизими билан тавсифланувчи автоматлар Мил автоматлари дейилса, (19.20) тенгламалар тизимлари билан тавсифланувчилари Мурнинг мунтазам автоматлари дейилади. Мил ва Мур автоматлари орасидаги асосий фарқ чиқишлар функцияларини аниқлашдан иборат бўлиб, айти пайтда уларнинг ҳолатлари, функциялари бир-бирига ўхшашдир. Мур автоматларида чиқишлар автоматнинг ҳолати билангина аниқланади.

Шундай қилиб, чекли автомат кириш сўзлари ва ҳолатлари тўплamlарини ҳолатлар ва чиқиш сўзлари тўпламига бир қийматли акслантиради. Равшанки, ҳолатлар тўплами ҳам иккили сўз кўринишида ифодаланиши мумкин. Чекли алифбо ва ҳолатлар сонида аниқланган сўзлар тўпламида ифодаланган (берилган) автомат аксланишлар чекли автомати дейилади.

Автоматни ифодалашнинг учта усули мавжуд: аналитик, жадвалли ва геометрик усуллар.

Аналитик ифодалаш усулини қараб чиқамиз. Агар қуйидаги объектлар маълум бўлса, яъни кирувчи сўзлар тўплами X , чиқувчи сўзлар тўплами Z ,

$x \setminus y$	y_1	y_2	$x \setminus y$	y_1	y_2
ρ_1	y_2	y_1	ρ_1	z_1	z_2
ρ_2	y_1	y_2	ρ_2	z_1	z_1

ҳолатларнинг чекли ҳолати y , элемент y_1 (бошланғич ҳолат деб айтилади) ва U тўпламни ўзига акслантириш (истаган $y \in U$ га ва кирувчи сўз $p \in X$ га $y_i \in U$ ҳолатлар ва чиқиш сўзи $y \in U$ мос қўйилади) маълум бўлса, чекли автомат берилган дейилади. Бу усул анча қўпол, чунки (кирувчи ва чиқувчи алифболарни беришдан ташқари) акслантиришларни чиқиш сўзларини кирувчи сўзлар ва ҳолатларининг мумкин бўлган ҳамма бирикмаларига мослаштириш жадвали кўринишида ифодалаш зарур.

Ифодалашнинг анча ихчам шакли жадвал шаклидир. Бу ҳолда чекли автомат ўтишлар ва чиқишлар жадваллари кўринишида ифодаланади.

Ўтишлар жадвалида устунлар автомат ҳолатларига, сатрлар эса киришларга мос келади. Тегишли сатр ва устуннинг кесишган жойида автоматнинг кириш таъсирида аввалиги ҳолатидан ўтиш ҳолати ёзилади.

Ўтишлар жадвалининг тузилишини ўтишлар ва чиқишлар жадвалари мисолида тушунтирамиз. Фараз қилайлик, автомат y_1 ҳолатда бўлсин, ρ_1 кириш таъсирида у y_2 ҳолатга, ρ_2 таъсирида эса y_1 ҳолатга ўтади. y_2 ҳолати учун ҳам худди шундай.

Чиқишлар жадвалида устунлар| автоматнинг ҳолатига, сатрлар эса киришларга мос келади. Жадвалнинг ўзига эса чиқишлар ёзилади. Одатда, чиқишлар жадвали Мили автомате учун ёзилади. Мили автомате учун у зарур эмас, чунки чиқиш автоматнинг ҳолати билан бир қийматли аниқланади.

Ўтишлар жадвали

Баъзан иккита жадвал ўрнига бир-бирига қўшилган ўтишлар жадвалидан фойдаланилади:

$x \setminus y$	y_1	y_2

ρ_1	y_2 / Z_2	y_1 / Z_2
ρ_2	y_1 / Z_1	y_2 / Z_1

Автоматни ифодалашнинг жадвал шаклининг ҳосиласи бирлашмаларнинг квадрат матрицаси бўлиб, унинг сатрлари аввалги ҳолатига, устунлари эса кейинги ҳолатига мос келади. Бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтишни чақирувчи киришлар матрицанинг элементлари ҳисобланади, қавс ичида тегишли чиқишлар кўрсатилади. Масалан, бизнинг мисол учун бирикмалар матрицаси бундай кўринишга эга:

$$R = y_1 \left\| \begin{array}{cc} y_1 \dots y_2 \dots \\ \rho_2(Z_1) \rho_1(Z_2) \\ \rho_1(Z_2) \rho_2(Z_1) \end{array} \right\|$$

Агар бир ҳолатдан бошқа ҳолатга баъзи ўтишлар бўлмаса, у ҳолда матрицанинг тегишли элементи нолга тенг бўлади.

Автоматни ифодалашнинг бошқа ихчам шакли геометрик усул бўлиб, бунда у граф шаклида тасвирланади.

Граф чўққилар тўплами ва бу чўққиларни туташтирувчи чизиқлар тўпламидан иборат. Йўналтирилган ва йўналтирилмаган графлар фарк қилинади. Агар чўққиларни туташтирувчи чизиқларда йўналиш кўрсатилган бўлса, у ҳолда граф йўналтирилган бўлади, агар йўналишнинг аҳамияти бўлмаса, у ҳолда граф йўналтирилмаган дейилади. Йўналтирилган графда чўққиларни туташтирувчи чизиқлар қирралар дейилади.

Йўналтирилган графнинг чўққиларига автоматнинг ҳолатлари тўпламини бир қийматли мослаб қўямиз. Ҳар бир қиррани мазкур ўтишни келтириб чиқувчи X_i кириш билан ва ўтиш натижасида ҳосил бўлувчи автомат чиқиши билан белгилаймиз. Ўзгарувчиларнинг маълум қийматлари бериладиган қирралари тортилган қирралар дейилади. Тортилган қиррал йўналтирилган граф графоид дейилади. Автоматнинг йўналтирилган графи инцидентиялари матрицаси бизга бирикмалар матрицасини беради.

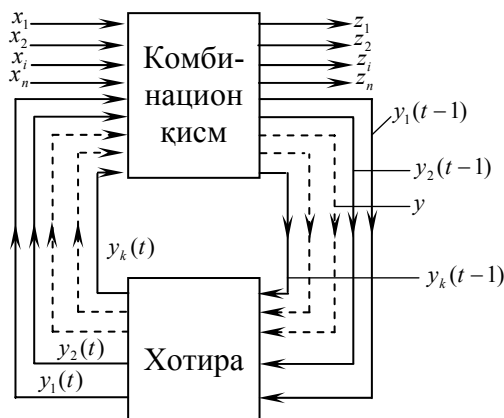
Чекли автоматлар назариясида таҳлил ва синтезнинг иккита асосий босқичи фарқ қилинади: АБТтракт (мавхум) ва структурали. АБТтракт босқич чекли автоматларни уни ифодалашнинг қараб чиқилган усуллари даражасида таҳлил синтез қилиш билан чегараланади. Бошқача айтганда, АБТтракт даражадаги синтез қилиш автомат ифодалангандан сўнг тугалланади. Бу босқичда мураккаб автоматларнинг изоморфизми ва деколиозициясини аниқлаш вазифалари билан боғлиқ умумуслубий муаммолар, шунингдек, тизим ишини сўз билан тавсифлаш асосида автоматларни ифодалашнинг формаллаштирилган услубларини аниқлаш билан боғлиқ умумуслубий муаммолар ҳал қилинади.

19.5-§. ЧЕКЛИ АВТОМАТЛАРНИ СТРУКТУРАЛИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ

Структурали синтез АБТтракт синтез натижаларига асосланган. Бу босқичнинг бошланиши автоматнинг жадвал, граф ёки аналитик ёзув кўринишида ифодаланиши ҳисобланади.

Схема кўринишидаги ихтиёрий чекли автомат иккита асосий: комбинацион ва хотира (айрим ҳолларда кечиктириш элементлари тўплами деб аталади) қисмларидан иборат (19.13-расм). Мур автоматининг асосий схемаси Мил автоматининг бу схемасидан бир оз фарқ қилади.

Келтирилган схемаларни таҳлил қилиш учун шуни кўрсатадики, уларнинг ишлатилиш (19.19) ва (19.20) тенгламалар тизимига тўлиқ бир қийматли мос келади.



19.13-расм. Мил чекли автоматининг асосий схемаси.

АБТтракт синтез қилиш босқичида асосий вазифалар қуйидагилардир: автоматнинг кириш ва чиқишларини аниқлаш, уларнинг иккала кодланишини аниқлаш, автомат ҳолатини аниқлаш ва ниҳоят автоматни ифодалаш. Демак, автоматнинг ҳолатлари сони маълум ва у

$$K \geq \log_2 k \quad (19.21)$$

ифода билан аниқланувувчи элементар автоматлар сифатини характерлайди, бу ерда, K — элементар автоматлар сони; k - автоматнинг ҳолатлари сони.

Элементар автоматлар сифатида қуйидаги қурилмалар қўлланилади: такт учун кечиктириш элементи; алоҳида киришли триггер; санок кириши бўлган триггер.

Структурали синтез босқичида автоматнинг комбинацион қисмининг структурасини (схемасини) аниқлаш масаласи ҳал қилинади. Чекли автоматни синтез қилишнинг кодоник усули деб аталувчи умумий тузилиш усулни қараб чиқамиз, бу усул ихтиёрий чекли автоматни амалга ошириш масаласини комбинацион схемани синтез қилишга олиб келишга имкон беради. Аниқроғи, вазифа элементар автоматнинг турини танлашдан ва мантикий элементларнинг бир-бири билан бирлашишининг шундай усулини топишдан иборатки, бунда автоматнинг структурали схемаси ўтишлар ва чиқишларнинг берилган жадвалларига мувофиқ ишлайди: бунда кодлаш бажариб бўлинган деб ҳисобланади.

Ўтиш ва чиқишлар кодланган жадвалларининг берилишини кўтаргични бошқариш тизимини синтез қилиш мисолида қараб чиқамиз. Бунинг учун тизимнинг иш шароитини шундай ўзгартирамизки, бунда улар аввалги мисолда аниқланганлардан фарқ қилсин. Изланаётган автоматнинг иккита чиқиши бор деб ҳисоблаймиз:

1) кўтаргичнинг юқорига ҳаракатини бошқариш кнопкасидан - x_2 ; 2) пастга ҳаракатини бошқариш кнопкасидан - x_2 . Кнопка берк бўлганда $x_i = 1$ узилганда - $x_i = 0$. Тизим қуйидаги ҳолатларда бўлиши мумкин: y_1 - кўтаргич пастга, y_2 —

кўтаргич юқорига ҳаракат қилади, y_3 - кутаргич юқорига, y_4 - кўтаргич пастга ҳаракат қилади. Автомат иккита чиқишга эга: l_1 - кўтариш двигатели ишлайди, l_2 - тушириш двигатели ишлайди, бунда, $l_i = 1$ улашни, $l_i = 0$ узишни англатади.

Автоматнинг киришига қуйидаги сўзлар узатилиши мумкин: ρ_1 - киришда ҳеч қандай сигнал йўқ, ρ_2 - кўтаргич туширилсин, ρ_3 - кўтаргич кўтарилсин. Автоматнинг чиқишида қуйидаги чиқиш сўзлари ҳосил бўлади: Z_1 - кўтариш двигатели улансин, Z_2 - тушириш двигатели улансин, Z_3 - иккала двигатель улансин.

Қурилма ишлашининг сўз билан ифодаланган тавсифидан у Мур автомати экани келиб чиқади. Ўтишларнинг қўшилган жадвали қуйидаги кўринишга эга:

$x \setminus y$	y_1	y_2	y_3	y_4
	Z_3	Z_1	Z_3	Z_2
p_1	y_1	y_2	Z_3	y_4
p_2	y_1	y_4	y_3	y_2
p_3	y_2	y_2	y_4	y_4

Бундан автомат тўртта ҳолатда бўлиши мумкинлиги келиб чиқади. Демак уни амалга ошириш иккита элементар автомат зарур уларнинг чиқишларини U_1 ва U_2 билан белгилаймиз. Бошланғич ҳолат учун y_1 ни қабул қиламиз. Автоматнинг ҳар бир ҳолатига элементар автоматлар чиқишларининг иккили комбинациясини бир қийматли мослаб қўямиз. Шундай қилиб, биз автоматнинг ички ҳолатларини кодладик. Бу босқичнинг аҳамияти жуда каттадир, чунки кодлашнинг жуда кўп вариантлари бўлиши мумкин ва уларнинг ҳар бири ўзнинг ишончлилиқ тавсифлари ва мураккаблиқ даражаси билан фарқ қилувчи автомат структурасини таъминлайди. 19.7-жадвалда кодлаш варианты келтирилган. Кириш сўзлари иккита кириш ўзгарувчилари X_1 ва X_2 билан кодланган бўлсин (19.8-жадвал).

Кодлаш варианты

y	U_1	U_2
y_1	0	0
y_2	0	1
y_3	1	0
y_4	1	1

Кириш ўзгарувчиларини кодлаш

X	X_1	X_2
p_1	0	0
p_2	0	1
p_3	1	0

Автоматнинг чиқишида учта сўз ҳосил бўлгани учун уларни иккита l_1 ва l_2 ўзгарувчи билан кодлаш мумкин. Бундай кодлаш натижаси 19.9-жадвалда кўрсатилган.

Чиқиш сўзлари ҳолатини кодлаш

Z	l_1	l_2
Z_1	1	0
Z_2	0	1
Z_3	0	0

Автоматнинг ўтиш жадваллари асосида (19.7-жадвал) кириш ва чиқиш сўзларининг ҳолатини кодлашни ҳисобга олган ҳолда (19.7, 19.8 ва 19.9-жадвал) ўтишларнинг кодланган жадвали (19.10-жадвал) тузилади.

Ўтишларнинг кодланган жадвали

X_1	X_2	$U_1(t-1)$	$U_2(t-1)$	$U_1(t)$	$U_2(t)$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1

У кодланган кўринишда элементар автоматлар U_1 ва U_2 нинг айна t пайтдаги ҳолатларининг кириш ўзгарувчилари X_1 ва X_2 нинг кодланган қийматларига ва элементар автоматларнинг олдинги пайт ($t-1$) даги ҳолатларига боғлиқлигини аниқлайди. Масалан, агар автомат 19.7-жадвалга мувофиқ y_2 ҳолатда турган бўлса, у ҳолда унинг киришига ρ_2 сўз киритилганда у ρ_4 ҳолатга ўтади. Бу ўтиш 19.10-жадвалнинг 6- сатрига мос келади, бу 19.7 ва 19.8- жадваллардан осонгина текширилади.

Кодланган чиқишлар жадвали умумий ҳолда ўтишлар жадвалига ўхшаш тузилади, бироқ автоматнинг t пайтдаги ҳолатлари ўрнига тегишли устунларда, 20.9-жадвални ҳисобга олган ҳолда, чиқишларнинг қийматлари ёзилади. Мур автоматлари учун у биров соддалашади. Улардаги чиқишлар фақат автоматнинг ҳолатларигагина боғлиқ бўлгани учун унда киришлар устунлари бўлмайди. Бизнинг мисолда чиқишларнинг кодланган жадвали қуйидаги кўринишда бўлади (19.11.жадвал).

19.11. жадвал

Чиқишларнинг кодланган жадвали

U_1	U_2	l_1	l_2
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

К

елтирилган жадваллар чекли автоматнинг структурасини ифодалашнинг каноник усули учун дастлабки жадваллар ҳисобланади. Мазкур усул қўлланилганда юз берадиган масалаларни кетма-кет қараб чиқамиз. Бу масалаларни ҳал қилиш усуллари кўтаргични бошқариш тизимини синтез қилиш мисолида кўрсатамиз.

Элементар автоматларнинг берилиши. Элементар автоматларга такт учун кечиктириш элемент, алоҳида ёки санок киришлари бўлган триггерлар ва уларнинг комбинациялари киради.

Элементар автоматлар, одатда, ўтишлар матрицалари билан берилади. Бундай берилиш усуллари қараб чиқамиз. Иккита барқарор ҳолатли элементар автоматларда ўтишларнинг фақат тўртта тури бўлиши мумкин: 0 дан 0 га, 0 дан 1 га, 1 дан 0 га, 1 дан 1 га. Бу ўтишларнинг ҳар бири учун элементар автоматнинг мазкур ўтишини вужудга келтирувчи кириш сигналлари мавжуд. Ўтишлар жадвали умумий ҳолда тўртта сатр ва n та устундан иборат (бунда n -элементар автоматнинг киришлари сони). Унинг элементлари 0,1 ва d символларидан иборат. Ихтиёрий элементар автоматнинг ўтишлар матрицаси

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \\ 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{cccc} C_1^1 & C_1^1 & \dots & C_n^1 \\ C_1^2 & C_2^2 & \dots & C_n^2 \\ C_1^3 & C_2^3 & \dots & C_n^3 \\ C_1^4 & C_2^4 & \dots & C_n^4 \end{array} \right\| \quad (19.22)$$

Агар бу элемент

$$V(t) = V(t-1)$$

тенглама билан тавсифланиши ҳисобга олинса, у осонгина ҳосил бўлади. Ҳисобли киришли триггернинг ўтишлар матрицаси бундай кўринишга эга:

$$\begin{array}{l|l|l|l} 0 \rightarrow 1 & 0 \\ 0 \rightarrow 0 & 1 \\ 1 \rightarrow 0 & 1 \\ 1 \rightarrow 1 & 0 \end{array} \quad (19.23)$$

Бу босқичнинг ўзида элементар автомат турини танлаш ёки уларнинг маълум комбинациясини танлаш амалга оширилади.

Ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвалини тузиш. Чекли автоматларни синтез қилишнинг каноник усулининг асосий ғояси шундан иборатки, у тескари алоқаларнинг фиктив (сохта) узилишини талаб қилди. У K та параллел бирлаштирилган элементар автоматдан иборат бўлиб, унда K (19.21) ифода бўйича ҳисобланади. Айни пайтга келиб, элементар автоматнинг тури танлангани учун, хотиранинг ишлаши ҳам маълумдир.

Автомат хотираси орқали тескари алоқанинг сохта узилиши автоматнинг комбинацион қисмини аниқлашга имкон беради. Бунинг учун ҳақиқийлик жадвалини тузиш зарур. Бундай жадвални ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали деб атаймиз. Мисолимиз учун у 20.12-жадвалда кўрсатилган. Кенгайтирилган жадвал бўйича олинадиган буль функциялари *элементар автоматларни уйғотиш функциялари* (ЭАУФ) деб аталади. Улар U_i элементар автоматнинг i - киришдаги кириш сигнаlining элементар автоматларнинг t пайтдаги ҳолатларига ва кириш сигналлари $x(t)$ га боғлиқлигини амалга оширади. 19.11-жадвални таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, бунда, чиқишлар функцияси комбинацион схема билан амалга оширилиши мумкин.

19.12- ж а д в а л

Ўтишларни кенгайтириб кодлаш

Тарт и б №	X_1	X_2	$U_1(t-1)$	$U_2(t-1)$	$U_1(t)$	$U_2(t)$	$U_{01}(t-1)$	$U_{11}(t-1)$	$U_{02}(t-1)$	$U_{12}(t-1)$
1	0	0	0	0	0	0	d	0	d	0

2	0	0	0	1	0	1	d	0	0	d
3	0	0	1	0	1	0	0	d	d	0
4	0	0	1	1	1	1	0	d	0	d
5	0	1	0	0	0	0	d	0	d	0
6	0	1	0	1	1	1	0	1	0	d
7	0	1	1	0	1	0	0	d	d	0
8	0	1	1	1	0	1	1	0	0	d
9	1	0	0	0	0	1	d	0	0	1
10	1	0	1	1	0	1	d	0	0	d
11	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
12	1	0	1	1	1	1	0	d	0	d

Элементар автомат сифатида кириши алоҳида бўлган триггерни танлаб оламиз. Тегишли ўтишлар матрицаси (19.23)да ёзилган, ўтишларнинг кенгайтирилган жадвалини тузишда ундан фойдаланилади. Бизнинг мисолда автомат тўртта ҳолатда бўлиши мумкинлиги учун, зарур элементар автоматлар сони 2 га тенг бўлади.

Ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали (19.12-жадвал) қуйидаги тарзда тузилади. Унга ўтишларнинг кодланган жадвали киради (19.10-жадвал). Кейин у элементар автоматга тегишли киришлари бўлган устунлар билан тўлдирлади. Бизда 2 та киришли 2 та элементар автомат бўлгани учун уларга тўртта устун мос келади (7, 8, 9, 10).

Бу матрицанинг C_l^i элемента элементар автоматнинг j - киришидаги кириш сигналини аниқлаб, унинг таъсирида матрицанинг i -сатрига мос келувчи ўтиш содир бўлади $C_l^i = 0(1)$ тенглик элементар автоматнинг j - киришига $0(1)$ сигнал узатилганда (19.22) матрицанинг t -сатрига мос келувчи ўтиш юз беришини аниқлатади. $C_l^i = d$ тенглик j - киришга истаган 0 ёки 1 сигнални узатиш элементар автоматнинг i -ўтишини содир этмаслигини аниқлатади.

Мисол тариқасида алоҳида киришли триггернинг ўтишлар матрицасини келтирамиз. Шу триггернинг ишлашини энг умумий кўринишда тавсифлаймиз.

Унинг иккита кириши ва иккита чиқиши бор: бирлик ва нолли, шу билан бирга, унинг чиқишлари бир-бири билан инверс. Триггер иккита барқарор ҳолатда бўлиши мумкин: 1-агар бирлик чиқиш 1 га тенг бўлса ва 0-агар у 0 га тенг бўлса (нол чиқиш учун эса — аксинча). Алоҳида киришли триггер бирлик ва нол киришларга эга. U_1 бирлик киришга 1 сигналнинг узатилиши триггерни бирлик ҳолатига ўтказди, 1 сигналнинг U_0 нол киришга узатилиши эса нол ҳолатга ўтказди. Агар триггер бирлик ҳолатида бўлса ва бирлик киришга истаган сигналлар узатилган бўлса, у ҳолда ўтишлар юз бермайди. Триггернинг ишлашини мазмунан караб чиқиш қуйидаги ўтишлар матричасини олишга имкон беради:

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \\ 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{l} d \ 0 \\ 0 \ 1 \\ 1 \ 0 \\ 0 \ d \end{array} \right\| \quad (19.24)$$

Такт учун кечиктириш элементи битта киришга эга мос келувчи ўтишлар матричаси бундай кўринишни олади:

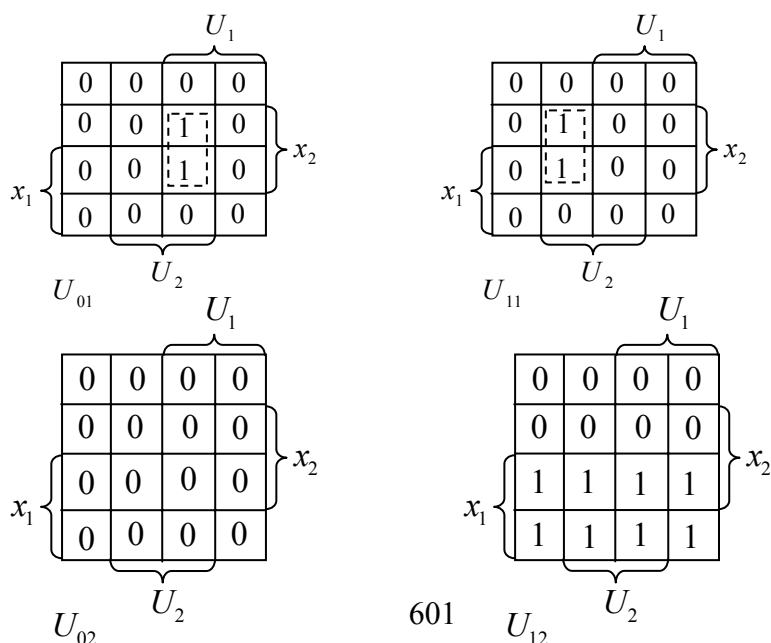
$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \\ 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right\|$$

Мазкур босқичдаги асосий вазифа шундан иборатки, элементар автоматнинг талаб қилинган ўтишларини таъминлай оладиган киришларнинг қийматларини аниқлашдир. Ўтишлар ўтишларнинг кодланган жадвалида (3, 4, 5, 6 устунлар) белгиланган. Киришларнинг қийматлари алоҳида киришли триггернинг (19.12-жадвал) матричаси бўйича аниқланади. Масалан, 19.12-жадвалнинг 1 сатрида триггерни (19.12-жадвал) ўтишлар матричаси бўйича $U_1(t-1) = 0$ дан $U_1(t) = 0$ га ўтишини амалга ошириш зарур. Бунинг учун триггернинг U_{11} киришига 0 сигналинини узатиш керак. U_{01} киришнинг ҳолати фарқсиз. U_1 триггер учун бундай ўтишлар 2, 5, 9 ва 10-сатрларда мавжуд бўлгани учун уларнинг 7,8 — устунлар билан кесишган жойида $U_{01}(t-1) = 0$ ва $U_{11}(t-1) = d$ деб ёзиб қўйиш керак. 3, 3, 7, 11 ва 12-сатрлар ўтишларга мос

келади, бинобарин, триггернинг (19.12-жадвал) ўтишлар матричасига биноан бу сатрларнинг 7,8-устунлар билан кесишиш жойида $U_{01}(t-1) = 0$ ва $U_{11}(t-1) = d$ деб ёзиб қўямиз. 6-сатрда ($0 \rightarrow 1$) ўтиш зарур, шунинг учун, тегишли кесишган жойида $U_{01}(t) = 0$ ва $U_{11}(t) = 1$ деб ёзамиз. Шу тарзда бутун кенгайтирилган кодланган ўтишлар жадвали тўлдириб борилади. Агар элементар автоматлар сифатида бошқалар танланган бўлса, у ҳолда танланган элементар автоматнинг турига мос келувчи ўтишлар матрицаларидан фойдаланиш лозим.

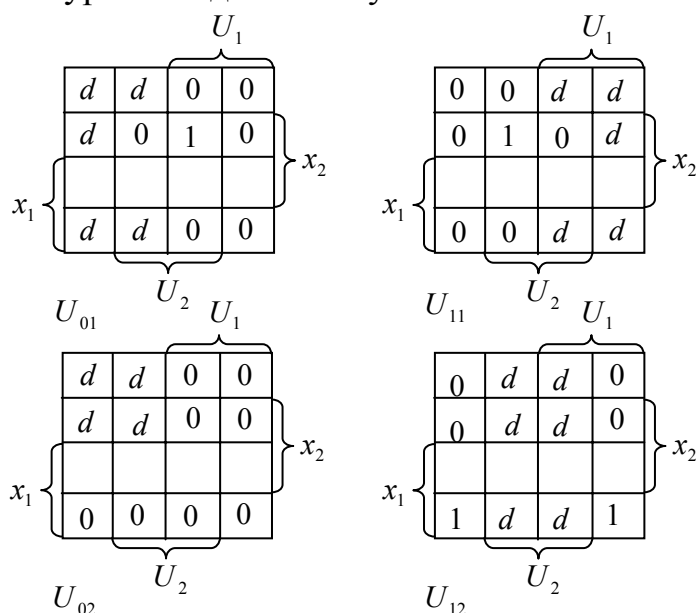
Автомат структурасини қуриш. ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали комбинациялашган схемаларни синтез қилишда тузиладиган ҳақиқийлик жадвалига мос келади. Чап томонига автоматга киришларга ва автоматнинг бундан олдинги пайтдаги ҳолатларига мос келувчи устунлар тааллуқли бўлади. Ўнг томонга танланган элементар автоматларнинг киришларга мос келувчи устунлар тааллуқли бўлади. Бу ҳолда э.а.у.у. (элементар автоматларни уйғотиш функцияси) бўлган буль функциялари тизимини ҳосил қилиш ва минималлаштириш учун Карно хариталаридан фойдаланамиз.

Бизнинг мисолимиз учун 19.11.жадвалга асосланиб, маълум усуликага кўра Карно хариталарини ясаймиз. 19.14-расмда кўрсатилган. Хариталарни қараб чиқишдан квадратларнинг бир қисми аниқланмаганлиги кўринади.



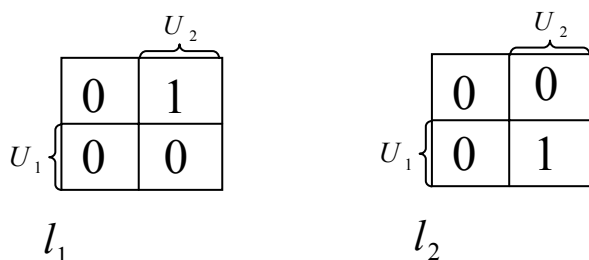
19.14-расм. Карно харитасининг берилиши.

Жумладан, 19.12-жадвалда ҳаммаси бўлиб 12 та сатр бор, тегишли харитада эса 16 та квадрат бор. Бундан ташқари, уйғотиш функциясининг қиймати аҳамиятга эга бўлмаган квадратлар мавжуд. ЭАУФ ни аниқлашда бу квадратлар шундай тарзда тўлдирладики, бунда, чекли буль функциялари минимал бўлиши керак. 19.15- расмда Карно хариталарини охиригача аниқлашнинг варианты кўрсатилган бўлиб, у ЭАУФ нинг минимал тизимини беради. Бу хариталар бўйича минимал ЭАУФ ни буль функцияларининг қуйидаги тизими кўринишида ёзиш мумкин:



19.15-расм. Карно хариталарини охиригача аниқлаш.

Шуни айтиб ўтиш керакки, охиригача аниқлашнинг мазкур вариантида U_{02} кириш айнан нолга тенг.



19.16-расм. Чиқиш функцияларининг Карно хариталари

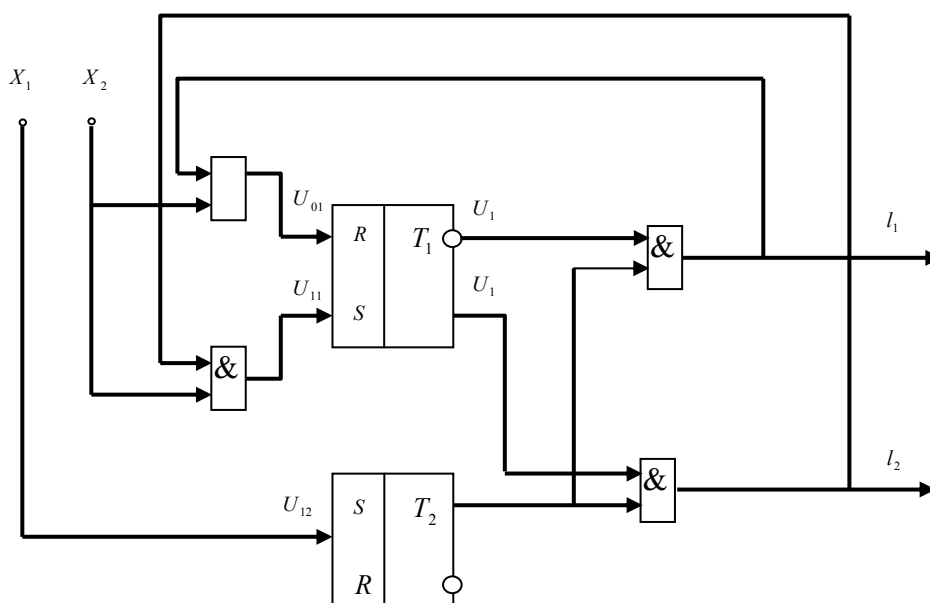
$$\begin{cases} U_{01} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{11} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{12} = X_1 \end{cases} \quad (19.25)$$

Чиқиш функцияларининг ҳосил қилиш принцип жиҳатдан э. а. у. ф.ни яшадан фарқ қилмайди. Агар синтез қилинаётган автомат Мили автомати бўлса, у ҳолда чиқишларнинг тегишли кодланган жадвалида чап қисмида автоматга киришлар ва $(t-1)$ пайтдаги ҳолатлар ёзилади, ўнг томонда киришларнинг иккили қийматлари ёзилади. Мур автоматлари учун чап томонда автоматнинг фақат $(t-1)$ пайтдаги ҳолатлари ёзилади. Бизнинг кодлашга оид мисолимизга жавоб берувчи чиқишлар жадвали 19.11-жадвалда кўрсатилган. Ўнга мос Карно хариталари 19.16-расмда кўрсатилган. Ҳосил қилинган чиқишлар функцияси бундай кўринишда бўлади:

$$\begin{cases} l_1 = \overline{U_1} \cdot \overline{U_2} \\ l_2 = U_1 \cdot U_2 \end{cases} \quad (19.26)$$

Элементар автоматларнинг кўпчилик қабул қилган (эътироф этган) шартли белгилашларни келтирамыз.

19.11 ва 19.12-жадваллар бўйича шартли белгиларни ҳисобга олган ҳолда (19.25), (19.26) буль функциялари тизимларини принципиал схемалар кўринишида тасвирлаймиз. Кўтаргични бошқариш тизимининг принципиал схемаси 19.17-расмда кўрсатилган. Схеманинг ишлаши самарали йўл билан осон тасвирланади, яъни агар дастлабки ҳолатни ифодалаб кейин кириш сўзлари узатилса, у ҳолда чиқишда ўтишлар ва чиқишлар жадвалига мос келувчи комбинацияларга эга



19.17-расм Кўтаргич билан бошқариш тизимининг принципиал схемаси.

бўламиз. Шунини айтиб ўтиш керакки, кўтаргичнинг четки юқориги ва пастки ҳолатларга етиши чекли ўчиргичлар билан қайд қиланади ва двигателнинг ўчирилиши мазкур бошқариш схемасидан автоном равишда юз беради.

Элементар автоматнинг турини танлаш. Элементар автоматнинг тури чекли автоматнинг умуман комбинацион қисмининг структураси ва мураккаблигини бир қийматли аниқлайди. Элементар автомат турининг структурага таъсир қилиши даражасини тезкор қурилмани синтез қилиш мисолида намойиш қилиб кўрсатамиз.

Кетма-кет тезкорлик қурилмасининг (КТҚ) ишлаш шартларини умумий кўринишда ёзамиз. КТҚ да битта кириш ва n та чиқиш бор. КТҚ n та барқарор ҳолатларда бўлиши мумкин, бунда, чиқишнинг фақат битта қиймати бирга тенг, қолганлари нолга тенг. КТҚ га киришни X билан, чиқиш z_i билан ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), ички ҳолатни y_2 билан ($j = 1, 2, 3, \dots, k$) белгилаймиз. КТҚ қуйидаги тарзда ишлайди. Киришга $x = 1$ сигнал узатилганда, агар тизим $z_i = 1$, қолганлари эса ноллар бўладиган ҳолатда бўлса, КТҚ нинг ишлашини қараб чиқишдан қурилманинг чиқишлари фақат ички ҳолатларга боғлиқлиги, демак, у Мурнинг чекли автомат модели билан тавсифланиши мумкинлиги кўринади.

Кириш сўзи $X = 0$ ни ρ_1 билан, $X = 1$ ни ρ_2 билан белгилаймиз. Шунингдек, чиқишлар ва ҳолатлар ўртасида қуйидаги мосликни ўрнатамиз. У ҳолатга $Z_1 = 1$ чиқиш, y_2 га $Z_2 = 1$ чиқиш мос келади ва ҳаказо. Усулнинг ҳамма усуллари $n = 8$ бўладиган ҳол учун бажарамиз. (19.21) ифодадан элементар автоматлар сони $k = \log_2 8 = 3$ га тенглиги келиб чиқади.

КТҚ ишлашининг умумий шароитлари ёзувидан ўтишлар жадвалини тузамиз (19.13- жадвал).

19.13-ж ад в а л

Ўтишлар жадвали

$x \setminus y$	y_1 Z_1	y_2 Z_2	y_3 Z_3	y_4 Z_4	y_5 Z_5	y_6 Z_6	y_7 Z_7	y_8 Z_8
p_1	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
p_2	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_1

Икки ҳолатларни кодлаш натижалари 20.14- жадвалда келтирилган.

19.14- ж а д в а л

Ички ҳолатларни кодлаш

$y \setminus U$	U_1	U_2	U_3
y_1	0	0	0
y_2	0	0	1
y_3	0	1	0
y_4	0	1	1
y_5	1	0	0
y_6	1	0	1
y_7	1	1	0
y_8	1	1	1

Элементар автоматларнинг учта тури учун ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвалини тузамиз: такт учун кечиктириш элементи, алоҳида киришли триггер санок киришли триггер. У 19.15-жадвалда кўрсатилган.

Бу жадвалнинг ўзига хос хусусияти шундаки, t пайтдаги ҳолатни кодлаш такт учун кечиктириш элементига киришлар билан мос тушади, бу унинг ишлашини мазмунан қараб чиқишдан ва тегишли ўтишлар матрицасидан келиб чиқади.

Такт учун кечиктириш элементи учун:

$$\begin{cases} U_1 = X \cdot \overline{U_1} \cdot \overline{U_2} \cdot \overline{\overline{U_3}} \vee XU_1U_2\overline{XU_1} \vee \overline{XU_1} \\ U_2 = X \cdot U_2\overline{U_3} \vee X\overline{U_2}U_3 \vee \overline{XU_2} \\ U_3 = X\overline{U_3} \vee \overline{X_3}U_3 \end{cases} \quad (19.27)$$

Алоҳида киришли триггер учун:

$$\begin{cases} U_{01} = XU_1U_2U_3 \\ U_{11} = X\overline{U}U_2U_3 \\ U_{01} = XU_2U_3 \\ U_{12} = X\overline{U_2}U_3 \\ U_{03} = XU_3 \\ U_{13} = X\overline{U_3} \end{cases} \quad (19.28)$$

Санок киришли трггер учун:

$$\begin{cases} U_1 = XU_2U_3 \\ U_2 = XU_3 \\ U_2 = X \end{cases} \quad (19.29)$$

(19.27), (19.28), (19.29) тенгламалардан санок киришли триггернинг элементар автомат сифатида қўлланиши минимал комбинацияланган қисмли структурани беради.

20. чиқишлар ҳоли учун индуктив равишда санок киришли триггерларнинг а.э.у.ф.ни КТҚ учун қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

19.15- ж а д в а л

Ўтишларни кенгайтириб кодлаш

Тартиб		Y1(t-1)	Y2(t-1)	Y3(t-1)	Такт учун кечикиш	Санок киришли	Алоҳида киришли триггер

имкониятларини кўрсатдик. Бироқ шуни таъкидлаб ўтиш керакки, чекли автоматлар назариясининг қўлланиш соҳаси шу билангина чекланиб қолмайди. У мураккаб тизимларни таҳлил қилиш ва синтез қилиш учун самарали усуллар беради.

19- БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Идемпотентик
2. Коммутативлик
3. Ассоциативлик
4. Дистрибутивлик
5. Инкор қилиш қонуни
6. Икки ёқламалик қонуни
7. Икки марта инкор қонуни
8. Нол элементлар
9. Бирлик элементлар
10. Чизиқли дрейф аппроксимацияси
11. Буль функцияси
12. Конъюнкция
13. Дизъюнкция
14. Карно харитаси

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Даврий технологик жараёнларни автоматли бошқаришда Буль алгебрасининг асосий қоидаларини санаб беринг
2. Буль функцияси ва унинг каноник шакли деганда нимани тушунаси
3. Функционал тўлиқ функция нима?
4. Карно харитаси нима ва унга таъриф беринг.
5. Элементар конъюнкция деганда нимани тушунаси?
6. Дизъюнктив нормал шакл деб нимага айтилади?
7. Чизиқли дрейф аппроксимациясининг қандай вариантлар мавжуд?

XX боб. АВТОМАТИКА ТИЗИМЛАРИНИНГ ИЖРО МЕХАНИЗМЛАРИ, РОСТЛАШ ОРГАНЛАРИ ВА ДАСТУРИЙ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

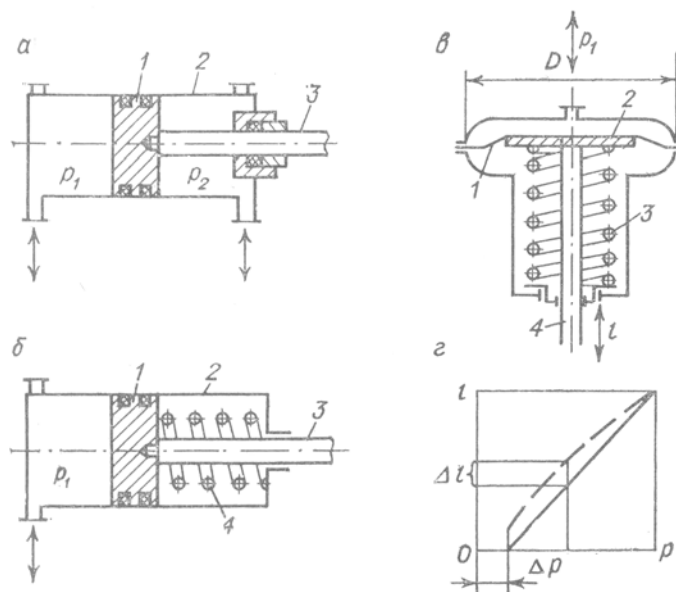
20.1-§. АВТОМАТИКА ТИЗИМЛАРИНИНГ ИЖРО МЕХАНИЗМЛАРИ ВА РОСТЛАШ ОРГАНЛАРИ

Автоматика қурилмалари (севроюритмалар) нинг ижро этувчи элементлари ростлаш ёки бошқариш органларига куч таъсирини бериш учун мўлжалланган. Ижро этувчи элементлар оддий амаллар (очиш – ёпиш)ини бажаргани каби мураккаброқ – кўп поғонали ёки пропорционал кўчиш амалларини ҳам бажариши мумкин.

Ижро элементларининг асосий кўрсаткичлари - қувват, тезлик ва чиқишда кучайтиришни ошириш бўйича кучайтириш коэффициенти, шунингдек, чизикли ва бурчак кўчиши катталиклари ҳисобланади. Чиқиш звеносининг ҳаракат турига кўра ижро механизмлари илгариланма – қайтма ва айланма ҳаракат қилувчиларга фарқланади. Биринчиси бир томонга, икки томонга ҳаракатланувчи юритмали (20.1 –расм) ва кўп айланишли гидромоторларга бўлинади.

Гидравлик ва пневматик ижро механизмлари ҳаракатланиш принципи (тамойили) ва конструкив расмийлаштирилиши бўйича жиддий (муҳим) фарқга эга эмас. Бироқ ишлаш муҳити (суюқ ва газ ҳолатдаги)нинг турли хоссалари сабабли алоҳида қисмлар бир қанча конструктив ўзига хосликларга эга. Ишлаш муҳитидан келиб чиқиб юритмаларнинг деталлари (корпус, поршен, шток, диафрагма ва бошқалар) учун материал танланади, шунингдек, зич ҳаракатланувчи деталлар констркуктив расмийлаштирилади. Иш муҳит сифатида мой хизмат қилувчи гидравлик ижро механизмларида зичлаштиришга бирикувчи деталларга (плунжер ва цилиндр) махсус силлиқлаш ишловларини бериш билан эришилади, кичик қовушқоклик ҳаво муҳитида ишловчи пневматик ижро механизмларида эса резинали халқалар ёки манжеталар

ишлатилади (бирок охиргиси гидравлик юритмаларда ҳам ишлатилиши мумкин).



20.1-расм. Ижро механизмлари.

a – поршенли икки томонлама ҳаракат; *б* – поршенли бир томонлама ҳаракат; *в* – мембранали; *г* – мембранали юритманинг статик тавсифи.

Икки томонлама ҳаракатланувчи поршенли ижро механизмлари 20. 1-расм, *a* да кўрсатилган. у ерда цилиндр икки томонга ҳаракатланувчи поршеннинг ҳаракати поршенга берилган ишчи суюқлик босимининг натижавий кучлари остида амалга, оширилади. Поршен ўнг томонга кўчишиши учун

$$p_1 F_1 \geq N + N_T + p_2 F_2 \quad (20.1)$$

бўлиши лозим, бу ерда, P_1 ва P_2 цилиндр бўшлиғидаги ишчи суюқликнинг босими; F_1 ва F_2 поршеннинг цилиндр бўшлиғига мос келувчи юзалари; N ва $N_{\text{ишқ}}$ шток 3 га берилган ташқи юкланиш ва механизмдаги ишқаланиш кучлари. Поршенга резинали ва тери ли манжет қўлланилганда икки томонлама ҳаракатланувчи ижро механизмлари учун,

$$N_T = N_M + N_C = \pi(Dh\mu_T + d_0 l_0 k_0) \quad (20.2)$$

бу ерда, D – цилиндрнинг диаметри; h – манжетанинг баландлиги; p – ишчи бўшлиқдаги босим; $\mu_{\text{ишқ}}$ – ишқаланиш коэффициенти (U симон шевронли ва чашкали манжетлар учун; резинадан бўлса $\mu_{\text{ишқ}} = 0,01$ ва теридан бўлса $\mu_{\text{ишқ}} = 0,075$); $d_{\text{и}}$ – штокнинг

диаметри; L_c – сальникли тиқманинг узунлиги; $k_{ишқ}$ – тиқманинг бирлик юзага тўғри келувчи ишқалиниш коэффициенти $K_{ишқ} = (1 \div 1,5) 10^5$ Па.

Бир томонга ҳаракатланувчи ижро механизмлари икки томонга ҳаракатланувчилардан пружиналар 4 нинг борлиги билан фарқ қилади (20.1-расм, б). Бу механизмларда

$$p_1 F_1 \geq N + N_T + N_n \quad (20.3)$$

бўлганда поршен ўнг томонга ҳаракатлана бошлайди, бу ерда, N_{20} пружинанинг сиқилиш кучланиши.

Мембранали ижро механизмлари (20.1,-расм, в) штокнинг ишчи кўчиши катта бўлмаганда қўлланилади. Гидравлик ва пневматик юритмаларда асосан қаттиқ марказ 2 ли мембрана 1 лар ишлатилади. Мембраналарнинг эластик қисмининг кенглиги одатда 0,1 Д га, иш йўлининг катталиги $-(0,15 \div 0,20)$ Д га тенг қилиб қабул қилинади. Мембранинг самарали майдонининг $P_{сам}$ ўртача қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$F_{yO} = \frac{\pi}{12} (D^2 + Dd + d^2) \quad (20.4)$$

бу ерда, D ва d – мос равишда мембрананинг тиқини ва қаттиқ марказнинг диаметрлари.

Мембранали юритманинг статик тавсифи 20. 1,2 расмда кўрсатилган. Туташ чизикда шток 4 нинг тўғри юриш йўли, узук чизикда эса – тескари юриш кўрсатилган. Рухсат этилган гистеризис ΔI штокнинг тўлиқ юриш йўлини 2% дан ошмаслиги керак. Штокнинг пастки бошланғич ҳаракати пружинанинг 3 бошланғич сиқилишига мос қилиб $\Delta p = (0,1 \div 0,2) \cdot 10^5$ Па да, охиргиси – $\Delta p = (0,9 \div 1) \cdot 10^5$ Па да амалга оширилади.

Агар мембранали ижро механизми штокида ишқаланиш кучи катта бўлса, унда унинг ишлаш сифати аҳамиятли даражада ёмонлашади. Бундай ҳолларда бошқариш тизимига позиционер киритилади (20.2 – расм). 0 дан $1 \cdot 10^5$ Па гача ўзгарувчи $P_{кр}$ бошқариш сигнали тезкар алоқа ричаги 3 га шток 2 билан боғланган сельифон 1 га узатилади. Кейинги боғланиш клапанли бошқариш қурилмаси 5 нинг золотлиги 4 билан ва мембранали ижро механизми 8 нинг штоки 7 билан амалга оширилади. Бошқариш қурилмаси 5 нинг камерасига

ҳаво $P_{лит}=(1,5\div 2)*10^5$ Па босим остида киради. Бошқариш қурилмаси 5 нинг камерасида ўрнатиладиган босим золотник 4

нинг ҳолатига боғлиқ бўлиб, ижро механизмининг мембранаси 6 га берилади. $P_{кр}$ босимнинг ҳар бир қийматига шток 7 нинг ҳар бир ҳолати мос келади, камера 5 даги босим ҳам ўтиш режимларида алмашади. Шундай қилиб, позиционер мембрана 6 даги ҳаво босимини оширувчи ёки камайтирувчи қўшимча импульслар ишлаб чиқаради.

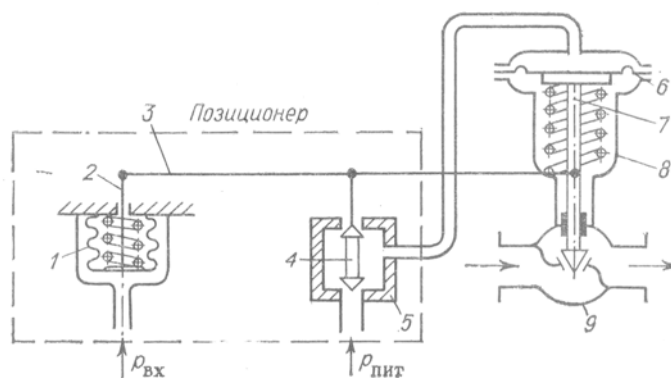
Кривошип – шатун типидagi айланма ҳаракат ижро механизмлари (20.3, 1а – расм) да цилиндр 2 даги поршен 1 нинг чизикли қўчиши шатун 3 кривошен 4 ёрдамида чиқиш вали 5 нинг 90° га тенг айланиш бурчагига айлантрилади. Штутер 6 гидротизимлардан ҳавони йўқотиш (чиқариш) учун хизмат қилади. Цилиндр 1 даги парракли ижро механизмида (20.3, 1б – расм) тўғри бурчакли паррак 2 вал 3 га маҳкам бириктирилган. Валга ичида зичловчи пленка 6 ўрнатилган тўсиқ 4 бириктирилган бўлиб пленка пружинани Валга қисиб туради. Шундай қилиб, цилиндрнинг ички соҳаси 2 камерага ажратилган. Паррак 2 нинг ён сиртига урилувчи $p_1 - p_2$ босимлар фарқи айлантриувчи моментни ҳосил қилади.

$$M = \frac{(p_1 - p_2)b}{8}(D^2 - d^2) \quad (20.5)$$

бу ерда, b , D ва d – мос равишда парракнинг кенглиги, цилиндрнинг диаметри ва чиқиш валини диаметри.

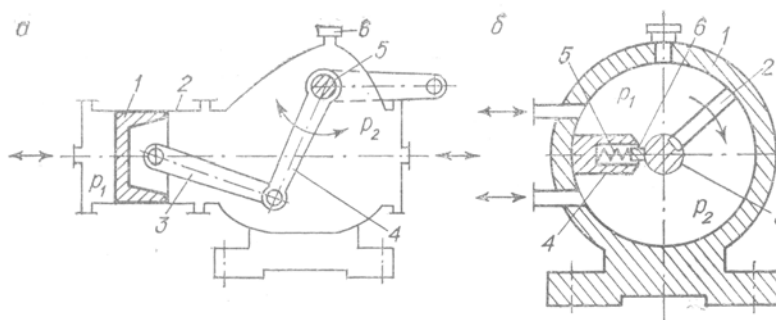
Парракли гидравлик ижро механизмларининг бурилиш бурчаги 300° га тенг.

Автоматик бошқариш тизимларида ростланаётган муҳит микдорини ўзгартирувчи ростлаш органлари сифатида турли дроселли қурилмалар, асосан ростлаш клапанлари (20.2 расм 9 –позиция), қопқоқ, Сурма клапан (20. 1 расм 5 позиция) ва жўмрақлар (20. 5 расм, 7 – позиция) қўлланилади. Ростлаш органидаги босимлар фарқи Δp унинг очиклик даражаси (ўртадаги кесим катталиги)га боғлиқ ҳолда ўзгаради ва у орқали муҳит сарфи аниқланади.



20. 2 расм. Позиционер

Ростлаш органини саралашда унинг тавсифини билиш лозим. Уч турда тавсифларга фаркланади: конструктив золотникнинг силжиши ва бунда очиладиган кесим юзасининг ўртасидаги боғлиқликни ифодалайди; идеал – клапандаги босимлар фарқи ўзгармас бўлганда золотникни силжиши ва ростланаётган муҳит сарфи ўртасидаги боғлиандаги босимлар фарқи ўзгарувчан (ишчи) бўлганда золотникнинг силжиши ва ростланаётган муҳит ўртасидаги боғлиқликни ифодалайди. Идеал тавсифлар турли ростлаш органларини солиштириш учун зарур. Идеал тавсиф конструктив нозизиқли бўлгандагина чизиқли бўлади ва аксинча. Ишчи тавсиф ҳаттоки идеал тавсиф чизиқли бўлганда ҳам нозизиқли бўлиши мумкин. Клапанларнинг тавсифлари нисбий бирликларда ифодалаш қабул қилинган. 20.5-расмда келтирилган $\mu=f(n)$ конструктив тавсифда $\mu=f/f_0$ ростлаш органининг нисбий ўтиш кесими; $n=h/h_0=\alpha/\alpha_0$ – ростлаш органининг очиқлик даражаси; F, h, α – ўтиш кесимининг жорий қиймати, ростлаш органи тўлиқ очик бўлгандаги ўтиш кесимининг максимал қиймати, йўли ва бурилиш бурчаги.



20.3 расм. Айланма ҳаракат ижро механизмлари:

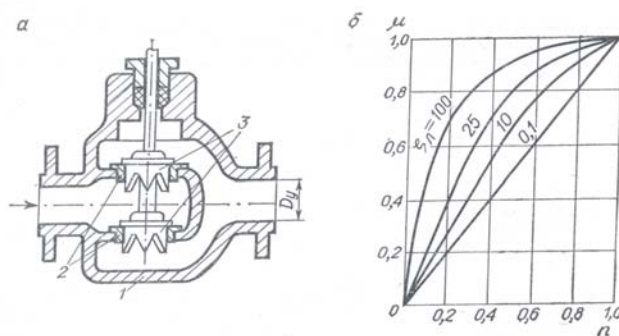
а – кривошип – шатунли; б – парракли.

Ростлаш органининг сарф тавсифлари (идеал ва ишчи) ростлаш органларининг гидравлик қаршилиги ξ_{oi} ва ξ_{π} чизқлар муносабатига боғлиқ.

20.4-расм, б да икки эгарли $D_y=20\text{мм}$ ростлаш клапанининг сарф тавсифи келтирилган. Графикдан кўришиб турбдики, ξ_{oi} маҳаллий қаршиликли клапаннинг сарф тавсифи μ дан оғиши, чизикқаршилиқ $\xi_{\pi k}$ канча ката бўлса шунча катта. Автоматик бошқариш тизимлари меъёрида ишлаши учун ростлаш органининг сарф тавсифи чизикқлига яқин бўлиши лозим. Сарф тавсифининг керакли шакли қуйидагича олинади:

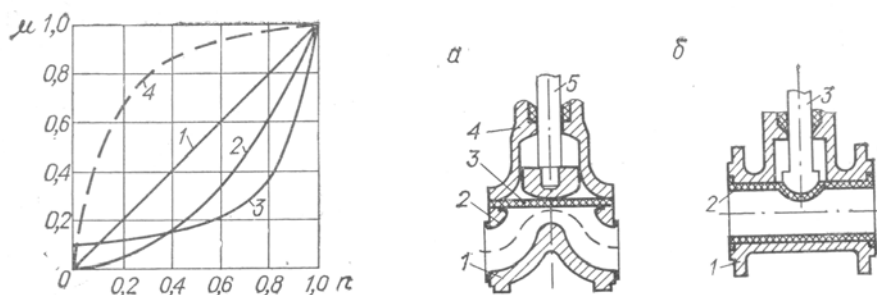
- а) ростлаш ороганининг ўлчамини танлаб (саралаб);
- б) ростлаш орган ива ижро механизмлари орасига мос чизикқли тавсифли оралик звено киритиб (кривошип, кулак ва шу кабилар).

Ростлаш клапанлари – ростлаш органларининг кенг тарқалган типии. Улар босим 1000 мм. сув. уст. дан юқори бўлганда газ, буғ ва суюқлик оқимларини ростлаш учун қўлланилади. Ростлаш клапанлари конструкциясига кўра бир эгарли (20.2 расм, 9 – позиция) ва икки эгарли (20. 4,а расм) ларга бўлинади. Бир эгарли клапанлар муҳит босимлар фарқининг золотникка таъсир этувчи итарувчи кучининг таъсирига учрайди ва ижро механизмнинг қувватини оширишини талаб қилади. Шунинг учун, бир эгарли клапанлар D_y (25 мм) гача дан ката бўлмаган ҳолда тайёрланади. Тақсимловчи икки эгарли клапан (20.4, а расм) корпус I ва унга преслаб ўрнатилган эгарлар 2, битта штокда тақсимланган ўтиш юзасини ёпувчи золотник 3 дан ташкил топган. Клапаннинг тавсифи кўндаланг кесим шакли (ёки плунжир профилидан) дан аниқланади ва турлича бўлиши мумкин (20.5 расм).



20.4-расм. Икки эгарли ростлаш клапани.
а-конструктив схемаси; б-сарф тавсифи ($\xi_{\pi o}=5\text{у/н}$).

Кучли кемирувчи ва ифлос суюқлик оқимларини ростлаш учун махсус конструкцияли клапанлар ишлатилади, масалан диафрагмали ва шлангли (20.5 расм). Диафрагмали клапаннинг корпуси 1 футерланган. Футерлаш учун кислотага чидамли эмаль, эбонит, винипласт, фторпласт ва шу кабилар ишлатилади. Резина, полиэтилен ёки фторопластдан тайёрланган диафрагма 3 ростлаш органи ҳисобланади. Диафрагмага шток 5 силжиганда диафрагма эглишини ўзгартирувчи кўзиқорин шаклидаги плунжир 4 таъсир кўрсатади. Шлангли клапан корпус 1 га флонецлар билан қистирилган шланг 2 дан иборат. Клапан кесимининг ўзгариши плунжир 3 нинг силжиши билан амалга оширилади. Шлангнинг материали – резина, гизтилен, фторопласт.



20.5 расм. Клапанларнинг конструктив тавсифлари.

1 – чизикли; 2 – параболик; 3 –логарифмик; 4 – тарелкали клапаннинг идеал тавсифи.

20.2-§. ДАСТУРИЙ-ТЕХНИК МАЖМУАЛАР ВА КОНТРОЛЛЕРЛАР

20.2.1. Дастурий-техник мажмуалар ва кўп вазифали контроллерлар

тўғрисида қисқача маълумотлар ва таснифи

Кибернетика фанининг асосчиси, америкалик математик Н.Винер XVIII аср соатлар асри, XIX аср буғ машиналари асри, ҳозирги пайт эса алоқа ва бошқариш асри деб таъкидлаган эди. «Замонамиз техникаси мураккаб комплекс тизимлардан фойдаланиш билан тавсифланиб, уларда инсон диққати ва

хотираси эриша олмайдиган тезлик ва аниқлик билан мувофиқлаштириш, бошқариш ва тартибга солишни талаб қилувчи жуда кўп сонли ва хилма хил моддий, энергетик ва ахборот оқимлари чирмашиб кетган. Бошқаришнинг бундай масалаларини амалга ошириш ҳисоблаш техникаси негизида фақат автоматлаштиришнинг техник воситаларидан фойдаланибгина бўлиши мумкин. Саноат автоматлаштириши компьютер тизимларининг технологик жараёнларни автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (ТЖАБТ) ривожланишини унча йирик босқичга ажратиш мумкин. ТЖАБТ ни яратишнинг биринчи босқичи биринчи авлод ЭХМ ларидан фойдаланиш билан боғлиқ, масалан, «Урал», «УМ-1», «Минск» каби ЭХМ лар. Иккинчи босқичда IBM, ЕС ЭХМ, мини компьютерлар (DEC, CM EHM ва б.) туридаги мейнфрэймлар қўлланилган эди. Бу босқичларда бошқариш тизимлари марказлашган тузилишга эга бўлиб, кўпинча реал вақт режимида етарлича тезкорлик ва ишлашни таъминлай олмасди. Ўша вақтдаги компьютерлар элемент базаси ва дастурий таъминоти мукамал бўлмагани сабабли ишончилиги паст эди, шу сабабли кўпинча ишдан чиқар эди. Микроэлектроникадаги муваффақиятлар, микропроцессорларнинг пайдо бўлиши 80-йилларнинг бошларида бошқариш тизимининг тузилиш техникасида инқилобий ўзгаришларни амалга оширди, саноат ишлаб чиқарадиган компьютерлаштиришнинг ва автоматлаштиришнинг мутлақо янги техник воситаларини яратишнинг учинчи босқичини очиб берди. Микропроцессорлар автоматлаштириш ва назоратнинг айрим воситалари таркибига кира бошлади. Айрим қурилмалар ўртасида маълумотларни рақамли узатиш ҳисоблаш тармоғини бошқариш тизимларини қуришга асос қилди. Маълумотларга ишлов беришнинг айрим қурилмалари орасидаги рақамли алоқани кўзда тутувчи янги тузилишдаги технологик жараённи бошқариш тизими марказлаштирилмаган - МТЖАБТ ёки тақсимланган - ТТЖАБТ деган номни олди.

XX асрнинг 70- ва 80- йилларида етакчи жаҳон автоматлаштириш воситалари ишлаб чиқарувчилари ТЖАБТ ни қуриш учун дастурли-аппаратурали воситалар тўпламини ишлаб чиқара бошладилар. Бундай

тўпламларнинг асосий белгилари уларнинг мослашувчанлиги, ягона тизимда фаолият кўрсата олиш қобилиятига эгаллиги, интерфейсларнинг стандартлаштирилиши бутун ТЖАБТ ни фақат мазкур тўплаш воситаларидан қуришга имкон берувчи функционал тўлалик. Бундай воситалар тўплами дастурий-техник мажмуалар (ДТМ) номини олди.

Замонавий ТЖАБТ ни яратишда жаҳон интеграцияси ва техник ечимларни унификациялаш кузатилмоқда. Ишлаб чиқарувчи фирмалар ўз имкониятларини бошқалардан яхшироқ қила олишларига қаратмоқдалар, бошқа соҳаларда энг яхши жаҳон ютуқларини ўзлаштириб, шу билан тизимли интеграторлар бўлиб қолмоқдалар. Замонавий бошқариш тизимларининг асосий талаби- бу тизимнинг очиклигидир. Агар тизим учун фойдаланиладиган маълумотлар форматлари ва тадбирлар (процедуралар) интерфейси аниқланган ва тавсифланган бўлса, бундай тизим очик деб ҳисобланади, бу эса унга «ташқи» мустақил ишлаб чиқилган компонентларни улаш имконини беради. IBM PC архитектураси автоматлаштириш соҳасида етакчи ўринни эгаллайди.

Кейинги йилларда автоматлаштиришнинг техник воситалари бозори тубдан ўзгарди. Автоматлаштириш воситалари ва тизимларини ишлаб чиқарувчи жуда кўп фирмалар яратилди. Машҳур асбобсозлик заводлари ишлаб чиқараётган маҳсулотлари номенклатурасини ўзгартирди. Автоматлаштиришнинг техник воситалари бозорида ишловчи тизимли интеграторлар- кўпгина маъсул фирмалар пайдо бўлди. 90-йилларнинг бошидан автоматлаштиришнинг техник воситаларини ишлаб чиқарувчи етакчи хорижий фирмалар ўз ваколатхоналари, фирмалари, қўшма корхоналари, фирма дилерлари орқали кўп мамлакатларига ўз маҳсулотларини кенг жорий қила бошладилар.

Замонавий бошқарув техникаси бозорининг жадал ривож ва тез ҳаракати автоматлаштиришнинг техник воситаларининг замонавий ҳолатини акс эттирувчи адабиётлар пайдо бўлишини талаб этади. Ҳозирги вақтда фирмаларни автоматлаштириш воситалари тўғрисидаги замонавий тарқоқ характерга эга ва асосан даврий матбуотда ёки I глобал INTERNET тармоғида

заводлар ва ишлаб чиқарувчиларнинг сайтларида ёки махсус ахборот порталларида, масалан, www.asupt.ru, www.mka.ru, www.industrialauto.ru да тақдим этилган.

Ҳозирги пайтда кўпчилик технологик жараёнларни автоматлаштириш универсал микропроцессорли контроллер воситалари негизида амалга оширилмоқда, уларни дастурий-техник мажмуа (ДТМ) деб аталади.

Дастурий-техник мажмуалар автоматлаштиришнинг микропроцессорли воситалари йиғиндисидан (микропроцессорли контроллерлар, объект билан алоқани ўрнатувчи мосламалари ОАЎМ), операторнинг дисплейли пультаари ва турли вазифаларни бажарувчи серверлар, саноат тармоқларидан иборат бўлиб, улар контроллерларнинг дастурий таъминотининг ва оператор дисплейли пультаарининг санаб ўтилган компонентларини боғлашга имкон беради. ДТМ биринчи навбатда, саноатнинг энг хилма-хил соҳаларида турли ахборот қувватига эга (ўнлаб қирувчи-чиқувчи сигналлардан юз мингтасигача) технологик жараёнларнинг тақсимланган бошқариш тизимларини яратиш учун мўлжалланган.

ДТМ ни 1970-йилларнинг охирларида бир қатор хорижий фирмалар (Honeywell, Faxboro, Yokogawa ва бошқалар.) сериялаб ишлаб чиқара бошлади. 1980-1990 йилларда Россияда ишлаб чиқарилган ДТМ лар пайдо бўлади (ПТК «период», ПТК-ТЛС, ПТК-PCY, МП-8000 М, МК-8000).

Кичик ўлчамли ва тез ишловчи микроконтроллерларни яратиш учун элемент асосининг яхшиланиши, бошқарувчи ҳисоблаш тармоқлари пухталигининг ортиши, саноат контроллерлари ва операторлар станциялари учун самарали дастурий таъминотнинг ишлаб чиқилиши ДТМ нинг кенг тарқалишига кўп жиҳатдан имконият яратди. Ҳозирги пайтда Россия бозорида, шу ерда ва хорижда ишлаб чиқилган юздан ортиқ ДТМ тарқалган. Россияда ишлаб чиқилганлар орасида Квинт, Сорган, КРУГ, Круиз, Дирижер, Технокант, Декант, ДТМ лари ажралиб туради.

ДТМ ни ишлаб чиқишда асос қилиб қўйиладиган умумлаштириш, бир хиллаштириш ва агрегатлаштириш тамойиллари мажмуанинг барча

элементларини, контроллерларни, ОАЎМ, операторнинг дисплейли пультларини, интерфейсларни ва тармоқ алмашуви протоколларини ва бошқаларни ҳам ҳисобга олганда, тўла мувофиқлигича эришишга имкон беради. Бундай ёндашув ТЖАБТ ни лойиҳалаш ва монтаж қилишга, ишга тушириш-созлаш ишларини ўтказишга кетадиган вақтни анча камайтиришга имкон беради.

Барча универсал микропроцессорли ДТМ лар синфларга ажратилиб, уларнинг ҳар бири бажариладиган вазифаларнинг маълум тўпламига ва бошқариш объекти тўғрисида олинаётган ва ишлов берилаётган ахборотнинг тегишли ҳажмига мўлжалланган.

20.2.1.1. Шахсий компьютер негизидаги контроллер (РС)

Бу йўналиш кейинги пайтда тубдан ривожланиди, бу биринчи навбатда қуйидаги сабаблар билан изоҳланади:

- РС нинг ишончилиликни ошириш;
- одатдаги ва саноатда ишлаб чиқарилган шахсий компьютерларнинг кўп модификациялари мавжудлиги билан;
- очиқ архитектурадан фойдаланиш;
- учинчи фирмалар ишлаб чиқараётган истаган кириш/чиқиш (ОАЎМ модуллари) блокларини улаш осонлиги;
- ишлаб тайёрланган дастурий таъминотнинг кенг номенклатурасидан фойдаланиш мумкинлиги (реал вақт операцион тизимлари, маълумотлар базаси, назорат қилиш ва бошқаришнинг татбиқий дастурлари пакетлари).

РС негизидаги контроллерлар, одатда, саноатда унча катта бўлмаган берк объектларни бошқариш учун, тиббиётда махсус автоматлаштириш тизимларида, илмий лабораторияларда, коммуникация воситаларида фойдаланилади. Бундай контроллернинг кириш-чиқишлари умумий сони одатда бир неча ўнликдан ошмайди, вазифалари тўплами эса бир нечта бошқарувчи таъсирларни ҳисобга олган ҳолда ўлчаш ахборотига мураккаб

ишлов беришни кўзда тутди. РС негизидаги контроллерларнинг рационал қўлланиш соҳасини қуйидаги шартлар билан изоҳлаш мумкин:

- бошқариш объектининг кириш ва чиқишлари унча кўп миқдорда бўлмаганда етарлича кичик вақт оралиғида катта ҳажмдаги ҳисоблаш бажарилади (қайта ҳисоблаш қуввати зарур);
- автоматлаштириш воситалари офисдаги шахсий компьютерларнинг ишлаш шароитидан кўп фарқ қилмайдиган атроф муҳитда ишлайди;
- контроллер амалга оширадиган вазифаларни (улар ностандарт бўлгани сабабли) махсус технологик тилларнинг бирида эмас, балки юқори даражадаги одатдаги дастурлаш тилида, C++, PASKAL ва ҳ.к. да дастурлаш мақсадга мувофиқдир;
- оддий контроллерлар таъминлайдиган киритик шароитларда ишни амалда кучли аппарат қўллаб-қувватлаш талаб қилинмайди. Бундай қўллаб-қувватлашнинг вазифаларига қуйидагилар киради: ҳисоблаш қурилмалари ишни чуқур ташхиси, автомат захиралаш чоралари, шу жумладан контроллерлар ишни тўхтатмасдан носозликларни бартараф этиш; автоматлаштириш тизими ишлаган вақтида дастурий компонентлар модификацияси ва ҳоказо.

РС негизида контроллер бозорида Ўзбекистонда қуйидаги компаниялар ишламоқда: Honeywell, Siemens, Emerson Electric, ABB, Allen Bradley, Ge Fanuc ва бошқалар.

20.2.1.2. Локал дастурланувчи контроллер (PLC)

Ҳозирги пайтда саноатда локал контроллерларни бир неча турлари фойдаланилади:

- қурилма ичига ўрнатиладиган ва унинг ажралмас қисми бўлиб ҳисобланган. Бундай контроллер Сонли Дастурий Бошқариш СДБ ли станокни бошқариш, замонавий интеллектуал аналитик асбобни, автомашинасини ва бошқа қурилмани бошқариш мумкин. У ромда махсус ғилоф (кожух) сиз ишлаб чиқарилади, чунки қурилманинг умумий корпусига монтаж қилинади.

- автоном (алоҳида), унча катта бўлмаган етарлича изоляцияланган технологик объектни, масалан, туман қозонхоналари, электр нимстанцияларини назорат ва бошқариш вазифаларини амалга ошириш. Автоном контроллерлар атроф муҳитнинг турли хил шароитларини мўлжалланган ҳимояланган корпусга жойлашган. Деярли доим бу контроллерлар «нуқта-нуқта» режимида бошқа аппаратура ва интерфейсларга уланиш учун портларга эга бўлиб, улар тармоқ орқали уларни бошқа автоматлаштириш воситалари билан боғлаши мумкин. Контроллерларга алфавит-рақамли дисплей ва функционал клавишалар тўпламидан иборат махсус интерфейс панели оператори билан ўрнатилади ёки унга уланади.

Мазкур синф контроллерлари, одатда, унча катта бўлмаган ёки ўртача ҳисоблаш қувватига эга. Қувват процессорнинг ҳона依илигига ва частотасига, шунингдек, оператив, доимий хотираси ҳажмига боғлиқ бўлган комплекс тавсифдан иборат.

Локал контроллерлар кўпинча датчиклардан ва ижрочи механизмлардан келаётган ўнлаб кириш-чиқишларга эга.

Контроллерлар ўлчаш ахборотга ишлов бериш, блокировкалаш, ростлаш ва дастурий-мантикий бошқариш каби энг оддий умумий вазифаларни амалга оширади. Уларнинг кўпчилигида ахборотни бошқа автоматлаштириш тизимларига узатиш учун битта ёки бир нечта табиий портлари бўлади.

Бу синфда аварияга қарши ҳимоялаш тизими учун мўлжалланган локал контроллерларнинг махсус турини ажратиб кўрсатиш лозим. Улар айниқса юқори пухталиги, тўлиқлиги ва тез ишлаши билан ажралиб туради. Уларда носозликларни алоҳида платаларга локаллаштириш билан тўла жорий ташхис қилишнинг турли хил вариантлари, айрим компонентларини ҳам, умуман бутун қурилмани ҳам захиралаш кўзда тутилади.

Захиралашнинг қуйидаги усуллари энг кўп тарқалган:

- айрим компонентлар ва ёки умуман контроллерларни иссиқ захираси (тест ишчи контроллердан ўтмаганда бошқарув иккинчи контроллерга ўтади);
- гуруҳни ташкил қилувчи барча контроллерларнинг сигналларга ишлов бериш натижаларига кўра, асосий компонентларнинг ёки умуман контроллернинг «овоз бериш» билан ўлчаниши (чиқиш сигнали учун гуруҳдаги кўпчилик контроллерлар берган сигнал қабул қилинади, бошқача натижа берган контроллер эса носоз деб эълон қилинади);
- «жуфт ва захира» тамойили бўйича ишлаш. Бир жуфт контроллер натижаларга «овоз бериш» билан параллел ишлайди ва худди шунга ўхшаш жуфт қайноқ захирада туради. Биринчи жуфтликнинг иш натижаларини фарқ аниқланса, бошқарув иккинчи жуфтга ўтади; биринчи жуфт тест синовидан ўтказилади ва ёки тасодифий бузилиш мавжудлиги аниқланади ва бошқарув биринчи жуфтга қайтарилади, ёки носозлик ташхис қилинади (текширилади) ва бошқарув иккинчи жуфтликда қолади.

20.2.1.3. Контроллерларнинг тармоқ мажмуаси (PLC, NETWORK)

Тармоқ ДТМ лари барча саноат тармоқларидан ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш учун жуда кенг миқёсида қўлланилади. Мазкур синфдаги ДТМ нинг минимал таркиби қуйидаги компонентларнинг бўлишини назарда тутлади:

- контроллерлар тўплаш;
- бир нечта операторларнинг дисплейли ишчи станциялари;
- контроллерларни бир-бири билан ва контроллерларни ишчи станциялар билан бириктирувчи тизимли (саноат) тармоғи.

Ҳар бир тармоқ мажмуидаги контроллерлар, одатда бир-биридан тез ишлаши, хотира ҳажми, захиралаш бўйича имкониятлари, атроф муҳитнинг турли хил шароитларида ишлаш қобилияти, кириш-чиқиш каналлари сони билан фарқ қилувчи бир қатор модификацияга эга. Бу тармоқ мажмуасидан турли хил технологик объектлар учун фойдаланишни енгиллаштиришда, чунки

контроллерларни автоматлаштирилган объектнинг айрим элементларига ва назорат ҳамда бошқаришнинг турлари вазифаларига мослаб янада аниқ танлаб олишга имкон беради. Дисплейли ишчи станциялар (оператор пультаи) сифатида деярли ҳар доим одатдаги ёки саноатда ишлаб чиқарилган, кўпинча икки хилдаги клавиатуралар (анъанавий алфавитли-рақамли ва махсус вазифали) ҳамда катта экранга эга бўлган бир ёки бир нечта мониторлар билан жихозланган шахсий компьютерлардан фойдаланилади.

Саноат тармоғи турли хил тузилишга эга бўлиши мумкин: умумий шинали, халқасмон, юлдузча, у кўпинча ўзаро такрорлагич ва маршрутизаторлар билан боғланган сегментларга бўлинади. Хабарларни узатишга қатъий талаб қўйилади: улар кафолатланган ҳолда адресатга етказиб берилиши, юқори устуворликдаги хабарлар учун эса, масалан, авариялар тўғрисида огоҳлантирувчи хабарлар учун ҳам хабарларни узатишнинг кўрсатилган муддатини таъминлаш лозим. ДТМ нинг бу синфида фазонинг катта соҳасида тақсимланган объектларни автоматлаштириш учун мўжалланган контроллерларнинг тармоқ мажмуасининг телемеханик тури ажратиб олинади.

Ўзига хос тузилмага эга бўлган саноат тармоғи ва алоҳида физик (жисмоний) алоқа каналлари (радиоканаллар, ажратилган телефон симлари, толали кабеллар) бир биридан кўплаб ўнлаб километр масофада турган объект узелларини интеграциялашга (бирлаштиришга) имкон беради. Контроллерлар тармоқ мажмуаларининг қурилаётган синфи бажараётган вазифаларининг мураккаблиги бўйича ҳам (ўлчашлар, назорат, ҳисобга олиш, тартибга солиш ва блокировка), автоматлаштирилаётган объектнинг ҳажми бўйича ҳам (ўлчанаётган ва назорат қилинаётган мингта катталик доирасида) юқоридан чеклашларга эга. Кўпинча тармоқ мажмуалари машинасозлик заводлари цехлари, нефтни қайта ишловчи, нефткимёси ва кимё саноати агрегатлари, шунингдек озиқ-овқат саноати корхоналари цехлари доирасида қўлланилади. Контроллерларнинг телемеханик тармоқ мажмуалари газ ва нефт қувурларини, электр тармоқларини, транспорт тизимларини бошқариш учун фойдаланилади.

20.2.1.4. Тақсимланган кичик масштабли бошқариш тизимлари (DCS, SMOLLER, SCALE)

Микропроцессорни ДТМ ларнинг бу синфи бажараётган вазифаларнинг қуввати ва мураккаблигига кўра контроллерларнинг кўпчилик тармоқ мажмуаларидан устун туради. Умуман, бу сонда автоматлаштирилган ишлаб чиқариш хажми бўйича (ўн минглаб атрофида назорат қилинадиган параметрлар) ва амалга оширадиган вазифалари тўплами бўйича бир қатор чекланишларга эга. Олдинги сифатга нисбатан асосий фарқлари қуйдагилардан иборат: контроллерлар модификацияларининг анча хилма-хиллиги, кириш, чиқиш блокларининг хилма- хиллиги, марказий процессорларнинг қуввати катталиги, тармоқ тузилмаси кўпроқ ривожланган ва тармоқ тузилмаси анча эгилувчан. Одатда, бу синфдаги ДТМ ривожланган кўп сатҳли тармоқли тузилмага эга. Жумладан, пастки сатҳ (даража) компакт жойлашган технологик узелнинг ишчи станцияси ва контроллерларнинг алоқасини бажариши мумкин, юқори сатҳ эса бир неча узелларнинг бир-бири билан ва ишлаб чиқаришнинг бутун автоматлаштирилган участкаси диспетчерининг ишчи станцияси билан ўзаро алоқани қўллаб қувватлаш мумкин. Юқори сатҳда (операторларнинг ишчи станциялари даражасида) бу мажмуалар кўп жиҳатдан етарлича ривожланган ахборот тармоғига эга.

Айрим ҳолларда тармоқ тузилмасини кенгайтириш айрим контроллерларни улардан узоқлашган киритиш-чиқариш блоклари ва интеллектуал асбоблар билан бирлаштирувчи стандарт рақамли ташқи ҳудуд (полевой) тармоқларини қўлланиш йўналишида бормоқда. Бундай оддий ва арзон тармоқ симларнинг бир жуфт ўрами бўйича контроллерларни интеллектуал ташқи ҳудуд асбоблари тўплами билан улайди, бу эса корхонада кабель тармоқлари узунлигини кескин камайтиради ва бўлиши мумкин бўладиган ҳолатларини камайтиради, чунки милливольтли аналог ахборотни

узоқ масофаларга узатиш истисно қилинади. Бу воситалар синфида қўлланиладиган контроллерларнинг қувватини назорат қилиш ва бошқаришнинг умумий вазифаларига қўшимча равишда янада мураккаб ва ҳажмдор бошқариш алгоритмларини (масалан, ростлаш алгоритмларини ўзи созлаш, адаптив бошқариш) амалга ошириш имконини беради. Кичик масштабли тақсимланган бошқариш тизимлари саноатнинг узлуксиз тармоқларининг айрим ўрта ва йирик технологик объектларини, шунингдек дискрет ишлаб чиқариш цехлари ва участкаларини ҳамда қора ва рангли металлургия заводлари цехларини автоматлаштириш учун фойдаланилади.

20.2.1.5. Тўла масштабли тақсимланган бошқариш тизимлари (DCS, FULLSCALE)

Бу имкониятлар ва ишлаб чиқаришни қамраб олиш бўйича, на ишлаб чиқаришда бажариладиган вазифалари бўйича, на автоматлаштирилувчи ишлаб чиқариш объектларининг ҳажми бўйича амалда чегара эга бўлмайдиган контроллер воситалари синфидир. Битта шундай тизимдан бутун бир йирик масштабли корхонанинг ишлаб чиқариш фаолиятини автоматлаштириш учун фойдаланиш мумкин. Тавсифланаётган ДТМ гуруҳи санаб ўтилган контроллер воситаларининг барча хусусиятларини ўз ичига олади ва қўшимча равишда улардан фойдаланиш имкониятларига таъсир этувчи бир қатор ҳоссаларга эга:

- уч сатҳнинг: ахборот, тизимли ва дала сатҳининг ажратилишини кўзда тутувчи ривожланган кўп сатҳли тармоқ тузилмасининг мавжудлиги, бунда алоҳида сатҳларни ташкил этиш учун тармоқларни қуришнинг турлича вариантлари фойдаланиши мумкин;
- корхонанинг корпоратив тармоғига, бизнес жараёнларни бошқариш тизимига, глобал интернет тармоғига, шунингдек, интеллектуал асбоблар даражасига чиқиш;
- кириш-чиқишлар сони, тез ишлатилиши, турли хилдаги хотира ҳажми, захиралаш бўйича имкониятлари, аналог ва дискрет сигналларнинг барча турларига ўрнатилган ва узоқлаштирилган кириш-чиқиш интеллектуал

блокларининг мавжудлиги бўйича фарқланувчи, қўлланилаётган контроллерларнинг кенг моделлар катори;

- ишчи станцияларининг кенг диапазони;
- таркибига қуйидагилар кирган кучли замонавий дастурий таъминотнинг мавжудлиги:

а) бошқаларнинг турли даражаларда қуришининг ҳар хил вариантларни кўзда тутувчи бошқариш тизимли операторлар интерфейслари;

б) назорат қилиш вазифаларини ҳал қилиш, мантиқий бошқариш ва тартибга солиш учун умумий дастурий модулларининг ҳажмдор кутубхоналари бўлган технологик тиллар тўплами;

в) алоҳида агрегатларни бошқаришнинг умумий вазифаларини, ишлаб чиқариш участкаларини диспетчерлик бошқаришни, умуман ишлаб чиқаришни техник ҳисобга олиниши ва режалаштиришни амалга оширувчи универсал амалий дастурлар пакети;

г) автоматлаштириш тизими ишлаб чиқиш учун автоматлаштирилган лойиҳа ва конструкторлик хужжатлари айланмаси тизимлари.

20.2.2. Дастурий-техник мажмуаларнинг функционал таркиби

Ҳозирги пайтда саноат автоматлаштириши бозорида ҳам мамлакатимиз, ҳам хорижий ишлаб чиқарувчиларнинг бир неча юздан ортиқ энг хилма-хил ДТМлари мавжуд. Уларнинг барчаси ўз тузилиши, ахборот қуввати, фойдаланиш тавсифлари (ҳароратлар, намлик оралиғи, портлаш ва ёнғин чиқиш ҳавфи бўлган ишлаб чиқаришда фойдаланиш имконияти), қиймати ва бошқалар билан фарқланади.

Мавжуд ДТМларнинг хилма-хиллигига қарамай, уларнинг кўпчилигига хос бўлган бир қанча функционал элементларни ажратиб кўрсатиши мумкин:

- саноат тармоқлари;
- дастурланувчи мантиқий контроллерлар ёки РС негизидаги контроллерлар, объектли интеллектуал алоқа қурилмалари;
- турли хил вазифани бажарувчи ишчи станциялар ва серверлар;

- амалий (татбиқий) дастурий таъминот.

ДТМ тузилмаси биринчи навбатда мажмуанинг алоҳида компонентлари (контроллерлар, оператор пульталари), узоқлаштирилган киритиш-чиқариш блокларининг ўзаро алоқаси воситалари ва тавсифлари билан, яъни тармоқ имкониятлари билан белгиланади. ДТМ тузилмаларининг қулайлиги ва хилма-хиллиги қуйидагиларга боғлиқ:

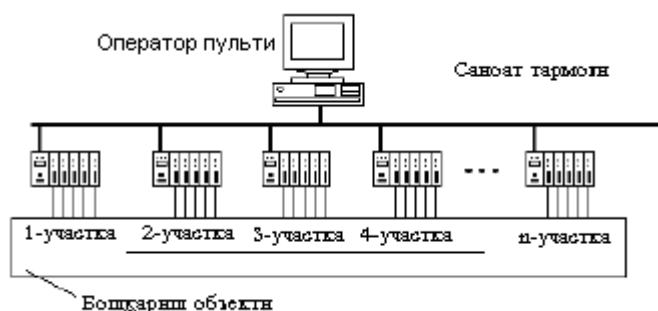
- мавжуд тармоқ сатҳлари сони;
- тармоқнинг ҳар бир сатҳида имкон бўлган алоқа турлари (топологиялар): умумий шина, юлдузча, ҳалқасимон;
- ҳар бир сатҳ параметрлари: кабель турлари, йўл қўйиладиган масофалар, ҳар бир тармоққа уланувчи узеллар (мажмуа компонентлари) нинг максимал миқдори, ахборотни узатиш тезлиги, компонентларнинг тармоққа кириши усуллари (хабарларни етказиш вақти бўйича тасодифий, ёки уларни элтиб бериш вақтини кафолатловчи).

ДТМ нинг кўрсатиб ўтилган хоссалари ишлаб чиқариш цехларида аппаратураларни тақсимлаш имконини ифодалайди, мазкур ДТМ да амалга оширилган автоматлаштириш тизими қамраб олиши мумкин бўладиган ишлаб чиқариш ҳажмини киритиш-чиқариш блокларини бевосита датчикларга ва ижрочи механизмларга кўчириш имкониятини ифодалайди.

ДТМ тузилмаларининг энг оддий ва оммавий турларидан бири 20.6-расмда келтирилган. Тизимнинг ҳамма функционал имкониятлари иккита сатҳга аниқ бўлинган. Биринчи сатҳни контроллерлар, иккинчисини-оператор пульти ташкил этиб, у ишчи станция ёки саноат компьютери билан ифодаланиши мумкин.

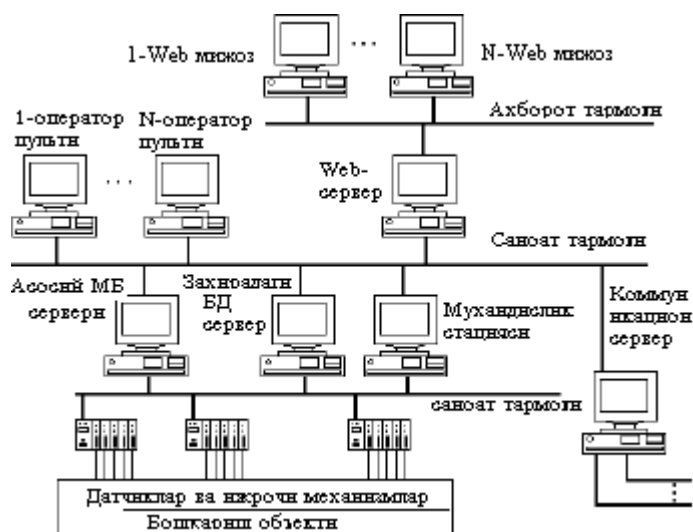
Бундай тизимда контроллерлар сатҳи бошқариш объектида ўрнатилган датчиклардан келаётган сигналларни йиғиш (тўплаш) ишини бажаради, синалларга дастлабки ишлов бериш (филтрлаш ва масштаблаш), бошқариш алгоритмларини амалга ошириш ва бошқа рувчи сигналларни бошқариш объектининг ижрочи механизмларига шакллантириш, саноат тармоғидан ахборот қабул қилиш ва узатиш ишларини бажаради.

Оператор пулти қуйи сатҳ контроллерларига тармоқ сўровларини шакллантиради, улардан технологик жараённинг кечиши тўғрисидаги тезкор ахборотни олади, монитор экранида технологик жараённинг кечишини операторга қулай бўлган кўринишда акс эттиради, жараённинг кетиши тўғрисидаги динамик ахборотни (архивни юритиш) узоқ вақт сақлашни амалга оширади, бошқариш алгоритмларининг зарурий параметрларининг ва қуйи сатҳ контроллерларида регуляторлар уставкаларининг коррекциясини амалга оширади.



20.6-расм. ДТМ тузилмаси.

Бошқариш объектининг ахборот қувватининг (кирувчи-чиқувчи ўзгарувчилар миқдорининг) ортиши, бошқаришнинг юқори сатҳида ҳал этиладиган масалалар доирасининг кенгайиши, пухталиқ кўрсаткичларининг ортиши дастурий-техник мажмуаларнинг янада мураккаб тузилмаларининг пайдо бўлишига олиб келади (20.7-расм).



20.7-расм. ДТМ тузилиши

Microsoft фирмасининг Windows оиласидаги операцион тизимлар (ОТ) офис компьютерлари бозорини деярли тўлиқ эгаллаб олди ва саноат автоматлаштириш даражасини фаол ўзлаштирмоқда. Кўпчилик серверлар ва ишчи станциялар Windows NT/2000/XP ОТ бошқаруви остида ишламоқда. Microsoft нинг айрим технологиялари ҳозирга келиб саноат стандарти бўлиб қолди.

«Мижоз-сервер» архитектурасидан фойдаланиш бутун тизимнинг самарадорлигини ва ишлаш тезлигини оширишга, серверларни ишчи станцияларни захиралаш ҳисобига, ҳал қилинаётган масалаларни ҳудудий тақсимлаш билан тизимнинг пухталигини ва яшовчанлигини оширишга имкон беради.

Серверлар, одатда, саноат компьютерлари негизида бажарилади ва захираланувчи ҳисобланади. Турли хил ДТМ ларда серверларнинг номи фарқланади: реал вақт маълумотлари базаси сервери, киритиш-чиқариш сервери ва бошқ. Асосий вазифалари:

- объект ва контроллер билан алоқа қурилмаларидан келаётган тезкор маълумотларни тўплаш, ишлов бериш;
- контроллерларга бошқаришнинг юқори сатҳидан бошқариш буйруқларни узатиш;
- берилган ўзгарувчилар тўғрисидаги ахборотни сақлаш ва акс эттириш;
- талаб қилинаётган ахборотни мижоз ишчи станцияларига тақдим этиш;
- трендлар, босма хужжатлари ва воқеалар баённомаларини архивлаштириш.

Замонавий ДТМ лар, одатда, офис ижросидаги шахсий компьютерлар негизида ишланган инженерининг станцияларини ўз ичига олади. Улар ёрдамида контроллерга инженерлик хизмат кўрсатиш амалга оширилади: дастурлаш, созлаш, мослаш. Айрим ДТМ ларда инженерининг станциялари, шунингдек, ишчи станцияларига инженерлик хизматларини амалга ошириш имконини беради.

Замонавий ДТМ ларнинг яна бир томони Internet- технологияларининг саноат автоматлаштириш даражасига фаол сингиб бориш билан боғлиқ. Бугун ҳам хорижий, ҳам мамлакатимиздаги технологик жараёнларни бошқариш тизимлари учун инструментал дастурий таъминотни барча етакчи ишлаб чиқарувчилари ўз махсулотларига мазкур технологияларни ўрнатмоқдалар.

Internet-технологияларнинг ТЖАБТ да энг кенг қўланилишига Web-серверларда ТЖ нинг кечиши тўғрисидаги ахборотнинг ва бошқа ҳар қандай ҳисоботларнинг босимини мисол бўлади. Web-серверлар маълумотлар баъзаси (МБ) серверлар билан ўзаро алоқа қилиш имконига эга бўлиб, у жараён тўғрисида зарур ахборотни ўзида сақлайди. (Internet-шарҳловчи) орқали маълумотлар базасига зарур сўровлар беришга имкон беради. Бундай ёндашув яна харажатларни камайтиради, чунки мижоз томонида одатдаги дастур-броузерлар (Internet Explorer, Netspace Naigator ва бошқалар.) дан ташқари бирорта қўшимча дастурий таъминотни ўрнатишни жалб этмайди.

20.2.3 Саноат тармоқлари

Кўп йиллар давомида маълумотлар алмашиш тизими анъанавий марказлашган схема бўйича қурилиб, унда кучли ҳисоблаш қурилмаси ва жуда кўп миқдордаги кабеллар мавжуд бўлиб, улар ёрдамида датчиклар ва ижрочи механизмлар уланар эди. Бундай тузилма электрон ҳисоблаш техникасининг юқори нархда бўлиши ва ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириши нисбатан паст даражада бўлишини тақозо этар эди. Бугунги кунга келиб бу ёндашувнинг тарафдорлари амалда қолмади. Марказлашган ТЖАБТ нинг кабель тармоғига қилинадиган харажатлар ва қўшимча қурилма, монтажнинг мураккаблиги, пухталиги пастлиги ва реконфигурациясининг мураккаблиги каби камчиликлари уларни кўпчилик ҳолларда иқтисодий жихатдан ҳам технологик жихатдан ҳам мутлақо қўлланилмайдиган қилиб қўйди.

Микропроцессорли қурилмаларни ишлаб чиқариш жадал ўсаётган шароитда ораларидаги алмашув рақами усулда амалга ошириладиган кўпгина узеллар тузилган рақамли саноат тармоқлари (Fieldbus) муқобил ечим бўлиб қолади. Бугунги кунга келиб бозорда автоматлаштириш тизимида

қўлланиладиган саноат тармоқлари, протоколлари ва интерфейсларнинг тахминан юзлаб турли хиллари мавжуд; улар орасида Modbus, PROFIBUS, Interbus, Bitbus, CAN, LON, Foundation, Fieldbus, Ethernet ва бошқалар.

Саноат тармоғидан фойдаланиш узеллари яъни улар сифатида иштирок этаётган контроллерларни ва киритиш-чиқариш қурилмаларини четки қурилмаларга (датчиклар ва ижрочи механизмларга) максмсимал яқин жойлаштиришга имкон беради, шу туфайли аналогли симларни узунлиги қисқаради. Саноат тармоғининг ҳар бир узели бир нечта вазифани бажаради:

1. Саноат тармоғининг бошқа узелларидан буйруқлар ва маълумотлар қабул қилиб олиш;
2. Уланган датчиклардан маълумотларни ўқиб олиш;
3. Олинган маълумотларни рақамли шаклга алмаштириш;
4. Дастурлаштирилган технологик алгоритмни қайта ишлаш;
5. Бошқа узел буйруғига кўра ёки технологик алгоритм бўйича уланган ижрочи механизмларга бошқарувчи таъсирларини чиқариш;
6. Йиғилган (тўпланган) ахборотни бошқа тармоқ узелларига узатиш.

Саноат 1089 тармоқлари негизидаги ТЖАБТ лари анъанавий маразлашган тизимларга нисбатан бир қанча хусусиятларга эга:

1. Кабел махсулотини анча тежаш. Бир қанча километр узунликдаги қиммат кабеллар ўрнига бир неча юз метр арзон ўралган жуфт талаб этилади. Шунингдек, қўшимча қурилмаларга (кабел каналлари, клеммалар, шкафлар) харажатлар қисқаради.
2. Бошқариш тизими пухталигини ошириш. Пухталигига кўра маълумотларни узатишнинг рақамли услуби аналог усулидан анча устун туради. Рақамли узатиш ҳалақитларга нисбатан сезгирлар кам ва саноат тармоқлари протоколларига (назарий суммалари, маълумотларнинг бузилган пакетларини такрорлаш) ўрнатилагн махсус механизмлар туфайли ахборотни етказиб беришни кафолатлайди. Саноат тармоқлари негизидаги ТЖАБТ ларнинг фаолият кўрсатилишнинг пухталигини ва яшовчанлигини ошириш шунингдек турли хил тармоқ узеллари бўйича

назорат қилиш ва бошқариш вазифаларининг тақсимланиши билан боғлиқ. Бир узелнинг ишдан бошқа узеллардаги технологик алгоритмлар ишлашига таъсир этмайди ёки арзимас даражада таъсир кўрсатади. Критик жиҳатдан муҳим технологик участкалар учун алоқа линияларини такрорлаш ёки ахборот узатишнинг муқобил йўллари мавжуд бўлиши мумкин. Бу кабел тармоғи шикастланганда тизимнинг ишлаш қобилятини сақлаб қолишга имкон беради.

3. Ихчамлик ва шаклини ўзгартирувчанлиги. Айрим киритиш-чиқариш нуқталарини ва хатто бутун бир узелларини қўшиш ёки олиб ташлаш кам миқдордаги монтаж ишларини талаб этади ва автоматлаштириш амалга оширилиши мумкин. Тизимнинг конфигурациясини ўзгартириш дастурий таъминот даражасида амалга оширилади ва у ҳам жуда оз вақтни олади.
4. Очиқ тизимлар, очиқ технологиялар принципларидан фойдаланиш турли хил ишлаб чиқарувчилардан олинган маҳсулотларни ягона тизимга муваффақиятли бирлаштиришга имкон беради.

1978 йилда стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилот (ISO) берк тармоқ тизимларига қарама-қарши ва очиқ тизимларнинг турли хил ҳисоблаш қурилмалари ҳамда фарқ қилинувчи протоколлар стандартлари билан ўзаро таъсирлашуви муаммосини ҳал этиш мақсадида «Очиқ тизимларнинг ўзаро алоқасининг тавсифий модели» (OSI-модель, ISO/OSI Model) таклиф этилган эди. ISO/OSI модели тармоқ вазифаларини етита сатҳ бўйича тақсимлайди (20.1-жадвал).

Физик сатҳда алоқа каналининг физик тавсифлари ва сигналлар параметрлари масалан, кодировка тури, узатиш частотаси, линия узунлиги ва тури, штенерли разъем тури ва ҳ.к. энг кўп тарқалган fieldbus 1-сатҳ стандарти-бу RS-485 интерфейсидир.

Каналли сатҳ физик сатҳнинг тармоқ узеллари томонидан биргаликда фойдаланиш қоидаларини белгилайди.

Тармоқ сатҳи оптимал маршрут бўйича текстни адреслаш (манзиллаш) ва элтиб бериш учун жавоб беради. Транспорт сатҳи пакетдаги мавжуд нарсаларни аниқлайди.

20.1-жадвал

OSI модели сатҳлари

	Татбиқий материал (Application Layer)
6	Таништириш сатҳи (Presentation Layer)
5	Сеанс сатҳи (Session Layer)
4	Транспорт сатҳи (Transport Layer)
3	Тармоқ сатҳи (Network Layer)
2	Канал сатҳи (Data Link Layer)
1	Физик сатҳи (Physical Layer)

Сеанс сатҳи тармоқ узеллари орасидаги ўзаро таъсирни мувофиқлаштиради.

Таништириш (такдимот) сатҳи зарур бўлганда маълумотлар форматларини алмаштириш билан шуғулланади. Татбиқий сатҳ охирги фойдаланувчининг татбиқий (амалий) жараёнлари ва дастурларини бевосита қўллаб-қувватлашни ҳамда маълумотларни узатиш тармоғининг турли хил объектли бу дастурларининг ўзаро таъсирларини бошқаради.

Моделнинг 7-сатҳидан юқорида жойлашган ҳамма нарсалар амалий (татбиқий) дастурларда ечиладиган масалалардир.

Амалда саноат тармоқларининг кўпчилиги (fieldbus) фақат учта сатҳбилангина чекланишади, хусусан, физик каналли ва татбиқий сатҳ. Энг «илғор» тармоқлар дастурий қатламни фақат еттинчи қолдириб, вазифаларининг асосий қисмини аппаратли ҳал қилишади. Арзон тармоқлар (масалан, Mod Bus) кўпинча физик сатҳда RS-232 ёки RS-485 дан фойдаланади,

қолган барча масалалар эса, канал сатҳидан бошлаб, дастурий йўл билан ҳал қилинади. Истисно тарзида, OSI-моделининг ҳамма еттита сатҳини амалга оширувчи саноат тармоқлари протоколлари мавжуд, масалан, Lon Works.

Очиқ саноат тармоқлари, интерфейслар ва протоколларнинг катта хилма-хиллиги автоматлаштирувчи технологик жараёнлар талабларининг хилма-хиллиги билан боғлиқ. Бу талаблар универсал ва иқтисодий оптимал ечим билан қониқтирила олмайди.

Саноат тармоғининг турини танлаш тўғрисидаги масала муҳокама қилинганда бу танлов автоматлаштиришнинг айнан қайси сатҳи учун амалга оширилаётганини аниқлаштириш зарур. Саноат корхонаси иерархиясида тармоқнинг қандай ўрин эгаллашига боғлиқ ҳолда унинг функционал тавсифларига бўлган талаблар ҳам турлича бўлади.

Саноат корхоналари АБТ иерархияси одатда уч қаватли пирамида кўринишида тақдим этилади:

1. Корхонани бошқариш сатҳи (юқори сатҳ).
2. Технологик жараёни бошқариш сатҳи.
3. Қурилмаларни бошқариш сатҳи.

Корхонани бошқариш сатҳида одатдаги IBM-PC мослашувчи компьютерлар ва локал тармоқ билан бирлаштирилган файлли серверлар жойлашади. Бу сатҳда ҳисоблаш тизимларининг вазифаси ишлаб чиқаришнинг асосий параметрларини визуал назарий қисмини, таъминлаш, ҳисоботларни тузиш, маълумотларни архивлаштириш. Узеллар орасида узатиладиган маълумотларнинг ҳажмлари мегабайтлар билан ўлчанади, ахборот алмашишнинг вақт кўрсаткичлари эса критик бўлмайди.

Технологик жараёни бошқариш сатҳида жорий назорат ва бошқариш ёки оператор пультадан туриб дастакли режимда ёки белгиланган алгоритм бўйича автоматик режимда амалга оширилади. Бу сатҳда ишлаб чиқаришнинг айрим участкалари параметрларини мувофиқлаштириш, авария ва аварияолди ҳолатларини ўрганиб олиш, пастки сатҳ контроллерларини параметрлаштириш, технологик дастурларни юклаш, ижрочи меҳанизмларни масофадан туриб

бошқариш бажарилади. Бу сатҳда ахборот кадри одатда бир неча ўнлаб байтни ўз ичига олади, йўл кўйиладиган вақт тутилишлари (кечиқишлари) иш режимиға боғлиқ ҳолда 100 дан 1000 миллисекундгачани ташкил этиши мумкин.

Қурилмаларни бошқариш сатҳида датчиклардан маълумотларни бевосита тўпловчи ва ижрочи мосламаларни бошқаришни амалға оширувчи контроллерлар жойлашади. Контроллер четки қурилмалар билан алмашадиган маълумотлар ўлчами одатда қурилмаларни сўров тезлиги 10 мс дан ортиқ бўлмаганда бир неча байтни ташкил этади.

Кейинги пайтда бошқариш тизимларининг кўриб чиқилган тузилмаси бутунлай мураккаблашмоқда, бунда турли сатҳлар орасидаги чегаралар йўқолиб бормоқда. Бу саноат соҳасиға Internet/Internet-технологияларнинг кириб келиши, саноат Ethernet нинг катта муваффақиятлари, саноатнинг ишлаб чиқариш шароитлари хавфли бўлган кимё, нефт, газ ва бошқа соҳаларининг корхоналарнинг портлаш хавфи бўлган ҳудудларида айрим Fieldbus саноат тармоқларининг фойдаланилиши билан боғлиқдир. Бундан ташқари, интеллектуал датчикларнинг ва ижрочи механизмларнинг ҳамда улар билан боғлаш учун интерфейсларнинг пайдо бўлиши ТЖАБТ нинг тўртинчи, энг қуйи сатҳи-четки қурилмалар тармоғи сатҳининг пайдо бўлишини англатади.

AS-ИНТЕРФЕЙС

AS-интерфейс (Actuators/Sensors interface-ижрочи қурилмалар ва датчиклар интерфейси) автоматлаштириш тизимларининг қуйи сатҳининг очиқ саноат тармоғи ҳисобланади, у ижрочи қурилмалар ва датчиклар билан алоқани ташкил этиш учун мўлжалланган. AS-интерфейс датчиклар ва ижрочи механизмларни бошқариш тизимиға битта икки симли кабелдан фойдаланиб тармоқ тузиш асосида улашға ёрдам беради, унинг ёрдамида ҳамма тармоқ қурилмалари таъминоти ҳам, датчикларни сўраш ва ижрочи механизмларға буйруқ чиқариш ҳам таъминланади.

AS-интерфейс негизидаги тизимнинг техник маълумотлари.

20.2-жадвал

Топология	Шина, ёғоч, юлдуз, ҳалқа
Етакланувчи қурилмалар сони	62 тагача
Уланадиган датчиклар ва ижрочи механизмлар сони	Битта етакланувчи қурилмага 4 тагача датчик ва 3 та ижрочи механизм. Битта етакловчи қурилмага 248 тагача датчик ва 168 та ижрочи механизм
Алоқа линиясининг максимал узунлиги	Такрорлагичлар кенгайтиргичларсиз 100 м гача Такрорлагичлар кенгайтиргичлар билан 300 м гача
Электр таъминот	AS-интерфейс шинаси орқали: 2,8 А (ном). 29,5-31,6 В бўлганда 8 А (макс).
Маълумотларни янгилаш цикли вақти	31 та етакланувчи қурилма бўлганда-5 мс дан ортмайди 62 та етакланувчи қурилма бўлганда 10 мс дан ортмайди.

Тизимда махсус моделлар мавжуд бўлганда AS-интерфейс одатдаги кенг тарқалган датчикларни ва ижро механизмларини улашга имкон беради. Ундан ташқари ҳозирги пайтда электрон қисмига AS-интерфейснинг етакланувчи

қурилмаси интеграл микросхемаси ўрнатилган датчиклар ва ижрочи механизмлар номенклатураси жуда кенгаймоқда.

Тизимни бошқаришда қулайликка турли хил етакчи қурилмаларни қўлланиш ҳисобига эришмоқда.

Етакчи қурилмаларнинг вазифаларини дастурланувчи мантикий контроллерлар, саноат компьютерлари ёки анча юқори сатҳли тармоққа эга алоқа модуллари-Modbus, Interbus, CANopen, DeviceNet, Profibus ва бошқалар бажариши мумкин.

HART-протокол

Аналогли сигналларни узатиш учун унификацияланган сигнал 4-20 мА бир неча ўн йиллардан бери маълум ва саноатнинг турли тармоқларида ТЖАБТ ни яратишда кенг фойдаланилади. Мазкур стандартнинг афзаллиги уни амалга оширишнинг соддалиги, унинг кўпгина сабабларда фойдаланиши мумкинлиги, солиқ сигналини нисбатан катта масофаларга ҳалақитга чидамли равишда узатиш муминлиги. Бироқ, интеллектуал асбоблар ва датчикларнинг янги авлодини яратишда аналогли ахборот қатори уларнинг янги кенгайган имкониятларига мос келувчи рақамли маълумотларни ҳам узатиш талаб қилинади.

Шу мақсадда Rosemount номли Америка компанияси томонидан HART (Highways Addressable Remote Transducer) протоколи ишлаб чиқилган эди. HART-протокол маълумотларни частота модуляцияси ёрдамида узатиш услубига асосланган бўлиб, бунда рақамли сигнал аналогли ток сигнали устига қўйилади.

HART-протоколга стандарт томонидан белгиланадиган техник параметрлар.

20.3-жадвал

Топология	«Нукта-нукта» (стандарт) ёки шина
Қурилмаларнинг максимал микдори	Битта етакланувчи ва иккита етакловчи қурилма (стандарт режим) 15 та етакланувчи ва 2 та етакловчи қурилма (таъминоти узоқлаштирилган кўп нуктали режим)

Алоқа линиясининг максимал узунлиги	3 км (стандарт режим) 100 м (кўп нуқтали режим)
Линия тури	Экранланган ўрама жуфт
Интерфейс	4-20 мА токли сиртмоқ (аналогли)
Маълумотларни янгилаш цикли вақти	Тахминан 500 мс

Частотавий модуляцияланган сигнал икки қутбли ҳисобланади ва тегишли фильтрациядан фойдаланилганда асосий аналогли сигнал 4-20 мА ни бузмайди. HART-протоколга стандарт томонидан аниқланадиган айрим техник параметрлар 20.3-жадвалда келтирилган.

HART-протокол иккита иш режимида фойдаланиши мумкин:

1. Стандарт вариант-«нуқта-нуқта» туташтируви (1.3-расм), яъни қуйи автоматика асбобини (датчик, ижрочи механизм, ўзгарткич) ва иккитадан ортик бўлмаган етакчи қурилмаларнинг бирлашиши. Бирламчи етакловчи қурилма сифатида объектли алоқа қурилмаси (ОАҚ) ёки HART-модемли дастурланувчи шахсий компьютер. Бунда аналогли сигнал бир томонга йўналган бўлади (масалан, датчикдан ПЛК га ёки ПЛК дан ижрочи механизмга), рақамли сигналлар эса етакловчи қурилмадан ҳам, етакланувчи қурилмадан ҳам узатилиши ва қабул қилиниши мумкин.
2. Кўп нуқтали режим-15 та етакланувчи қурилма яна ўша икки қурилма билан параллел равишда икки симли линия билан бирлаштирилиши мумкин. Бунда фақат рақамли алоқа амалга оширилади. Ўзгармас ток 4 мА сигнали етакланувчи асбобларнинг сигнал линиялари бўйича ёрдамчи таъминотини таъминлайди.



20.8-расм. HART қурилмаларни улашнинг тузилма схемаси (стандарт вариант)

PROFIBUS

Саноат алоқаси соҳасидаги масалалар кўпинча турли хил ечимларни талаб этади. Бир ҳолда ўртача тезликка эга мураккаб, узун хабарлар билан алмашиш зарур. Бошқа бир ҳолда, алмашувнинг соддалаштирилган протоколдан фойдаланган ҳолда, масалан, датчиклар ёки ижрочи механизмлардан фойдаланган ҳолда киска хабарлар билан тез алмашиш талаб килинади.

Учинчи ҳолда ишлаб чиқаришнинг портлаш ва ёнғин хавфи бўлган шароитларда ишлаш зарур. PROFIBUS бу ҳолларнинг истагани учун самарали ечимга эга.

PROFIBUS-корхонанинг коммуникацион муаммоларни комплекс ҳал қилишни таъминловчи саноат тармоқлари оиласидир. Бу умумий ном остида учта турли хил, аммо мослашувчан протоколлар тўплами: PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP ва PROFIBUS-PA йиғиндиси тушунилади.

PROFIBUS-FMS протоколи биринчи бўлиб пайдо бўлди ва цех сатҳи деб номланувчи сатҳда ишлаш учун мўлжалланган эди. Унинг асосий вазифаси-маълумотларнинг катта ҳажмини узатиш.

PROFIBUS-DP пртоколи дастурланувчи мантикий контроллер ва объект билан тақсимланган алоқа қурилмаларининг орасидаги маълумотларнинг юқори тезликдаги алмашинуви учун қўлланилади. Узатишнинг физик муҳити-RS-485 стандартининг экранланган (тўсикли) ўрам жуфтлигидир. Алмашув

тезлиги тармоқ узунлигига тўғридан-тўғри боғлиқ ва 1200 м масофада 100 к бит/с дан 100 м гача бўлган масофада 12 М бит/с гача ўзгаради. Тармоқдаги узелларнинг ўзаро таъсири «Master-Slave» (етакловчи-етакланувчи) модели билан аникланади. Master уланган узелларни кетма-кет сўрайди ва унга кўйилган технологик дастурга мувофиқ бошқарувчи буйруқлар чиқаради. Маълумотларни алмаштириш протоколи алмашув тезлигига ва тармоқ узеллари сонига боғлиқ ҳолда сўров циклининг маълум вақтини таъминлайди, бу эса PROFIBUS ни реал вақт тизимларида кўлланишга имкон беради.

PROFIBUS-PA- бу тармоқ интерфейси бўлиб, унинг маълумотларни узатишнинг физик муҳити IEC 61158-2 стандартига мос келади, бевосита портлаш хавфи бўлган зонада жойлашган ижрочи қурилмалар, датчиклар ва контроллерларни бирлаштирувчи тармоқни қуриш учун кўлланилиши мумкин.

Ethernet

Ишлаб чиқаришни бошқариш сатҳида Ethernet тармоқлари ўзига мустақкам етакчи ўринни аллақачон эгаллаб олган. Ethernet негизидаги қарорлар (ечимлар) офисли таксимланган иловаларнинг ҳаммасини амалда сиқиб чиқарди ва бугун Ethernet локал тармоқларда асосий алмашув воситаси ҳисобланади. Кейинги пайтларда Ethernet ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш мажмуаларига ҳам фаол кириб бора бошлади. Саноатда фойдаланиш шароитлари талабларига мувофиқ бажарилган бутун бир қатор аппарат воситалари (коммутаторлар ва концентраторлар) пайдо бўлди.

Маълумотларни узатишнинг физик муҳити сифатидаги Ethernet дан фойдаланиш яхши адресланувчи мантикий протоколларнинг фойдаланилишига олиб келади. Ҳозир қурилмаларнинг кўпчилиги TCP/IP протоколин кўллаб-қувватлайди. Бу истаган масштабдаги тармоққа, глобал Internet тармоғини ҳам ҳисобга олганда технологик жараёнларни бошқаришнинг локал тизимларини осонгина интеграциялашга (бирлаштиришга) имкон беради.

20.2.4. НАЗОРАТ ҚИЛИШ ВА ВИЗУАЛЛАШ ТИЗИМЛАРИ

Замонавий ТЖАБТ (технологик жараёнларни автоматлаштирилган бошқариш тизими) кўп сатҳли инсон-машинали бошқариш тизимидан иборатдир. Мураккаб технологик жараёнларни АБТ нинг яратилиш маълумотларни тўплашнинг автоматик ахборот тизимларидан ва ҳисоблаш мажмуаларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилади, улар техник воситалар ва дастурий таъминот эволюцияси даражасига кўра доимо такомиллаштириб борилади.

ТЖАБТ ривожланишининг вақт бўйича узлуксиз бўлган манзарасини сифат жиҳатидан янги илмий ғоялар ва техник воситаларнинг пайдо бўлиши билан шарт килинган учта босқичга бўлиш мумкин. Тарих давомида замонавий бошқариш тизимининг мазмунини ташкил этувчи объектлар ва бошқариш услублари, автоматлаштириш воситалари ва бошқа компонентларнинг тавсифи ўзгаради:

- Биринчи босқич автоматик ростлаш тизимини (АРТ) жорий қилишни акс эттиради. Бу босқичда бошқариш воситалари сифатида айрим параметрлар, қурилмалар, агрегатлар ҳисобланади; стабиллаштириш, дастурий бошқариш, кузатиш масалаларини ечиш одамдан АРТ га ўтади. Инсонда топшириқни ҳисоблаб чиқиш вазифалари ва регуляторларни созлаш параметрлари пайдо бўлади.
- Иккинчи босқич-технологик жараёнларни автоматлаштириш фазода жамланган тизим бошқариш объекти бўлиб қолади; автоматик бошқариш ситемалари (АБТ) ёрдамида бошқариш янада мураккаб қонунлари амалга оширилади, оптимал ва адаптив бошқариш масалалари ҳам қилинади, объект ва тизим ҳолатининг идентификацияси ўтказилади. Бу босқичнинг ўзига хос хусусиятни технологик жараёнларни бошқаришга телемеханика тизимларини жорий қилиш ҳисобланади. Инсон бошқариш объектидан борган сари кўпроқ узоқлаша боради, объект билан диспетчер ўртасида ўлчаш тизимининг, ижрочи механизмларнинг, телемеханика воситаларининг, мнемосхемаларнинг ва ахборотни акс эттиришнинг бошқа воситаларининг (ААЭВ) бир қатори тизилиб туради.

- Учинчи босқич-технологик жараёнларини бошқаришнинг автоматлаштирилган ситемалари-технологик жараёнларини боқаришга ҳисоблаш техникасининг жорий қилиш билан тавсифланади. Аввал-микропроцессорларни қўлланиш бошқариш айрим фазаларида ҳисоблаш тизимларидан фойдаланиш; сўнгра инсон-машина боқариш тизимларининг, муҳандислик психологиясининг, операцияларини тадқиқ этишнинг услублари ва моделларининг фаол ривожланиш, ниҳоят, маълумоталарни тўплашнинг автоматик ахборот тизимларидан ва замонавий ҳисоблаш мажмуаларидан фойдаланиш асосида диспетчерлик бошқаруви.

Босқичдан-босқичга қараб технологик жараённинг регламентли фаолият кўрсатишини таъминлаши керак бўлган инсоннинг (оператор/диспетчернинг) вазифалари ҳал қилинадиган масалалар доираси кенгаймоқда; технологик жараённи бевосита бошқариш зарурлиги билан чекланган масалалар тўплами аввал ёрдамчи характерига эга бўлган ёки бошқаришнинг бошқа сатҳига тегишли бўлган сифат жиҳатидан янги масалалар билан тўлдирилмоқда.

Технологик жараёнларни бошқаришнинг кўп сатҳли автоматлаштирилган тизимида диспетчер ЭХМ мониторидан ёки ахборотни акс эттириш электрон тизимидан ва ўзидан анча катта масофада жойлашган объектларга телекоммуникация тизимлари, контроллерлар, интеллектуал ижрочи механизмлар ёрдамида таъсир кўрсатади.

Яққол ифодаланган динамик характерга эга диспетчерлик бошқарувини самарали амалга оширишнинг асоси, зарур шарт ахборот билан ишлаш, яъни ахборотни тўплаш, узатиш, ишлов бериш, акс этиш, тақдим этиш ҳисобланади.

Диспетчердан энди фақат технологик жараённи малакали билишгина эмас, балки ахборот тизимларида ишлаш тажрибаси, ғавқулодда ва авария ҳолатларида қарор қабул қила олиш (ЭХМ билан диалогда) кўникмаси ва кўпгина бошқа нарсалар талаб этилади. Диспетчер технологик жараённи бошқаришда бош иштирок этувчи шахс бўлиб қолади.

Диспетчерлик бошқаруви тўғрисида гапирмасдан бўлмайди. Энергетикада, нефтегаз ва саноатнинг бир қатор бошқа соҳаларидаги технологик тавалккалчилик тўғрисида гапирмасдан бўлмайди. Энергетикада, нефтегаз ва саноатнинг бир қатор бошқа соҳаларидаги технологик жараёнлар ҳақиқатдан ҳам ҳавфли ҳисобланади ва авария юзага келганда инсонларнинг ҳалок бўлишига, шунингдек катта моддий ва экологик зарарга олиб келади.

Статистик маълумотларга кўра, ўттиз йил мобайнида ҳисобга олинган фалокатлар сони тахминан ҳар ўн йилда икки марта ортар экан. Истаган аврия асосида, табиий офатлардан ташқари, инсоннинг хатоси ётади.

Барча турдаги транспорт воситаларида, саноатда ва энергетикада юз берган кўпчилик авариялар ва ҳодисаларни таҳлил қилиш натижасида қизиқарли маълумотлар олинди. 60 йилларда инсоннинг хатоси аварияларнинг фақат 20% ида бирламчи сабаб бўлса, 80-йилларнинг охирига келиб «инсон омилининг» улуши 80% га яқинлашиб қолади.

Бундай анъананинг сабабларидан бири-мураккаб бошқариш тизимларининг тузилишига эскича анъанавий ёндашувдир, яъни янги техник ва технологик ютуқларни қўлланишга ҳаракат қилиш ва инсонга (диспетчерга) мўлжалланган зарур самарали инсон-машина интерфейсини тузиш зарурлигини тўғри баҳолай олмайди.

Шундай қилиб, диспетчерлик бошқаруви тизимининг ишончилигини (пухталигини) ошириш талаби бундай тизимларни: операторлар диспетчерга мўлжал қилиш ва унинг вазифаларини ишлаб чиқишда янгича ёндашувнинг пайдо бўлиши сабабларидан биридир.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition-диспетчерлик бошқаруви ва маълумотларни тўплаш) концепцияни бошқариш тизимининг ривожланишнинг бориши ва фан-техника тараққиёти натижалари билан белгиланган. SCADA-технологияларининг қўлланилиши ахборотни бошқариш тизимини ишлаб чиқиш, тўплаш, ишлов бериш, узатиш, сақлаш ва акс эттириш масалаларини ҳал қилишда автоматлаштиришнинг юқори даражасига эришишга имкон беради.

SCADA- тизимлар тақдим этадиган инсон-машинали интерфейснинг (HMI/MMI) дўстоналиги, экранда кўрсатилаётган ахборотнинг тўлаллиги ва яққоллиги, бошқариш «ричагларининг» қулайлиги, айтиб туришлардан ва маълумотнома тизимидан фойдаланишнинг қулайлиги ва ҳоказо-диспечернинг тизим билан ўзаро таъсирлашиш самарадорлигини оширади ва унинг бошқаришдаги критик хатоларини нолга келтиради.

Асоси бошқариш тизимларини автоматлаштирилган ишлаб чиқишдан иборат бўлган SCADA концепцияси узоқ вақт ечиб бўлмайдиган деб ҳисоблаб келинган бир қатор масалаларни ечишга имкон беришни таъкидлаб ўтиш лозим: автоматлаштириш бўйича лойиҳаларни ишлаб тайёрлаш муддатларини ва уларни ишлаб чиқаришга кетадиган бевосита молиявий харажатларини қисқартириш.

Айни пайтда SCADA мураккаб динамик тизимларини (жараёнларни) автоматлаштирилган бошқаришнинг асосий ва энг истиқболли усули ҳисобланади.

SCADA тизимлари асосида технологик жараёнларни бошқариш илғор ғарб мамлакатларида 80-йилларда бошланди. Қўлланиш соҳаси электро ва сув таъминоти кимё, нефтекимё ва нефтни қайта ишлаш саноати, темир йўл транспорти, нефть ва газ транспорти ва ҳоказо.

Россияда технологик жараёни диспетчерлик персоналининг тажрибасига таянар эди. Шунинг учун SCADA тизимлар асосида бошқаришга ўтиш бироз қийинроқ амалга оширила бошлади. Россияда янги ахборот технологияларини, SCADA тизимлари ана шундай технологиялар сирасига киради, ўзлаштириш қийинчиликларига улардан фойдаланишдаги тажрибанинг йўқлиги ҳам, турли хил SCADA тизимлар тўғрисидаги ахборотнинг етарли эмаслиги ҳам киради.

Жаҳонда SCADA- тизимларни ишлаб чиқиш ва жорий қилиш билан фаол шуғулланувчи бир неча ўнлаб компаниялар мавжуд. Ҳар бир SCADA тизим-бу компаниянинг «know-how» и бўлиб, шунинг учун ҳам у ёки бу тизим тўғрисидаги маълумотлар жуда ҳам кенг эмас.

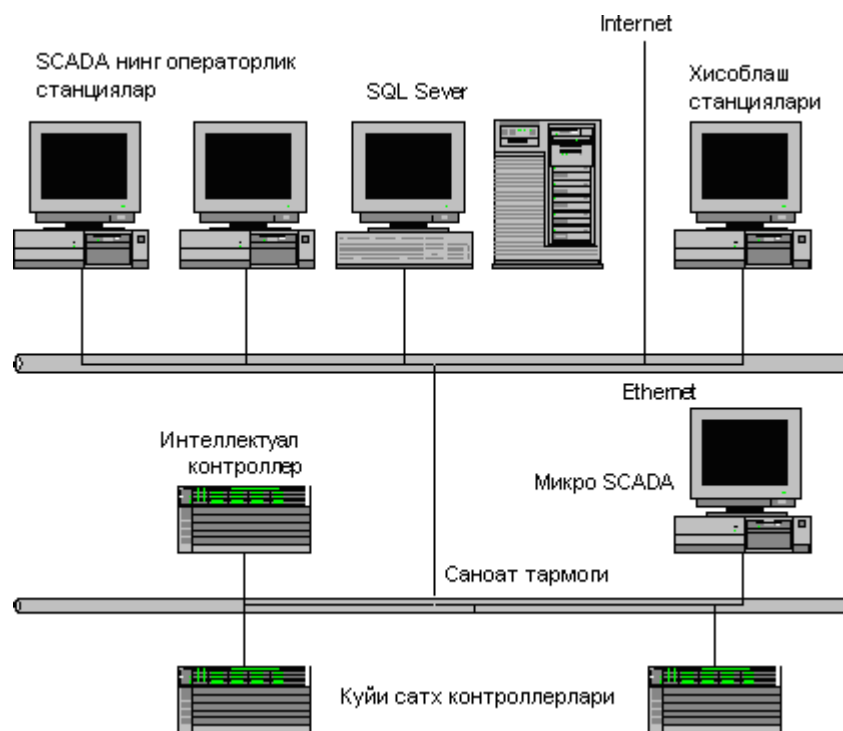
Диспетчерлик бошқарувининг замонавий тизимларини жорий қилишда қуйидаги масалаларни ҳал этиш жуда катта аҳамиятга эга:

- SCADA- тизимни танлаш (технологик жараённинг талаблари ва ўзига хос хусусиятларидан келиб чиқиб);
- кадрлар билан таъминлаш;

SCADA- тизимни танлаш кўп мезонлик шароитида қарорлар қабул қилишга ўхшаш етарлича қийин масаладан иборат бўлиб, у ахборот етишмаслиги туфайли бир қатор мезонларни миқдорий баҳолашнинг иложи йўқлиги билан мураккаблаштирилган.

SCADA дастурий таъминот негизида бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш ва фойдаланиш бўйича мутахассисларни тайёрлаш турли хил фирмаларнинг махсус курсларида, малака ошириш курсларида амалга оширилади. Ҳозирги вақтда бир қатор техник университетларнинг ўқув режаларига SCADA- тизимларни ўрганиш билан боғлиқ фанлар киритила бошлади. Бироқ SCADA- тизимлар бўйича махсус адабиёт йўқ; фақат айрим мақолалар ва реклама проспекtlари мавжуд холос.

Автоматлаштирилган назорат ва бошқариш тизимлари (НБТ) нинг қўлланиш соҳаларининг катта спектри учун кўпгина лойиҳалар 20.9-расмда келтирилган уларни амалга оширишнинг умумлаштирилган схемасини ажратишга имкон беради.



20.9-расм. Назорат ва бошқариш тизимининг умумий схемаси

Одатда, булар икки сатҳли тизимлардир, чунки айнан ана шу сатҳларда технологик жараёнларни бевосита бошқариш амалга оширилади. Ҳар бир аниқ бошқариш тизимининг ўзига хос хусусияти ҳар бир сатҳда фойдаланиладиган дастурий- аппаратли платформа билан белгиланади.

Куйи сатҳ- объект сатҳи (контроллерли)- технологик жараённинг кечиши тўғрисида ахборот тўплаш учун турли датчикларни, электр юритмаларни ва ростловчи ҳамда бошқарувчи таъсирларни амалга ошириш учун ижрочи механизмларни ўз ичига олади. Датчиклар локал дастурланувчи мантиқий контроллерларга (PLS- Programming Logical Contoller) ахборот етказиб беради, улар қуйидаги вазифаларни бажара олади:

- технологик жараённинг параметрлари тўғрисидаги ахборотни тўплаш ва ишлов бериш;
- электроюритмалар ва бошқа ижрочи механизмларни бошқариш;
- автоматик мантиқий бошқариш масалаларини ечиш ва бошқалар.

Контроллерларда ахборот дастлаб ишлов берилгани ва жойида қисман фойдаланилгани учун алоқа каналларининг ўтказиш қобилиятига бўлган талаблар анча пасаяди.

Ҳозирги пайтда турли хил технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш тизимларида локал PLS сифатида мамлакатимиз ишлаб чиқарувчиларининг ҳам, хорижий ишлаб чиқарувчиларининг ҳам контроллерлари қўлланилади. Бозорда бир қанча ўзгарувчидан бир неча юз ўзгарувчигача ишлов беришга қодир жуда кўп ўнлаб ва ҳатто юзлаб контроллер турлари тақдим этилган.

Контроллер сатҳидаги бошқаришнинг аппаратли-дастурий воситаларига пухталигига, ижрочи қурилмаларга, датчикларга ва бошқаларга таъсирланиш вақти бўйича қатъий талаблар қўйилади. Дастурланувчи мантиқий контроллерлар ҳар бир воқеага белгиланган вақт ичида объектдан келаётган ташқи воқеаларга қафолатли тарзда жавоб бериш керак.

Шу нуқтаи назардан критик бўлган объектлар учун реал вақт операцион тизимли (PВOT) контроллерлардан фойдаланиш тавсия этилади. PВOT бошқарувидаги контроллерлар қатъий реал вақт режимида фаолият кўрсатади.

Локал контроллерларни ишлаб чиқиш, созлаш ва бошқариш дастурларини ижро этиш бозорда кенг тақдим этилган махсус дастурий таъминот ёрдамида амалга оширилади.

Инструментал ДТ нинг бу синфига очик архитектурага эга бўлган ISa GRAF (Cd International France), In Conrol (Wonderware, USA), Paradym 31 (Intellution, USA) туридаги пакетлар киради.

Локал контроллерлардан олинган ахборот диспетчерлик пункти тармоғига бевосита жўнатилиши, шунингдек юқори сатҳ контроллерлари орқали йўлланиши мумкин (расмга қараң). Қўйилган масалага боғлиқ ҳолда юқори сатҳ контроллерлари (концентраторлар, интеллектуал ёки коммуникацион контроллерлар) турли хил вазифаларни бажаради. Уларнинг айримлари қуйида санаб ўтилган:

- локал контроллерлардан маълумотлар тўплаш;

- маълумотларга ишлов бериш, бунга масштаблашни ҳам киритиш мумкин;
- тизимда ягона вақтни ушлаб туриш;
- кичик тизимлар ишини синхронлаштириш;
- танланган параметрлар бўйича архивлар ташкил этиш;
- локал контроллерлар ва юқори сатҳ орасида ахборот алмашуви;
- юқори сатҳ билан алоқа бузилганда автоном режимда ишлаш;
- маълумотлар узатиш каналларини захираш ва бошқалар.

Юқори сатҳ диспетчерлик пункти (ДТ)- ўз ичига даставвал, диспетчер/операторнинг автоматлаштирилган ишчи ўриндан (АИЎ) иборат. Шу ернинг ўзида маълумотлар базаси сервери, мутахассислар учун иш ўринлари (компьютерлар) жойлаштирилиши мумкин ва ҳ.к. Кўпинча ишчи станциялар сифатида IBM PC туридаги БЭХМ лардан фойдаланилади. Бошқариш станциялари технологик жараён ва оператив бошқаришнинг кечишини акс эттириш учун мўлжалланган. Бу масалаларни айнан ана шу SCADA- тизимлар бажаради. SCADA- бу махсус дастурий таъминот бўлиб, у диспетчер билан бошқариш тизими орасида интерфейсни таъминлашга мўлжалланган, шунингдек ташқи дунё билан коммуникация қилишга мўлжалланган.

Функционал имкониятлар спектри SCADA нинг бошқариш тизимларидаги ролининг ўзи билан белгиланган ва деярли барча пакетларда амалга оширилган:

- автоматлаштириш тизимининг ДТ ни реал дастурлашсиз яратишга имкон берувчи автоматлаштирилган ишлов бериш;
- амалий дастурларни ижро этиш воситалари;
- қуйи сатҳ курилмаларидан бирламчи ахборотни тўплаш;
- бирламчи ахборотга ишлов бериш;
- аларм (сигнализация) лар ва тарихий маълумотларни кайд қилиш (рўйхатдан ўтказиш);
- ахборотни кейинчалик ишлов бериш шарти билан (одатда, маълумотлар базаларига амалга оширилади);

- ахборотни мнемосхемалар, графиклар ва шу кабилар кўринишида визуаллаштириш;
- амалий тизимнинг «ягона бутун» («ресіре» ёки «қурилмалар») сифатида кўриб чиқиладиган параметрлар тўплаш билан ишлаш имконияти.

Бошқариш сиситемаларининг умумлаштирилган тузилмасини қараб чиқишда яна бир тушунчани- Micro SCADA тушунчасини киритиш лозим. Micro- SCADA бу юқори сатҳдаги SCADA- тизимларга хос бўлган стандарт (базавий) вазифаларни амалга оширувчи тизимлардир, лекин улар маълум бир соҳадаги (тор ихтисосликдаги) автоматлаштириш масалаларини ҳал қилишга мўлжалланган. Уларга қарама- қарши ўлароқ юқори сатҳдаги SCADA- тизимлар универсал ҳисобланади.

- Бошқариш тизимининг барча компонентлари бир- бирлари билан алоқа каналлари орқали боғланган. SCADA- тизимларнинг локал контроллерлар, юқори сатҳ контроллерлари, офис ва саноат тармоқлари билан ўзаро алоқасини таъминлаш коммуникацион ДТ га юклатилган. Бу дастурий таъминлашнинг етарлича кенг синфи бўлиб, уни аниқ бир бошқариш тизими учун танлаш кўпгина омиллар билан, шу жумладан қўлланилаётган контроллерларнинг тури билан ҳам, фойдаланилаётган SCADA тизим билан ҳам белгиланади.
- Бошқариш тизимларининг киритиш-чикариш қурилмаларидан узлуксиз келаётган ахборотнинг катта ҳажми бундай тизимларда маълумотлар базаси (МБ) мавжудлигини олдиндан белгилаб қўяди. Маълумотлар базасининг асосий вазифаси- барча сатҳдаги фойдаланувчини талаб қилинаётган ахборот билан таъминлашдан иборат. Аммо АБТ нинг юқори сатҳларида бу масала анъанавий МБ билан ҳал этилган бўлса, буни ТЖАБТ тўғрисида айтиб бўлмайди. Яқин вақтгача реал вақтдаги ахборотни кайд этиш интеллектуал контроллерларнинг ва SCADA- тизимларнинг дастурий таъминоти негизида ҳал қилинар эди. Кейинги пайтларда МБ да ахборотни юқори тезликда сақлашнинг янги имкониятлари пайдо бўлади.

- Интернетнинг тез ривожланиши SCADA дастурий маҳсулотини ишлаб чиқарувчиларининг диққатини ўзига тортди. Интернет- технологияларни технологик жараёнларни бошқариш тизимларида қўлланиш мумкинми? Агар мумкин бўлса, у ҳолда ишлаб чиқувчи- компаниялар ҳозирги пайтда қандай ечимларни таклиф этишмоқда?

Назорат қилиш ва бошқариш тизимини яратиш учун махсулаштирилган амалий- дастурий таъминот (АДТ)ни ишлаб чиқишга киришилар экан, тизимли интегратор ёки четни фойдаланувчи одатда қуйидаги йўллардан бирини танлайди:

- «Анъанавий» воситалардан фойдаланган ҳолда дастурлаш (дастурлашнинг анъанавий тиллари, тартибга солишнинг стандарт воситалари ва ҳ.к.);
- Мавжуд, тайёр- COTS (Commercial of the shelf) дан инструментал муаммоли- йўналтирилган воситалардан фойдаланиш.

Кўпчилик учун танлов равшан. АДТ ни ишлаб чиқиш жараёнини соддалаштириш, АДТ ни ишлаб чиқишга кетадиган вақт ва бевосита молиявий харажатларни қисқартириш, юқори малакали дастурчиларнинг меҳнати сарфларини минимумга келтириш, ишга имкони борича автоматлаштириш жараёнлари соҳасидаги мутахассис- технологларни жалб қилиш муҳимдир. Масалани бундай қўйганда иккинчи йўл анча афзал бўлиши мумкин.

Мураккаб тақсимланган тизимлар учун «анъанавий» воситалардан фойдаланган ҳолда шахсий АДТ ни ишлаб чиқиш жараёни йўл қўйиб бўлмайдиган даражада узоқ бўлиши, уни ишлаб тайёрлаш учун кетадиган харажатлар оқлаб бўлмайдиган даражада юқори бўлиши мумкин. Бевосита дастурлаш билан амалга ошириладиган вариант фақат оддий тизимлар учун ёки катта тизимнинг унча катта бўлмаган қисмлари учун нисбатан тўғридир, чунки улар учун стандарт ечимлар йўқ (масалан, тўғри келадиган драйвер ёзилмаган) ёки улар айрим сабабларга кўра қониктирмайди.

Шундай қилиб, йўл танланди! Бу жуда муҳим, лекин энди иккинчи қадамни ҳам қўйиш керак- АДТ ни ишлаб тайёрлашнинг инструментал воситаларини ҳам «аниқлаштириб» олиш керак.

SCADA синфининг дастурий маҳсулотлари жаҳон бозорида кенг тарқалган. Булар ўнлаб SCADA- тизимлар бўлиб, уларнинг кўпчилиги Ўзбекистонда ҳам йўлланилмоқда. Улардан энг машҳурлари қуйида келтирилган:

- In Touch (Wonderware)- АҚШ;
- Citect (CI Technology)- Австралия;
- FIX (Intelection)- АҚШ;
- Genesis (Iconics Co)- АҚШ;
- Factory Link (United States Data Co)- АҚШ;
- Real Flex (BJ Software Systems)- АҚШ;
- Sitex (Jade Software)- Буюк Британия;
- Trace Mode (Ad Astra)- Россия;
- Cimplicity (GE Fanuc)- АҚШ;
- САРГОН (НТБ- Автоматика)- Россия.

Россия бозорида SCADA маҳсулотларининг бундай хилма- хиллигида табиийки танлаш тўғрисидаги масала пайдо бўлади. SCADA- тизимни танлаш кўп мезонлилик шароитида оптимал ечим излашга ўхшаш етарлича қийин масаладир.

Қуйида SCADA- тизимларни баҳолашнинг мезонлари намунавий рўйхати келтирилган бўлиб, у биринчи навбатда фойдаланувчини қизиқтириши керак. Бу рўйхат муаллифники эмас ва анчадан бери даврий матбуотда муҳокама қилиниб келмоқда. Унда кўрсаткичларнинг учта катта гуруҳини ажратиш мумкин:

- техник тавсифлар;
- қийматга оид тавсифлар;
- фойдаланишга оид тавсифлар.

SCADA- тизимлар учун дастурий аппарат платформалари

Бундай платформалар рўйхатини таҳлил қилиш зарурдир, чунки мавжуд ҳисоблаш воситаларида у ёки бу SCADA- тизимларни амалга ошириш мумкинми, деган саволга жавоб, шунингдек тизимдан фойдаланиш қийматини баҳолаш унга боғлиқ (амалий дастур битта операцион муҳитда ишлаб чиқилган бўлсада, танланган SCADA- пакет кўплаб- қувватлаётган истаган бошқа муҳитда бажарилиши мумкин). Турли хил SCADA- тизимларда бу масала турлича ҳал қилинган. Масалан, Factory Link қўллаб- қувватладиган дастурий аппарат платформанинг жуда кенг рўйхатига эга:

Операцион тизим	Компьютер платформаси
DOS/MS Windows	IBM PC
OS/2	IBM PC
SCO UNIX	IBM PC
VMS	VAX
AIX	RS 6000
HP-UX	HP- 9000
MS Windows/NT	Windows/ NT амалга оширилган тизимлар асосан PC платформада.

Шу билан бир вақтда Real Flek ва Sitex каби SCADA тизимларда дастурий платформа асосини реал вақтнинг ягона операцион тизими QNX принципиал тарзда ташкил этади.

SCADA-тизимларнинг аксарият кўпчилиги MS Windows платформаларида амалга оширилади. Айнан шу тизимлар янада тўлиқ ва осон кўпайтирувчи MMI- воситаларни тақдим этади. Операцион тизимлар (ОТ) бозорида Microsoft нинг ҳолатини ҳисобга олган ҳолда шуни таъкидлаб ўтиш керакки, ҳатто United Stats DATA CO (ишлаб чиқувчи Factorylink) каби кўп платформали SCADA тизимларини ишлаб чиқарувчилар ҳам ўзларининг

SCADA- тизимларининг Windows NT платформасида бундан кейинги ривожланишини устивор деб ҳисоблайдилар. Шу пайтгача реал вақт операцион тизимлар (PBOT) негизидаги SCADA тизимларни қўллаб- қувватловчи баъзи фирмалар Windows NT платформасидаги тизимларни танлаб, ўз йўналишларини ўзгартирмоқдалар. PBOT ни асосан, ўрнатиладиган тизимларда, қўлланиш борган сари равшан бўлиб бормоқда, чунки улар унда ҳақиқатдан ҳам яхшидир. Шундай қилиб, SCADA тизимларининг глобал бозорининг бош воқеалари бугун MS DOS, MS Windows 3.xx 95 соҳасидаги янада тезлашаётган фаолликнинг амалга ошиши асносида MS Windows NT/2000 асосий майдон бўлди.

Тармоқ ёрдамининг мавжуд воситалари

Ҳозирги замон автоматлаштириш тизимларининг асосий хусусиятларидан бири уларнинг юқори даражадаги интеграциясидир. Уларнинг истаганида бошқариш объектлари, ижрочи механизмлар, ахборотни қайд этувчи ва ишлов берувчи аппаратура, операторларининг иш ўрни, маълумотлар базаси серверлар ва ҳоказо ишлатилиши мумкин. Равшанки, бу турли жинсли муҳитда самарали фаолият кўрсатиш учун SCADA тизим юқори даражадаги тармоқ сервисини таъминлаши керак. У стандарт протоколлар (NETBIOS, TCP/IP ва бошқалар) дан фойдаланган ҳолда стандарт тармоқ муҳитлари (ARCNET, ETHERNET ва ҳоказо) да ишлашни таъминлаши, шунингдек саноат интерфейслари синфидаги энг машхур тармоқ стандартларини (PROFIBUS, CANBUS, LON, MODBUS ва ҳоказо) қўллаб қувватлашни таъминлаши мақсадга мувофиқдир. Амалга қараб чиқиладиган барча SCADA тизимлари бу талабларни у ёки бу даражада қаноатлантиради, фақат фарқи шундаки, қўллаб қувватладиган тармоқ интерфейсларининг тўплами эса, алббата, ҳар хил.

Учига ўрнатилган буйруқ бериш тиллари кўпчилик SCADA тизимлари ўзгарувчининг қиймати ўзгариши билан маълум бир мантиқий шартнинг бажарилиши билан клавишлар комбинациясини босиш билан, шунингдек, частотатаси берилган маълум бир фрагментни (қисмни) бутун илова ёки айрим

дарчага нисбатан бажарилиши билан боғлиқ ҳодисаларга ўхшаш реакцияни генерациялашга имкон берувчи сатҳли (даражали) ичига ўрнатилган тилларга юқори Visual Basic ўхшаш тилларга эга.

Қўллаб қувватланадиган маълумотлар баъзаси

Диспетчерлик назорати ва бошқаруви тизимининг асосий вазифаларидан бири ахборотга ишлов бериш ҳисобланади: ахборотни тўплаш, оператив таҳлил қилиш, сақлаш, сиқиш, жўнатиш ва ҳ.к. Шундай қилиб, яратилаётган тизим доирасида маълумотлар базаси ишлаб туриш керак.

Амалда ҳамма SCADA тизимлар, хусусан, Genisis, InTouch, Citect ANSI SQL синтаксисдан фойдаланади, у маълумотлар базасининг турига боғлиқ эмас. Шундай қилиб, иловалар виртуал изоляцияланган бўлиб, бу маълумотлар базасини амалий масаланинг ўзини жиддий ўзгартирмасдан туриб ўзгартиришга, ахборотни таҳлил қилиш учун мустақил дастурлар яратишга, маълумотларга ишлов беришга йўналтирилган, анча ишланган дастурий таъминотдан фойдаланишга имкон беради.

График имкониятлар

Автоматлаштириш тизимини ишлаб чиқувчи мутахассис учун, худди ишчи ўрни яратилаётган “технолог” мутахассис учун каби график фойдаланувчи интерфейс жуда муҳимдир. SCADA тизимларининг график интерфейслари функционал жиҳатдан жуда ўхшашдир. Уларнинг ҳар бирида анимацион функцияларнинг маълум тўплами бўлган график объектга мўлжалланган таҳрирлагич мавжуд. Фойдаланаётган векторли графика танланган объект устида кенг операциялар тўпламини амалга оширишга, шунингдек анимация воситаларидан фойдаланиб, экрандаги тасвирни тез англаб туришга имкон беради.

Шунингдек, кўриб чиқиладиган тизимларда GUI (Graphic Users Interface) стандарт функцияларни қўллаб-қувватлаш тўғрисидаги масала жуда муҳимдир. Кўриб чиқиладиган SCADA-тизимларнинг кўпчилиги Windows бошқарувида ишлаётгани учун бу фойдаланиладиган GUI нинг турини белгилайди.

Агар тизим учун маълумотларнинг фойдаланилаётган форматлари ва процедура (тадбир) интерфейси белгиланган ва тавсифланган бўлса, у ҳолда бу тизим очик ҳисобланади, бу эса унга «ташқи», алоҳида (мустақил) ишлаб чиқилган компьютерларни улаш имконини беради.

Шахсий дастурий модулларни ишлаб чиқиш

Автоматлаштириш тизимларини ишлаб чиқарувчи- фирмалар олдида шахсий (SCADA тизимлари доирасида кўзда тутилмаган) дастурий модулларни яратиш ва уларни яратилаётган автоматлаштириш тизимига киритиш тўғрисидаги масала туради. Шунинг учун тизимнинг очиклиги тўғрисидаги масала SCADA- тизимларнинг муҳим характеристикаси ҳисобланади. Аслида тизимнинг очиклиги у ёки бу тизимли сервисни амалга оширувчи тизимли (SCADA маъносида) чакирувлар спецификацияларининг очиклигини англатади. Бу график функцияларга, маълумотлар базаси билан ишлаш функцияларга ва ҳ.о.ларга кириш мумкинлигидир.

Киритиш- чиқариш драйверлари

Замонавий SCADA- тизимлар қуйи сатҳдаги аппаратурани танлашни чекламайди, чунки киритиш- чиқариш драйверлари ёки серверларнинг катта тўпламини такдим этади ва қуйи сатҳдаги янги қурилмаларнинг шахсий дастурий модуллари ёки драйверларини яратишнинг яхши ривожланган воситаларига эга. Драйверларнинг ўзи эса дастурлаштиришнинг стандарт тилларидан фойдаланиб ишлаб тайёрланади. Бирок масала шундаки, штатли комплектда (Trace Mode тизими) ишлаб чиқарувчи- фирма етказиб берадиган тизимнинг адресига фақат кира олиш спецификацияларининг ўзи етарлими ёки драйверларни яратиш учун махсус пакетлар (FactoryLink, In Touch тизимлари) зарурми, ёки умуман, драйверни ишлаб тайёрлашни ишлаб чиқарувчи- фирмага буюртма бериш керак.

Учинчи фирмаларнинг ишлаб чиқишлари

Кўпгина компаниялар SCADA- тизимлар учун драйверлар, Active X- объектлар ва бошқа дастурий таъминотни ишлаб тайёрлаш билан шуғулланади. Бу фактни SCADA пакети танлашда баҳолаш жуда муҳимдир, чунки бу тизимнинг мутахассис бўлмаган дастурчилар (программистлар) томонидан қўлланиш соҳасини кенгайтиради (С ёки Basic тилларидан фойдаланиб дастурлар ишлаб чиқишнинг зарурати йўқ).

SCADA- тизимнинг қийматини баҳолашда қуйидаги омилларни ҳисобга олиш керак:

- дастурий- аппарат платформаси қийматини;
- тизимнинг қийматини;
- тизимни ўзлаштириш қийматини;
- кузатиб бориш қийматини.

Мезонларнинг бу гуруҳи кўрсаткичлари жуда ҳам субъективдир. Бу етти марта эшитгандан кўра, бир марта кўрган яхши, деган ҳолатнинг ўзидир. Бу гуруҳга қуйидагиларни киритиш мумкин:

- «Windows- ўхшаш интерфейс» ишланмаси муҳити интерфейсининг қулайлиги, инструментарий ва тизим вазифаларининг тўлаллиги;
- хужжатлаштиришнинг сифати- унинг тўлиқлиги, руслаштириш даражаси;
- яратувчилар томонидан қўллаб-қувватланиши- инсталляция миқдори, дилермен тармоғи, таълим, версияларни янгилаш шартлари ва ҳ.к.

Агар фойдаланувчи бу вазифани ҳам уддалади, деб фараз қилинса, яъни у аниқ бир SCADA- тизимни танлаган бўлса, у ҳолда кейин назорат қилиш ва бошқариш тизимини ишлаб тайёрлаш бошланади, унга қуйидаги босқичлар қиради:

- Умуман автоматлаштириш тизимининг архитектурасини ишлаб тайёрлаш. Бу босқичда автоматлаштириш ситемасининг ҳар бир узелининг функционал вазифаси аниқланади.
- Тақсимланган архитектурани қўллаб-қувватлаш мумкинлиги билан боғлиқ, «кайноқ захиралаш» билан узелларни киритиш билан ва ҳ.к. лар билан боғлиқ масалаларни ҳал қилиш.

- Ҳар бир узел учун бошқаришнинг амалий (татбиқий) тизимини яратиш. Бу босқичда автоматлаштирувчи жараёнлар соҳасидаги мутахассис архитектура узелларини алгоритмлар билан тўлдиради, уларнинг йиғиндиси автоматлаштириш масалаларини ҳал қилишга имкон беради.
- Татбиқий (амалий) тизим параметрларининг қуйи сатҳ қурилмалари (масалан, дастурланувчи мантиқий контроллерлар- ДМК) ташқи дунё билан (технологик параметрлар датчиклари, ижрочи қурилмалар ва б.) алмашинадиган ахборотга мувофиқ келтириш.
- Эмуляция режимида яратилган амалий дастурни созлаш.

20- БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Мембрана
2. Кривошип
3. Шатун
4. Футер
5. Гиэтилен
6. Фторопласт
7. Флонец
8. Прооцедура
9. Контроллер
- 10.Интерфейс
- 11.Визуал

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ижро қурилмаларни таснифини келтиринг.

2. Тўғри ҳаракатдаги поршенли ижро қурилмасининг ҳаракат принципи (тамойили).
3. Бир ва икки томонлама ҳаракатланувчи ижро қурилмаларидеганда нимани тушунасиз?
4. Мембранали ижро қурилмасини ҳаракати тамайилини гапиринг.
5. Мембранали юритмани статик тавсифи.
6. Айланма ҳаракат ижро қурилмаси .
7. Лапласть ижро қурилмасининг ҳаракат тамайили.
8. Позиционер таркиби ва ишлаши.
9. Икки ўзакли ростланувчи клапан ва унинг иш тавсифи.
10. Бурилувчи заслонка ва унинг канструктив тавсифи.
11. Дастурланадиган контроллер ўзида нимани акс эттиради? Унинг асосий вазифаси ва функциялари.
12. Дастурланадиган контроллерлар қандай бегилари бўйича синфланади?
13. Дастурланадиган кўпфункционали контроллерлар асосга қандай тамайиллар жойланган?
14. Шахсий компьютер базасидги контроллерлар ўзида нимани акс эттиради?
15. Локал дастурланадиган контроллерларнинг қандай асосий тавсифлари бор?
16. Контроллерларнинг тармоқ комплеси қандай асосий узеллардан ташкил топган.
17. Тақсимланган тўлиқмас штабли бошқариш тизими нима?
18. Дастурий- техник комплекс қандай функционал элементлардан ташкил топган.
19. Дастурий- техник комплекс архитектураси.
20. Инженерлик станцияси ўзида нимани акс эттиради?
21. Коммуникацион сервер нима ва унинг функциялари?
22. Саноат тармоғининг асосий фунциялари ва вазифалари?

23. Ўзаро боғланишли очик тизимлар модели (OSI модели) хақида тушунча
24. Ижро қурималар ва датчиклар (AS интерфейс) интерфейснинг асосий функциялари.
25. HART протоколнинг асосий техник параметрларини санаб ўтинг.
26. HART қурималарини улашнинг тузилиш схемасининг стандарт варианты.
27. PROFIBUS саноат тармоғи таркибий вазифаси.
28. EtherNet саноат тармоғи асосий вазифаси ва функциясининг бажарилиши
29. ТЖАБТ нинг ривожланишининг асосий босқичлари?
30. SCADA- тизими ўзида нимани акс эттиради
31. SCADA- тизими синфланиши
32. SCADA- тизими умумий схемаси
33. SCADA- тизимни баҳолаш мезони.

У Ч И Н Ч И Б Ё Л И М

АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

XXI бoб. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

21.1 - §. АВТОМАТЛАШТИРИШ ЛОЙИҲАСИНИНГ ВАЗИФАСИ ВА ЛОЙИҲАЛАШ МАСАЛАЛАРИ

Саноатнинг кимё, озиқ-овқат ва бошқа тармоқларининг амалдаги корхоналарини замоналаштириш ва янгиларини яратиш ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг турли масалаларини ҳал қилиш билан боғлиқ катта ҳажмдаги ишларни бажаришни кўзда тутди. Автоматлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш ва бевосита ишлаб чиқариш жараёнларига жорий қилиш — кўп босқичли жараёндир. Унга илмий тадқиқот, лойиҳалаш ва монтаж — созлаш ишлари, шунингдек, ишлатиш жараёнида автоматлаштириш тизимларининг ишончли ишлашини таъминловчи тадбирлар мажмуаси киради.

Замонавий ишлаб чиқаришнинг ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришда ҳал қилинадиган масалалар мутахассислардан турли автоматлаштириш асбобларининг тузилиш ва ишлаш принципларини, автоматик тизимларнинг турли кўринишлари ва синфларини яшаш методларини билишни ҳам, технологик жараёнларни автоматлаштириш соҳасидаги ишлар билан бирга аниқ ва бир қийматли алмашиш мумкин бўлган умумий техник тилни эгаллашни ҳам талаб қилади. Бу бирор технологик жараёнини автоматлаштиришнинг мантиқий ҳисобланган ва техник жиҳатдан асосланган тизимининг автоматлаштириш тизимларини монтаж қилиш, созлаш ва ишлатиш масалалари билан шуғулланувчи мутахассислар учун бирдай тушунарли бўладиган тилда ифодаланиши керак, демакдир. Бунда барча мутахассисларда яратилаётган автоматлаштириш тизимининг асбоб билан таъминланиши, берилган ростлаш қонунларини

амалга ошириш, асбобларни ва автоматлаштириш воситаларини монтаж қилиш – усулларини, импульсли ва буйруқ линияларини ва манба линияларини ўтказиш соҳасида тушунча ягона бўлиши керак.

Бу бир сўздан тушунишга, масалан, монтаж ишларида ишловчилар тизимни ишлаб чиқиш ёки ишлатиш жараёнида монтажчиларнинг бевосита иштирокисиз қай тарзда эришиш мумкин? Бундай бир – бирини тушуниш махсус ишлаб чиқиладиган техник ҳужжат воситасида таъминланади, бу ҳужжат технологик жараёни автоматлаштириш лойиҳаси дейилади.

21.2 - §. АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ БОСҚИЧЛАРИ

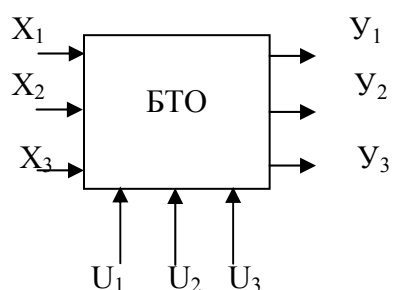
Янги саноат объектларини қуриш ва мавжуд корхоналарни қайта қуриш лойиҳа асосида амалга оширилади. Лойиҳа техникавий ҳужжатларнинг комплексидан иборат бўлиб, буларга объектни қуриш ёки қайта қуриш заруриятини принципиал тарзда асословчи ёзувлар, ностандарт ускуналарни тайёрлаш учун лозим бўлган, шунингдек, ҳамма турдаги қурилиш – монтаж ва созлаш ишларини амалга ошириш учун керак бўлган ҳисоблашлар ва чизмалар киради.

Қурилаётган объектнинг мураккаблигига қараб лойиҳа маълум қисмлардан иборат бўлади. Лойиҳада техника – иқтисодий, технологик, қурилиш, сантехника, электр, автоматика каби қисмлар бўлиши мумкин. Автоматлаштириш лойиҳасининг бир бўлими бўлган технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматик ростлаш ҳамда бошқариш қисмини шу соҳага ихтисослаштирилган ташкилот ёки технологик лойиҳалаш институтининг автоматлаштириш бўлими (гурухи) амалга оширади. Бу лойиҳа технологик жараёнларнинг рационал ишлашини ва ускуналар ишидаги хавфсизликни таъминловчи назорат ўлчов асбобларини, ростлагичлар, автоматика ва сигнализация қурилмаларини, лойиҳалаштирилаётган объектда ишлатиладиган техникавий ҳужжатларни ўз ичига олади.

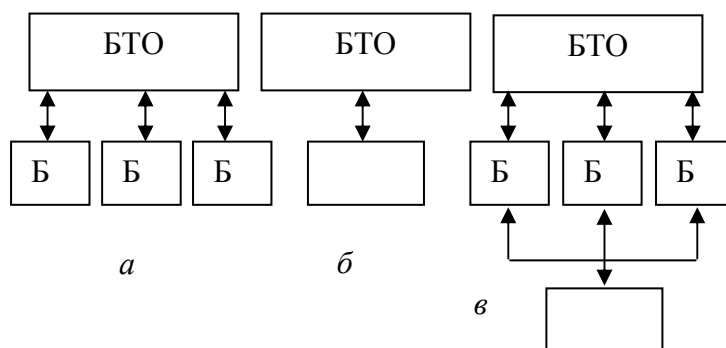
Лойиҳалашни бажаришда лойиҳанинг технологик қисмини тузувчи ташкилот ва ёки буюртмачи берган топшириқ асос бўлиб хизмат қилади. Айрим вақтларда топшириқни тузишда автоматлаштириш лойиҳасини бажарувчи ташкилот ҳам жалб этилади. Лойиҳалаш топшириқларига қуйидагилар киради: а) лойиҳалаштирилаётган объектнинг таркиби, технологик жараённинг қисқача баёни, қурилма ва ускуналарнинг характеристикаси; б) атроф – муҳитнинг характеристикаси кўрсатилган ҳолда назорат қилинадиган ва ростланадиган катталикларнинг натижаси; в) назорат қилиш ва ростлашда рухсат этилган хатолар ва асбобларнинг функционал белгилари (кўрсатиш, ёзиш, интеграллаш, сигнализация ва бошқалар).

Назорат, автоматик ростлаш ва бошқариш тизимларини лойиҳалаш махсус кўрсатмаларга мувофиқ амалга оширилиши мумкин.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш тизимларини лойиҳалаш босқичида бошқаришнинг технологик объектлари (БТО) муфассал таҳлил қилиниши керак. Бунда таҳлил тизими бўлиши, ишлаб чиқариш жараёнини техник жиҳозлаш ва технология, хомашё ва тайёр маҳсулот сифати, жараённи бошқаришни ташкил этиш нуқтаи назаридан тадқиқ этишни кўзда тутиш лозим. Таҳлил жараёнида аниқ ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнлари ўрганилади, жараённи ифодаловчи катталиклар аниқланади, улар орасидаги ўзаро боғланиш топилади.



21.1-расм. Бошқариш объекти сифатида технологик жараён



21.2-расм.. Автоматлаштириш тизимларининг структура схемалари.

а) – марказлаштирилмаган; б) – марказлаштирилган

БТОнинг жорий ҳолатини (21.1-расм) қуйидаги катталиклар белгилайди: дастлабки маҳсулотлар (хомашё ёки олдинги технологик жараён маҳсулоти) ва энергетик оқимларнинг сифати ҳамда миқдорини ифодаловчи кириш $X_1, X_2, \dots, X_n$ катталиклар;

қаралаётган жараённинг ҳолатини (температура, сарф, босим) ва хоссаларини (зичлик, қовушқоқлик, pH) ифодаловчи чиқиш $y_1, y_2, \dots, y_n$ катталиклар;

$U_1, U_2, \dots, U_n$ ростловчи таъсирлар, улар ёрдамида технологик режим тутиб турилади.

БТО таҳлили натижалари автоматлаштириш тизимининг самарали тузилмасининг аниқ масалаларини аниқлашдир. Автоматлаштириш тизимининг энг оддий тузилмалари бир тенгламали марказлаштирилган тизимлар бўлади (21.2-расм, а). Бундай тизимлар технологик жараёнлар (ТЖ) функционал боғланмаган ёки ўзаро кучсиз боғланган ишлаб чиқаришларда қўлланилади. Бу тизимларда ҳар бир участка учун ёки ишлаб чиқариш бўлинмаси учун шахсий (индивидуал) бошқариш пунктлари (БП) яратилади, улар автоматлаштириш учун зарур барча воситалар билан жиҳозланади. Уларда қуйидаги вазифалар ҳал қилинади: технологик катталикларни ўлчаш ва назорат қилиш, уларнинг чегара қийматлари ҳақида сигнал бериш, технологик регламент билан аниқланадиган параметрларни ушлаб туриш. Бу тизимларда бир турдаги ТЖ лар учун (масалан, иситиш жараёни учун аппаратура) расмийлаштириш ва қайта ишланаётган маҳсулотнинг хоссаларидаги фарққа қарамадан автоматлаштириш бўйича умумий ечимлардан фойдаланилади. Автоматлаштириш тизимини зарур ва етарлича аниқ маълумот билан таъминловчи ростланувчи катталиклари ва назорат нуқталарини тўғри танлашдадир.

Ҳозирги пайтда ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш автоматлаштириш тизимларининг жиҳозланишининг турли даражада бўлиши билан ифодаланади. Технологик бошқариш объектлари – агрегатлар, қурилмалар, ишлаб чиқариш тизимлари ва цехлари – марказлашган

автоматлаштириш тизимлари билан борган – сари кўпроқ жиҳозланмоқда (21.2-расм, б). Бу тизимлардан марказий бошқарув пулти (МБП) га объект тўғрисидаги барча ахборот чиқарилади. Марказлаштирилган тизимлардан ишлаб чиқаришларда фойдаланиш тажрибаси қуйидаги кўринишдаги бир қатор камчиликларни аниқлади: автоматлаштириш тизимининг ишлаши ишончлилиги МБП ида хатоларни тузатиш мумкин бўлмаганлиги туфайли пасайди; МПБ ни ва алоқа линияларини техник жиҳозлашга кетадиган харажатлар ошди, бу МБП даги барча оператив ахборотнинг тўпланишига боғлиқ МБП да таъмирлаш ва профилактик ишларни бажариш куну – тун ишловчи узлуксиз ТЖ ли корхоналар учун мураккаблашди.

Санаб ўтилган камчиликлар марказлашган икки сатҳли (икки поғонали) автоматлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш учун асос бўлади (21.2-расм, в), уларда МБП марказлашмаган тизимлардаги каби ана шу вазифаларни амалга оширувчи шахсий (индивидуал) бошқариш пунктларини тўлдиради. МБП да (юқори даража) БТО (бошқаришнинг технологик объектлари) ҳақидаги ахборотга ишлов берилади ва БТО нинг айрим агрегатлари иш режимини ўзгартирувчи командалар шаклланади.

Кўпчилик замонавий корхоналарни киритиш мумкин бўлган мураккаб объектларни марказлашган автоматлаштириш тизимлари МБПга келаётган катта ҳажмдаги ахборотга ишлов бериш ва таҳлил қилиш учун ҳисоблаш техникаси (ХТ) воситаларидан фойдаланиш даражасига қараб кенг тарқалмоқда. БТО ҳақидаги ахборотнинг МБП да тўпланиши ундан объектни оптимал бошқаришни амалга ошириш учун оператив фойдаланишга имкон беради, бу фақат технологик қурилманинг унумдорлигини ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг сифатини ошириб ҳамда хомашё исрофини камайтирибгина қолмай, балки бошқарувни янгича ташкил этишни ҳам – техник иқтисодий кўрсаткичларни оператив ҳисоблашни, айрим ишлаб чиқариш агрегатларининг ва умуман корхонанинг ишини мувофиқлаштиришни таъминлайди. Тузилиш схемасида автоматлаштириш

тизимларига эга бўлган ХТ воситалари технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари дейилади.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимларини лойиҳалаш бир ва икки босқичда бажарилади. Икки босқичли лойиҳалашда техникавий лойиҳа (ТЛ) тузилиб, иккинчи босқичда ишчи чизмалар (ИЧ) яратилади. Бир босқичли лойиҳалашда иккала босқич бирлаштирилган бўлиб, буни техник ишчи лойиҳа (ТИЛ) дейилади. Бир босқичли лойиҳалаш анча қулайдир. Бу ҳолда содда объектларнинг автоматлашган тизимлари лойиҳаларини тузиш ва мураккаб бўлмаган типавий лойиҳаларни жорий этиш ёки иқтисодий жиҳатдан тежамли индивидуал лойиҳаларни қайта ишлатиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Технологик жараёнларнинг автоматлаштириш тизимларини ҳисоблаш машиналарини ишлатиб лойиҳалаштиришда, шунингдек, янги ўзлаштирилмаган, ёки жуда мураккаб технологияли ишлаб чиқариш, ёхуд янги ускуналар ишлатилган объектларни автоматлаштиришда юқорида кўрсатилган лойиҳалаштириш босқичларидан аввал илмий – текшириш ёки тажриба – конструкторлик ишлари амалга оширилади, уларнинг натижаларидан эса лойиҳа тузишда фойдаланилади.

Техникавий лойиҳани яратиш жараёнида автоматлаштириш тизимларининг ҳажми, тузиш асослари ва уларни амалга оширувчи техникавий воситаларнинг комплексларини танлашни асослаб бериш, шунингдек, автоматлаштириш тизимларининг смета нархларини аниқлаш лозим. Бундан ташқари, техникавий лойиҳа босқичларида технологик жараёнлар ва асосий технологик ускуналарнинг автоматлаштириш шартларига мувофиқлик масалалари кўрилади ва лозим топилса, автоматлаштиришга мос шароит яратиш мақсадида уларни модернизациялаш ёки қайта қуриш учун тадбирлар кўрилади.

Ишчи чизмаларни яратишда шчит ва пультларни тайёрлаш, автоматлаштириш воситалари ва асбобларини танлаш ҳамда буюртма, шунингдек, қурилиш ва монтаж ишларини амалга ошириш учун етарли

бўлган техникавий лойиҳанинг вазифалари аниқланади ва деталлаштирилади. Автоматлаштириш тизимлари ишчи чизмаларининг ҳажми ва таркиби қурилиш ва монтаж ишларини замонавий усулларда амалга ошириш имконини бериши ва монтаж майдонидан ташқарида тайёрланган блоклардан фойдаланишни камраб олиши лозим.

Техник лойиҳада қуйидаги ҳужжатлар ишлаб чиқилади: технологик жараёнларни автоматлаштириш схемалари, шчитлар, пультлар ва ХТ воситаларини жойлаштириш режалари; автоматлаштириш асбоблари ва воситалари, ХТ воситалари, шчитлар, пультлар, электроаппаратуралар, монтаж қилиш буюмлари ва бошқаларнинг буюртма ҳужжатлари, тушунтириш хати.

Ишчи чизмаларни бажариш босқичида қарорлар аниқлаштирилади. Бу босқичда назорат, автоматик ростлаш, бошқариш, сигнализация ва манбанинг принципиал электр ва пневматик схемалари ишлаб чиқилади; шчит ва пультларнинг умумий кўринишлари; шчит ва пультларнинг монтаж қилиш схемалари; ташқи электр ва трубади ўтказгичларнинг схемалари; асбобларнинг, автоматлаштириш воситаларининг, ХТ воситаларининг, электроаппаратуранинг, шчитлар ва пультларнинг, кабеллар ва ўтказгичларнинг, монтаж қилиш материаллари ва буюмларнинг буюртма спецификациялари ишлаб чиқилади.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимларини лойиҳалашда лойиҳа ҳужжатларининг сифатини ошириш, уларнинг ҳажмини ва муддатини қисқартириш учун автоматлаштириш соҳасида илғор саноат тажрибаларини ўзида мужассамлаштирган инструкторив ва норматив материалларга асосланиш, шунингдек, умумсаноат ва тармоқ характериға эға бўлган норматив материаллардан фойдаланиш керак. Технологик жараёнларни автоматлаштириш тизимларининг лойиҳаларини яратишда типавий лойиҳалар, ечимлар, конструкциялар ва шу кабилардан максимал даражада фойдаланиш керак.

Автоматлаштириш тизимларини лойиҳалаш мураккаб ва меҳнат талаб жараён бўлса, унда ижодий иш (муҳандислик таҳлили, ечимлар вариантларини тайёрлаш) типавий лойиҳавий ечимлардан фойдаланиш билан кўшиб олиб борилгани учун кўпчилик жамоаларнинг кучи автоматик лойиҳалаш тизимларини (АЛТ), автоматлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ масалаларни ҳал этишга қаратилган. Бунда АЛТ деганда лойиҳалашнинг турли босқичларида масалаларни босқичма – босқич ҳал этишни таъминловчи ЭХМ – лар учун ҳисоблаш программалари тўплами тушунилади. Бу ишларни бажаришнинг биринчи босқичи тармоқ лойиҳа ташкилотларида тармоқда фойдаланиладиган автоматлаштиришнинг техник воситалари номенклатурасини акс эттирувчи ахборот ҳисоблаш базасини яратиш ҳисобланади.

Ҳозирги пайтда автоматлаштириш тизимларини лойиҳалашнинг ноижодий қисми маълум даражада формалаштирилган ва замонавий ХТ воситаларидан фойдаланиб ҳал қилинмоқда, автоматлаштириш элементлари ва воситаларини ҳисоблаш, АХВ ини таҳлил ва синтез қилиш, лойиҳалашнинг матн ва чизма қисмларини расмийлаштириш (безаш). Лойиҳалашни автоматлаштириш, лойиҳавий ҳужжатларни ишлаб чиқиш муддатларини камайтиради ва унинг сифатини оширади.

21.3 – §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ

Автоматлаштиришнинг принципиал схемаси лойиҳанинг асосий техникавий ҳужжати бўлиб, у технологик қурилманинг автоматлаштирилиш даражаси ва принципини кўрсатади. Бунда бошқариш тизимини тузишнинг бош босқичида қабул қилинган барча принципиал ечимлар ўз ифодасини топади. Чизма бошқариш объекти, назорат, ростлаш, дастурли бошқариш, сигнализация, блокировка, ҳимоя ва автоматлаштиришда ишлатиладиган воситалар ҳақида тушунча бериши лозим. Одатда сигнализация, блокировка ва ҳимоя махсус чизмаларда кенгайтириб берилади. Принципиал чизмаларда

бошқариш органлари ва коммуникациялар билан бирга технологик қурилмаларнинг чизмаси, автоматлаштириш воситаларини, технологик агрегатларнинг турли қурилмалари билан автоматлаштириш воситалари ўртасидаги ўзаро боғланишларни схематик кўрсатилади.

Автоматлаштириш масалалари технологик воситалардан фойдаланиб ҳал этилади, бу воситаларга танланган қурилмалар, дастлабки ахборотни аниқловчи воситалар, ахборотни алмаштириш ва қайта ишлов бериш воситалари, хизмат кўрсатувчи ходимларга ахборотни таништириш ва чиқариб бериш воситалари ҳамда ёрдамчи воситалар киради.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш схемаларини (ТЖАС) ишлаб чиқишда қўйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:

1) автоматлаштиришнинг техник воситаларини танлашда технологик жараённинг характерини, жараённинг ёнғинга ва портлашга мойиллигини; атроф муҳитнинг заҳарлилигини ва агрессивлигини; ўлчанаётган муҳитнинг физик – кимёвий хоссаларини ва параметрларини; ўлчов ўзгарткичларининг ўрнатилган жойидан назорат ва бошқарув пунктларигача ахборот сигналларини узатиш узоқлигини (масофасини), бошқариш тизимида ишончлилиги аниқлиги ва тез таъсир курсатиши хусусидаги талабларни ҳисобга олиш зарур;

2) ТЖАС автоматлаштиришнинг ХТ нинг сериялаб ишлаб чиқариладиган воситалари асосида қурилиши керак; бунда қўшилиши (бирикмаси) соддалиги, ўзаро боғланувчанлиги, шчитларда ва бошқарув пультларида жойланиши қулайлиги билан ифодаланувчи бирхиллаштирилган тизимлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир;

3) автоматлаштириш тизимлари фақат сериялаб чиқарилган аппаратура асосидагина ясалиши мумкин бўлмаган ҳолларда лойиҳалаш жараёнида янги автоматлаштириш воситаларини ишлаб чиқиш учун техник вазифалар берилади;

4) ёрдамчи энергиядан (электр ёки пневматик) фойдаланувчи автоматлаштириш воситаларини танлаш автоматлаштириладиган

объектнинг ёнғин чиқиши ва портлашга хавфлилик шароитлари билан, ахборот ва бошқариш сигналларининг тез ишлаши ва узатиш масофасига кўйиладиган талаблар билан белгиланади;

5) диспетчерлик шчитлари ва пультларида ўрнатиладиган сигнализация ва бошқариш асбоблари ва аппаратураси микдори чекланган бўлиши керак. Аппаратуранинг ортиқча (кўп) бўлиши хизмат кўрсатувчи ходимларнинг диққат эътиборини технологик жараённинг кечишини белгиловчи асосий автоматлаштириш воситаларидан четга тортади, қурилмани ишлатишни мураккаблаштиради, унинг таннархини ошириб юборади;

6) ТЖАСини ишлаб чиқишда тизимдаги бошқариш вазифаларини орттира бориш имконини ҳисобга олиш керак.

Автоматлаштириш схемасининг юқори қисмида технологик схема тасвирланади, у ТБО нинг ишлаш принципи ҳақида тасаввур бериши керак. Принципиал чизмаларда датчикларнинг сезгир элементлари, ростлаш органлари ва ижро этувчи механизмлари технологик чизманинг тахминан монтаж қилиниши лозим бўлган нуқталарида ифодаланади.

Технологик чизмаларда технологик жараённинг характерини ифодалайдиган кўринишда агрегатлар соддалаштириб кўрсатилади; бунда масштабга эътибор берилмайди; лекин агрегатларнинг шакли тахминан ўхшаш булиши керак.

Технологик чизмалар, одатда, чапдан ўнгга қараб ўқилади. Аппаратларни ифодалайдиган чизиқларнинг қалинлиги 0,2 ... 0,3 мм бўлиши керак. Чизмада ҳар бир аппарат белгиланиб кўрсатилади. Агар аппаратлар рақамлар билан белгиланган бўлса, у ҳолда ускуналарни кўрсатувчи жадвал (экспликация) берилади.

Технологик қурувларни автоматлаштиришнинг принципиал чизмасида суюқлик, буғ ва газ учун мўлжалланган қурувлар шартли белгилар асосида ифодаланади. Уларнинг баъзилари 21.1-жадвалда келтирилган. қурув чизиқларининг узилишида ёнма – ён рақамлар орасидаги масофа 50 мм дан кам бўлмаслиги керак. Агар технологик чизмада назарда тутилмаган суюқ

ёки газсимон муҳитларнинг белгилари учраса, бошқа ракамлардан фойдаланиш мумкин, фақат бу ҳолда чизманинг бир четида қабул қилинган шартли белгиларга изоҳ берилиши керак.

Чизмларни ўқишни осонлаштириш мақсадида трубопровод белгиларига модда йўналишини кўрсатувчи стрелкалар қўйилади, шунингдек, чизмада принципиал вазифага эга бўлган тўсувчи мосламаларнинг белгилари ҳам берилади. Трубопровод белги чизиқларининг кенглиги 0,6... 1 мм булиши керак.

21.1 – жадвал.

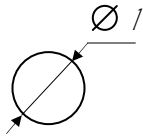
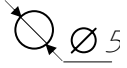
Қувурларнинг шартли белгилари.

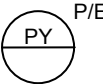
Қувурдаги махсулот	Шартли белгилари	Рангли белгилашлар	
		ранги	бўёқ
Лойиҳада кўп учрайдиган суюқлик ёки газ	—	Қизил Қора	Киноварь, кармин, сурик, қора тушь
Сув	– 1 – 1 –	Кўк	Лазурли гуммигут
Буғ	– 2 – 2 –	Кул ранг	Паст эритилган киновар, кармин
Ҳаво	– 3 – 3 –	Зангори	Лазурь, кобальт
Азот	– 4 – 4 –	Тўқ сариқ	Охра
Кислород	– 5 – 5 –	Яшил	Ультрамарин
Аммиак	– 11 – 11 –	Қўнғир	Паст эритилган қора тушь
Кислота	– 12 – 12 –	Алифтли	Охрали яшил
Ишқор	– 13 – 13 –	Қўнғир жигар ранг	Селия
Ёғ	– 14 – 14 –	Жигар ранг	Кўйдирилган сиена
Суюқ ёқилғи	– 15 – 15 –	Сариқ	Гуммигут
Водорот	– 16 – 16 –	Оч сариқ	Охрали киноварь
Ёнғинга қарши қувурлар	– 26 – 26 –	Қизил	Киновар, кармин, сурик

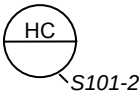
Вакуум қувурлвр	– 27 – 27 –	Оч қўнғир	Суюлтирилган қора тушь

21.2 – жадвал.

Автоматлаштириш асбобларининг график шартли тавсифи.

Номи	белгиланиши
Шчитдан ташқарида (жойида) ўрнатилган асбоблар	
Шчитда пултда ўрнатилган асбоблар	
Ижро механизми. Умумий белгиланиши	
Боғланиш чизиқлари	
Боғланиш чизиқларининг ўзаро кесишиши	
Температурани ўлчаш учун жойига кўра ўрнатилган дастлабки ўлчов ўзгарткичи (сезгир элемент)	
Ўрнига кўра ўрнатилган кўрсатувчи температурани ўлчаш учун асбоб	
Шчитда ўрнатилганини кўрсатувчи температурани ўлчаш учун асбоб	
Ўрнига кўра ўрнатилган кўрсаткичларни масофадан туриб температурани ўлчаш учун шкаласиз асбоб	
Шчитда ўрнатилганини кўрсатувчи бир нуқтали, қайд этувчи температурани ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, қайд этувчи, автоматик	

айланиб чикувчи қурилмали температурани ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, пропорционал – интеграл ростловчи, қайд этувчи температурани ўлчаш учун асбоб	
Жойига кўра ўрнатилган, шкаласиз позицион қонун билан ростланувчи температура ростлагичи	
Жойига қараб ўрнатилган, контакт қурилмали шкаласиз температура ўлчаш учун асбоб	
Шчитда ўрнатилган, юқори ва пастки сатҳларида сигнализацияли, контактли қурилма билан кўрсатувчи сатҳни ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, вақтинча дастур бўйича жараёни бошқариш учун асбоб	
Жойига кўра ўрнатилганини кўрсатувчи маҳсулот сифатини ўлчовчи асбоб	
Жойига кўра ўрнатилган сигнал ўзгартгич. Кириш сигнали пневматик, чиқиш сигнали – электрик	
Кўпайтириш вазифасини бажарувчи ҳисоблаш қурилмаси	
Электр двигателини бошқариш учун юргизиш аппаратураси	
Шчитда ўрнатилган, масофадан бошқариш бойпас панели	

Шчитда ўрнатилган, бошқаришни танлаш учун мўлжалланган бошқарув калити	
Ростлаш органи	

21.3 – жадвал.

**Ўлчанаётган катталиклар ва асбобларнинг функционал белгиларининг ҳарфий
белгиланиши.**

Белги	Ўлчанадиган катталик		Асбобнинг функционал белгиси		
	Асосий белгиланиши	Қўшимча белгиланиши	Ахборотнинг аксланиши	Чиқиш сигналининг шаклланиши	Қўшимча қиймат
A	+	–	сигнализация	–	+
B	+	–	–	–	–
C	+	–	–	Автоматик ростлаш бошқариш	–
D	Зичлик	Фарқ, ўзгариши	–	–	–
E	Истаган электр катталик	–	+	–	–
F	Сарф	Нисбат, қаср	–	–	–
G	Ўлчам, силжиш, ҳолат	–	+	–	–
H	Қўлда таъсир	–	–	–	Ўлчанаёт- ган катталикн инг юқори чегараси
I	+	–	Кўрсатиш	–	–
J	+	Автоматик уланиш, сурилиш	–	–	–
K	Вақт, вақтли дастур	–	–	+	–
L	Сатҳ	–	–	–	Ўлчанаёт- ган катталикн инг пастки чегараси
M	Намлик	–	–	–	–
N	+	–	–	–	–
O	+	–	–	–	–

P	Босим, вакуум	—	—	—	—
Q	Сифатни ифодаловчи катталиқ	Вақт бўйича интеграллаш жамлаш	—	+	—
R	Радиактивлик	—	Қайд этиш	—	—
S	Тезлик частота	—	—	Улаш, узиш, қайта улаш, блокиров- ка	—
T	Температура	—	—	+	—
U	Бир нечта турли ўлчанувчи катталиқлар	—	—	—	—
W	Масса	—	—	—	—
V	Қовушқоқлик	—	+	—	—
X	Тавсия этилмайдиган заҳира ҳарф	—	—	—	—
Y	+	—	—	+	—
Z	+	—	—	—	—

Эслатма: «Плюс» ишораси билан белгиланган ҳарфий белгилаш заҳира белги бўлиб, «минус» ишораси билан белгиланганлари фойдаланилмайди.

21.4 – жадвал.

Асбобларнинг функционал белгиларини акс эттирувчи қўшимча ҳарфий белгилашлар.

Белгилашлар	Номланиши
E	Сезгир элемент (бирламчи ўзгартириш)
T	Масофадан узатиш (оралиқ ўзгартириш)
K	Бошқариш станцияси
Y	Ўзгартириш ҳисоблаш функциялари

Автоматлаштиришнинг принцинал чизмасида технологии жараёни автоматик бошқариш воситаларининг ҳаммаси шартли равишда кўрсатилади. Принцинал чизмаларда автоматлаштириш воситаларининг шартли

тасвирлари ГОСТ 21.404 – 85 талаблари асосида бажарилади (21.2, 21.3, 21.4-жадваллар).

Автоматлаштириш принципал чизмасининг пастки қисмида бошқариш шчитти ва пультига монтаж қилинадиган назорат ва автоматика асбоблари кўрсатилади.

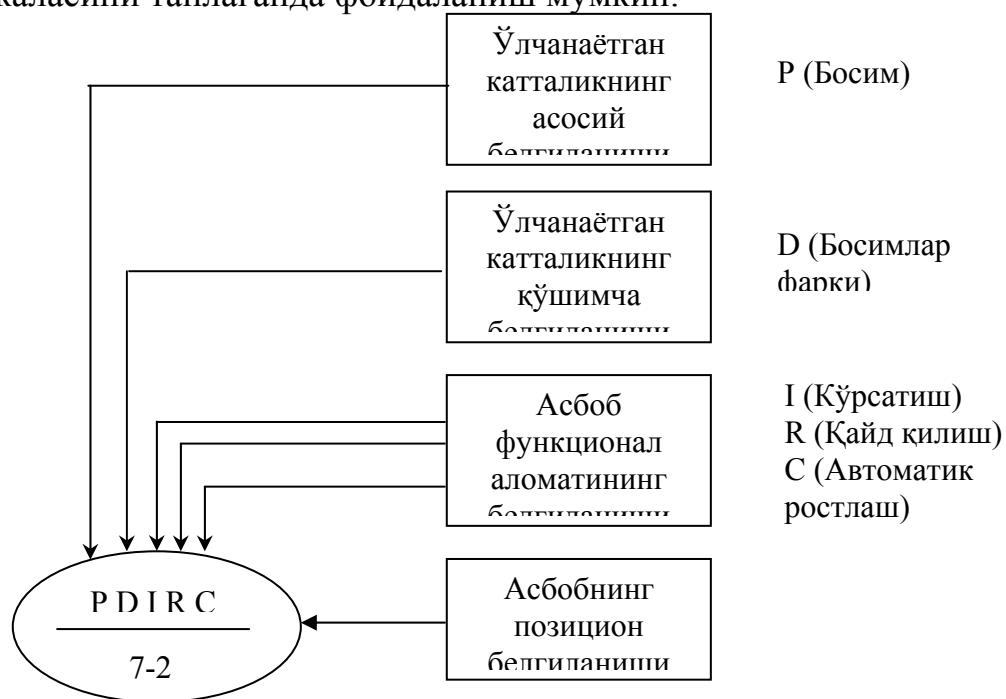
Автоматлаштириш асбоблари ва воситаларини ва шартли белгиларини белгилашнинг икки усули тавсия этилади: соддалаштирилган ва муфассал кенгайтирилган белгилаш услубида мураккаб вазифаларни, масалан, назорат, ростлаш ва синализацияни амалга оширувчи ҳамда айрим блок кўринишида ишланган автоматлаштириш асбоблари ва воситалари битта шартли белги билан ифодаланади. Ердамчи вазифаларни бжарувчи қурилмалар (филтрлар, редукторлар, кучайтиргичлар, ток манбалалари, монтаж элементлар ва бошқалар) тасвирланмайди.

Муфассал кенгайтирилган белгилаш услубида ҳар бир асбоб ёки блок алоҳида шартли белги билан тасвирланади.

Асбобнинг шартли белгиланишини 21.3-рasm ифодалайди. График тасвирнинг юқори қисмида ўлчанаётган катталиқнинг ва асбобнинг функционал белгиларининг ҳарфий белгилари ифодаланади, пастки қисмида эса асбобнинг ёки автоматлаштириш воситалари мажмуасининг позицион белгилари қўйилади. Битта параметрни ўлчаш, сигналлаш ёки ростлаш учун мўлжалланган воситалар тўплами комплект дейилади. Автоматлаштириш воситалари комплектидаги (барча асбоблар битта номер билан белгиланади, унинг ҳар бир таркибий қисмига эса (ўлчовчи, ростловчи асбобга ва бошқа элементларга) қўшимча рақамли индекс берилади.

Аппаратура комплектида қўшимча рақамли индексларнинг берилиши қўйидаги кетма – кетликда амалга оширилади: датчик, ўлчовчи ёки ростловчи асбоб, қайта улагич ва ҳоказо. Автоматлаштириш схемасининг (АС) позицион белгиланиши лойиҳанинг барча материалларида сақланади. Асбобнинг ёки қурилманинг (қўлда бошқарилувчи қурилмалардан ташқари) белгиланишдаги биринчи рақам ўлчанаётган катталиқнинг номи

хисобланади. Қўлда бажариладиган ишлар учун мўлжалланган курилмаларнинг (кнопка, бопқариш калити ва бошқалар) ҳарфий белгиланиши Н ҳарфидан бошланиши керак. Асбобнинг функционал белгиларининг ҳарфий белгиланишининг жойланиш тартиби I, R, C, S, A кетма – кетлик билан белгиланган. Чизмаларда иложи борича чизиқлар кам бўлиши ёки кесишиши керак. Агар принципиал чизмаларда чизиқлар кўпайиб кетса, адрес усулидан фойдаланилади, бунда жойига ўрнатилган асбобларда, кўрсатилган горизонтал чизиқдан 40... 80 мм масофада, боғланиш йўллари узилади. Худди шу масофада ўлчаш учун импульс олиш жойи ва ижро этувчи механизмлар ўрнатилган ердан боғлаш чизиқлари узилади. Боғлаш чизиқларининг рақамли адреслари қўйи ва юқори узунликларга мос иккита горизонталларда жойлашади. Узилиш ерларида чапдан унга тартиб билан ортиб борадиган қилиб номерлар ёзилади. Назорат – ўлчаш асбобларининг тўғри танлангани ҳақида олдиндан фикр юритиш мақсадида боғлаш чизиқларининг қуйи кесмалари ёнида ўлчанаётган технологик параметрларнинг энг юқори миқдорлари кўрсатилади. Бундан ташқари, бу маълумотлардан ўлчаш асбобларининг шкаласини танлаганда фойдаланиш мумкин.

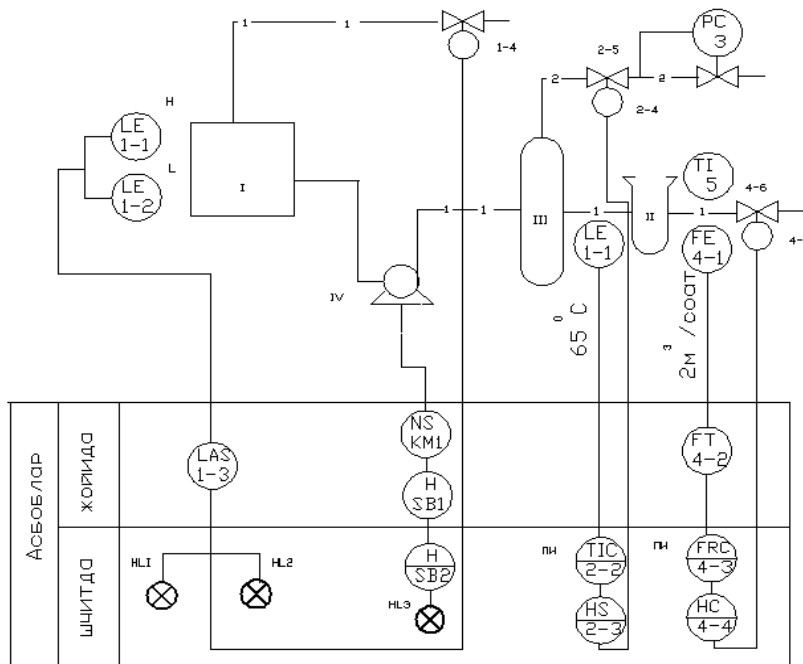


21.3-расм. ГОСТ 21.404-85 бўйича асбобнинг шартли белгиланишини

ифодалаш принципи.

Автоматлаштиришнинг принципиал чизмасини ўқишни осонлатиш мақсадида асбоблар ва ростлагичларнинг шартли ифодасида кириш сигналларини тепадан, чиқиш синалларини эса пастдан улаган маъқул. Агар чизмада бир хил характеристикали жойига ўрнатилган асбоблар кўп маротаба қайтарилса, у ҳолда «Маҳаллий асбоблар» тўртбурчагига фақат битта асбоб белгиланишини чизишга рухсат берилади (бу биринчи навбатда манометрларга тегишли) бундай асбобларнинг позиция номерлари кўрсатилади. Бу ҳолларда айрим қурилмалардан чиққан боғланиш йулларини бирлаштириш мақсадга мувофиқдир. Шунингдек, бир неча датчикдан чиқиб, сигнал битта иккиламчи асбобга борганда (масалан, агар бир нечта қаршилик термометрлари битта кўприк билан ишлаганда) ҳам йўллارни бирлаштириб кўрсатиш мумкин.

Автоматик асбобларнинг контактлари сигнал бериш, блокировкаш ва ҳимоя каби электр чизмаларида ишлатилса, у ҳолда боғлаш йўллари битта горизонтал чизиқда бирлаштирилади ва унга масалан, «Бошқаришнинг электр чизмаси», «Сигнал бериш чизмаси» каби ёзувлар ёзилади.



22.4- расм. Технологик жараённи автоматлаштириш схемаси.

21.4-расмда мисол тариқасида ТЖ автоматлаштириш схемаси келтирилган бўлиб, унда ишловга берилаётган маҳсулотнинг температура ва сарфи АРТ амалга оширилган; магистралдаги буғ босми АРТ тўпланувчи идишдаги сатҳ позицион АРТ; насос электр юритмасини бошқариш тизими.

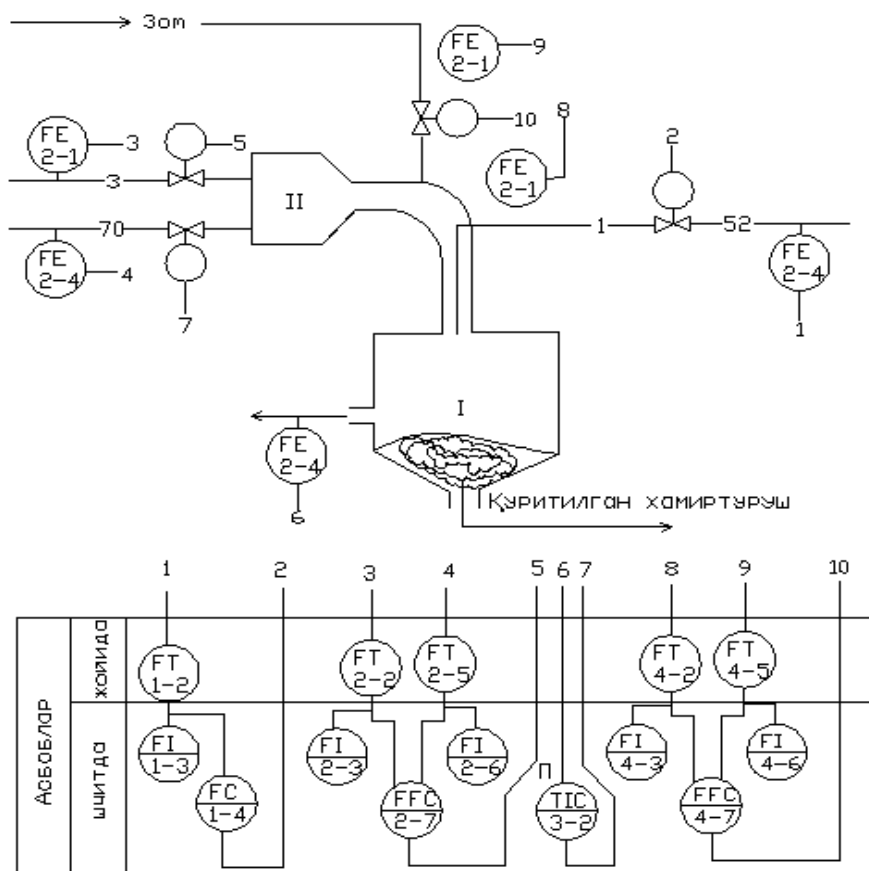
ТЖАС ини ишлаб чиқишда шчитларни ва бошқариш пуьтларини чизманинг пастки қисмида тўғри тўртбурчак кўринишида тасвирлаш қабул қилинган. Бу тўғри тўртбурчаклар худудига назорат, сигнализация ва бошқарувни ростлаш аппаратураси тасвирланади.

ТЖАСда тасвирланувчи электр аппаратурага (электр ўлчов асбобларига, сигнал лампаларига, кнопкаларга, бошқарув калитларига, қўнғироқларга ва бошқаларга) принципиал электр схемаларда қабул қилинган рақамли ҳарфли белгилашлар киритилади. Баъзи асбобларнинг ва тўғри таъсир қилувчи ростлагичлар, кўрсатувчи термометрлар, монометрлар каби автоматлаштириш воситаларининг принципиал белгиланишлари фақат тартиб номеридан иборат (21.4-расмда бу тўғри таъсир кўрсатувчи босим ростлагичи РС(3), температурани ўлчаш асбоби Т1 (5), HL1, HL2, HL3 сигнал лампалари, КМ1 магнитли ишга туширгич, SB1 ва SB2 бошқариш кнопкалари).

Шчит ва пуьтлардан ташқарига ўрнатиладиган ҳамда бевосита технологик қурилмалар ва коммуникациялар билан боғлиқ бўлмаган асбоблар ва автоматлаштириш воситалари шартли равишда тўғри тўртбурчак ичида «жойида ўрнатилган асбоблар» деб кўрсатилади. Бу тўғри тўртбурчак шчитлар ва бошқариш пуьтлари тўғри тўртбурчаги устида тасвирланади.

Технологик схемада I тўплам маҳсулотни қайта ишлашга узатишдаги нотекисликларни (ҳар хилликларни) йўқотиш учун мўлжалланган, II тўплам эса тўпловчи бўлади. Автоматлаштириш схемаси ундаги сатҳни икки позицияли ростлаш учун мўлжалланган. (Юқори) сатҳ 1 – 1 ва (пастки) сатҳ 1– 2 датчиклари маҳсулотнинг тўплагичга узатилишини бошқарувчи электромагнит клапан 1 – 4 га таъсир қилувчи позицион ростловчи қурилма 1 – 3 га сигнал беради. Насос IV ишлов бериш учун узатиладиган

Маҳсулот сарфини барқарорлаштириш АРТда трубопроводда ўрнатилган датчик 4 – 1 дан келаётган сигнал оралиқ ўзгарткич 4 – 2 орқали кўрсатувчи, ўзиёзар ва ростловчи 4 – 3 асбобга келади. Қаралаётган контурда сарфланиш катталиги ростловчи клапан 4 – 6 нинг очиклик даражасига боғлиқ бўлган оқимни дросселлаш даражаси билан белгланади. Кўпинча АС да ростлагичларнинг тасвири ёнида улар амалга оширадиган ростлаш қонунининг шартли белгиси берилади. 2 – 2 ва 4 – 3 ростлагичлар томонидан ПИ-ростлаш қонуни амалга оширилади.



679

ТЖАСда фойдаланиладиган автоматлаштириш воситаларининг тури, маркаси ва асосий характеристикалари махсус ҳужжатда келтирилади, бу ҳужжат автоматлаштиришнинг истаган лойиҳасининг матни материалнинг тақибий қисми ҳисобланади.

Автоматлаштириш воситалари сони катта бўлган мураккаб ТЖАСларни тасвирлашда АТ адрес усулида бажарилади.(21.5-расм).

Ёниш камераси II да вужудга келадиган ёндириш газлари ҳаво оқими билан аралашади ва қуришти камераси I га келади, у ерга ҳамиртуруш суспензияси ҳам узатилади.

Иссиқ газлар оқими суспензиянинг чангланишини (заррачаланишини), пайдо бўлаётган томчиларнинг талаб қилинаётган намликдаги қуришини таъминлайди. Грануларнинг ўртача ўлчами газларнинг ва ҳамиртурушли суспензия сарфининг нисбатига боғлиқ бўлади. Тайёр маҳсулот қуришти камерасидан чиқарилади, камерада у ажралувчи газлардан ажоалади.

Пурковчи қуриткич АТ қуйидаги асосий ростлаш контурларини ўз ичига олади:

1) қуриткичга (1 – 4 ростлагичга) келадиган ҳамиртуруш суспензияси сарфи; бу контур қурилманинг барқарор унумини таъминлайди;

2) ҳаво сарфининг берилган нисбатдаги газ сарфи (2 –7 ростлагич); бу газнинг тўла ёнишини таъминлайди;

3) қуруқ ҳамиртурушларнинг қолдиқ намлиги билан коррекцияланган чиқувчи газларнинг (3 – 2 ростлагич) температураси;

4) ишлатиб бўлинган ҳаво сарфининг берилган нисбатда ҳамиртуруш суспензияси сарфи билан (4 – 7 ростлагич); қуруқ ҳамиртурушларнинг талаб қилинган гранулометриқ таркибини таъминлаш учун.

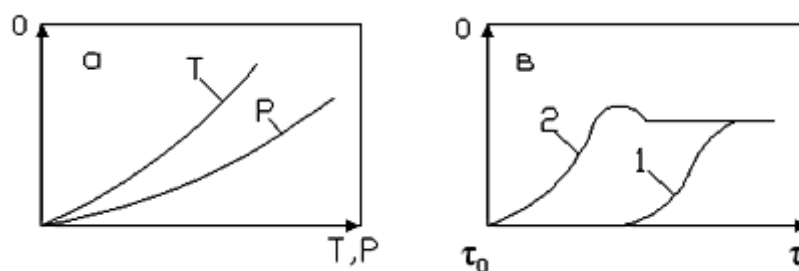
21.4 – §. БОШҚАРИШ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ ВОСИТАЛАРИНИ ТАНЛАШ

Бошқариш тизими (БТ) бошқариш мақсадига, қурилманинг ишончли, авариясиз ишлашига ва портлаш ҳамда ёнғинга қарши хавфсизлик

талабларига риоя қилинганда ишлаб чиқаришнинг ҳар қандай шароитида технологик регламентни берилган аниқликда қувватлаб туриш ҳисобига эришишни таъминлаши керак. Бунда у имкони борича содда ва ишлатишда осон бўлиши керак.

БТ ни ишлаб чиқишда асосий вазифа бошқаришда иштирок этаётган параметрларни танлаш ҳисобланади, яъни ростлаш, назорат қилиш ва таҳлил қилиш зарур бўлган ва қийматларга кўра БТО нинг авариядан олдинги ҳолатини аниқлаш мумкин бўлган параметрларни танлашдан иборат. Бошқача айтганда, технологик объектларни бошқариш стратегияси ишлаб чиқилади. Бунда танланган параметрларнинг минимал сонига эга бўлган ҳолда БТО ҳақида иложи борича тўлиқ маълумотга эга бўлиш керак. Бошқарув мақсадига муваффақиятли эришишга бошқариш стратегиясини амалга ошириш учун автоматик қурилмаларни тўғри танлаш катта ёрдам беради.

Ростланувчи катталикларни ва ростловчи таъсирларни киритиш каналларини танлаш. Бу босқичда жараённи ифодаловчи кўпгина параметрлардан ростланадиганларини ва уларни ўзгартириш билан ростловчи таъсир киритиш мақсадга мувофиқ бўлганларини танлаб олиш зарур. Одатда, уларнинг сони бошқарувда иштирок этаётган параметрларнинг тўртдан бир қисмидан ошмайди. Қўйилган вазифани жараённинг мақсадини таҳлил қилиш натижаларига ва унинг ишлаб чиқаришдаги бошқа жараёнлар билан боғланишига қараб уддалаш мумкин бўлади. Таҳлил натижаларидан келиб чиқиб бошқарув мезони, унинг берилган қиймати ва параметрлари танланади, уларни ўзгартириш билан энг мақсадга мувофиқи унга таъсир кўрсатишдир. Бу иш параметрларнинг ўзаро боғлиқлиги ҳақида тасаввур берувчи жараённинг статик ва динамик характеристикалари асосида амалга оширилади.



21.6-расм. Объектнинг статик (а) ва динамик (б) характеристикалари:

1 – P Сосим ўзгарганда; 2 – T температура ўзгарганда; τ_0 — ғалаёнланиш они (моменти).

Статик характеристикалар бир хил параметрларнинг бошқаларига таъсир кўрсатиш даражасини баҳолашга имкон беради. 21.6-расм, а) да бирор мақсадга қаратилган C маҳсулот чиқишининг аппаратдаги T температурага ва P босимга боғлиқлиги кўрсатилган. Статик характеристикаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, P босимнинг ҳатто жуда катта ўзгаришлари ҳам C параметрга сезиларли таъсир кўрсатмайди. Шунинг учун мақсадга қаратилган маҳсулотнинг статик характеристика асосида чиқишини T температурани ўзгартириб, қувватлаб туриш керак. Динамик характеристикалар танловнинг тўғрилигини аниқлаштиришга имкон беради. 31.6- расм, б) даги графикдан кўринишича, 1 температура ўзгарганда энг кичик кеч қолишлар ўринли бўлади.

Ростлаш канали шундай танланадики, бунда ростловчи таъсир (сарфнинг температуранинг, босимнинг ўзгариши) ростланувчи катталиқнинг максимал ва тез ўзгариши билан бирга ўтсин, яъни объектнинг ростлаш канали бўйича кучайиш коэффиценти максимал бўлсин.

Бошқарув мезони ва унга таъсир этувчи каналлар танлангандан сўнг БТОни бўлиши мумкин бўлган ғалаёнланишлар ва уларни объектга келмасдан олдин йўқ қилиш йўллари нуқтаи назаридан таҳлил қилишга киришилади. Бунда асосий эътиборни кириш параметрларини барқарорлаштиришга қаратиш зарур, чунки уларнинг ўзгариши билан объектга кучли ғалаёнланишлар киради.

Одатда, барча ғалаёнланувчи таъсирларни объектга киргунга кадар йўқотиб бўлмайди. Ички ғалёнланишларни эса амалда олдиндан билиш ва йўқотиш мумкин эмас. Бундан ташқари, кўпгина кириш ва чиқиш параметрлари олдинги ёки келгуси жараённинг технологик режими билан белгиланади. Масалан, контакт аппаратга келадиган куйдирадиган газдаги (H_2SO_4 ишлаб чиқариш) кислород концентрацияси куйдириш (пишириш) жараёнининг технологик режимига боғлиқ; абсорбцион колоннага узатиладиган дегидрацияланган газнинг (синтетик каучук ишлаб чиқариш) таркиби дегидрациялаш жараёнининг кечишига боғлиқ.

Барча мумкин бўлган ғалаёнланишлар бартараф қилиниши мумкин бўлмагани учун улар режим параметрларининг ўзгаришига, кейин эса бошқариш мезонининг ўзгаришига ҳам олиб келади. Режимли параметрларни ростлаш зарурати пайдо бўлади. Бунда яна объектнинг статик ва динамик характеристикаларига мурожаат қилиш зарур бўлади.

Пировардида, кимёвий технологиянинг ТБО ни автоматлаштиришда, одатда, бошқариш мезонини, режимли ва кириш параметрларини ростловчи комбинациялашган (аралаш) БС нинг яратилишига келинади.

Шуни таъкидлаб ўтамуз, параметрларнинг ўзаро боғлиқлиги туфайли бир параметрни ростлаш (созлаш) учун қаратилган ростловчи таъсирлар бошқаларига ҳам таъсир кўрсатади. Масалан, ретификацион колоннанинг қайнаткичига температурани ростлагич томонидан узатиладиган буғ миқдорининг ўзгариши фақат кубдаги температуранинг ўзгаришигагина эмас, балки ундаги сатҳга ҳам таъсир қилади.

Айрим параметрлар орасидаги ички боғланишларни сусайтириш усуллари ҳам мавжуд ростланувчи катталиклар сифатида ўзаро боғланмаган (ёки кучсиз боғланган) параметрларни танлаш; ростлаш занжирига (ростлагичлар орасига) компенсацияловчи ташқи боғланишларни киритиш.

Назорат қилинувчи катталикларни танлаш. Технологик жараёнларни оператив бошқариш, шунингдек, уни ишга тушириш ва тўхтатиш амалга ошириладиган параметрларнинг қийматлари назорат қилиниши керак.

Бундай параметрларга ҳамма режимли ва чиқиш параметрлари, шунингдек, кириш параметрлари киради, буларнинг ўзгариши натижасида объектга ғалаёнланиш кира бошлайди. Қийматлари технологик карта томонидан чекланадиган параметрлар албатта назорат қилинади.

Портлаш хавфи бўлган БТОнинг технологик параметрларини назорат қилишга алоҳида эътибор берилиши керак. Уларнинг ҳар бири учун технологик жараённинг критик физик – кимёвий катталиклари қийматлари тўплами, шунингдек, улар ўзгаришларининг диапазони аниқланади. Газ чиққанлик миқдорини назорат қилиш учун (чегаравий йўл қўйилган концентрация бўйича) ишлаб чиқариш хоналарида, очик ташқи қурилмаларнинг ишчи зоналарида автоматик газ анализ қилиш воситалари мажбурий равишда кўзда тутилиши керак.

Портлаш хавфи бўлган БТОларнинг ҳолатини ифодаловчи параметрлар фақат назорат қилинибгина қолмай, балки ростланиши ҳам керак, назорат қурилмаларига сигналлар эса бир қанча сезгир элементлардан келиши керак, масалан, суюлтирилган газлар ва тез алангаланувчи суюқликлар (ТАС) бўлган идишларга сатҳни белгиловчи учта ўлчагич ўрнатиш лозим.

Сигнал берувчи катталикларни танлаш. БТОни қайта ишланувчи моддаларнинг портлашга ва ёнғинга хавфлилиги, заҳарлилиги ва агрессивлиги (таъсирчанлиги) юз бериши мумкин бўладиган авария ва бахтсиз ҳодисаларга нисбатан таҳлил қилгандан сўнг сигнализация параметрларини танлашга киришилади.

Чегаравий қийматлари қуйида кўрсатилган оқибатларга олиб келиши мумкин бўлган параметрлар авариядан олдин (зарур бўлганда эса эҳтиётлик) сигнализация қилиниши керак: портлаш ва ёнғин чиққанда (масалан, технологик аппаратларда, ишлаб чиқариш хоналарида, очик ташқи қурилмаларнинг ишчи ҳудудида портлаш хавфи бўлган моддаларнинг тўпланиши); бахтсиз ҳодисалар рўй берганда (масалан, хонада заҳарли моддалар тўпланганда) авария содир бўлганда (масалан, қурилма ҳаракатланувчи қисмларининг энг четки ҳолатларида); қурилма ишдан чиққанда (масалан,

аппаратларда босим, катализаторли реакторларда температура); технологик режимнинг мутлақо бузилиши (масалан, жараёни бошлаб берувчи қўшимчалар сарфи, аппаратдаги суюқлик сатҳи); шартномага мос келмайдиган ва брак маҳсулот ишлаб чиқариш (масалан, энг муҳим режимли параметрлар).

Табиийки, мақсадга қаратилган маҳсулотларнинг миқдорий ва сифат характеристикаларини ўзгартирш ҳоллари, шунингдек, айрим агрегатларни технологик регламентда кўзда тутилмаган тўхтатишлар сигнализация қилинади.

Шуни таъкидлаш керакки, жуда масъулиятли параметрларни сигнализациялаш иккита параллел ўрнатилган ўлчагичлардан амалга оширилиши керак, масалан, осон алангаланувчи суюқликлар сатҳларини иккита ўлчагичдан амалга оширилади.

Параметрларни ва ҳимоя усуллари танлаш. Оператив технологик ходимлар сигналлаш қурилмалари нохуш ҳодисалар ҳақида хабар қилганда уларни бартараф этиш бўйича тегишли чоралар кўриши керак. Агар бу чоралар самарали бўлмаса ва БТО ҳолатини ифодаловчи параметр авария қийматига яқинлашаётган бўлса, аварияга қарши ҳимоя (АҚХ) тизими ишга тушиши керак, улар автоматик равишда берилган программага кўра моддий ва энергетик оқимларни тақсимлайди, портлаш, авария, бахтсиз ҳодиса, кўп миқдорда брак чиқариш хавфини олдини олиш мақсадида аппаратларни улайди ва узади. Бунда БТО хавфсиз ҳолатга ўтказилиши, ҳатто тўхтатиб қўйилиши керак. Ишчи ҳолатга технологик шахс томонидан қайта ўтказилади.

Амалга ошириладиган ҳимоя усуллари мажмуаси ТБО нинг хусусиятларидан келиб чиқиб, авария ҳолатларини ва БТОнинг портлаш хавфи категорияларини таҳлил қилиб ишлаб чиқилади: портлаш хавфи 1 категорияли блоклари бўлган БТОлар учун вазиятни ҳисоблаш техникаси воситалари билан қўшимча моделлаш зарур. Бунда, бир томондан қўлланилаётган автоматик усуллар вужудга келган критик вазиятни тўла

йўқотиши керак, иккинчи томондан – ҳимоя қурилмалари аралашувининг оқибатлари минимал бўлиши керак. Масалан, бирор модда концентрацияси хавфли қийматга етганда мазкур модда узатиладиган магистраль ёпилиши ва авария вентиляция тизимишга туширилиши керак; босим чегаравий қийматидан ошганда сақлагич клапан ишга тушиши керак ва ҳоказо.

АҚХ тизимининг асосий вазифаларидан бири – БТО портлаш хавфи даражасини максимал камайтиришдир, шу жумладан қурилма ичида портлаш ва ёнғинларнинг олдини олишдир; қурилмани бузилишдан ҳимоя қилиш ва авариявий герметиклиги бузилганда ундан атмосферага ёнилғи моддаларнинг чиқишини максимал чеклаш, ишлаб чиқариш биноларида, иншоотларида ва ташқи қурилмаларда бўлиши мумкин бўлган портлаш ва ёнғинларни бартараф қилиш.

Ускуналарнинг қийматлари ва АҚХ тизимларининг ишлаб кетиш вақти БТОнинг ёнғин ва портлаш хавфи категориясини ҳисобга олган ҳолда белгиланади, параметрларнинг ўзгариш тезлигини, сезгир элементнинг аниқлик синфини ва АҚХ тизимининг тезкор ишлашини ҳисобга олган ҳолда белгиланади.

Нормал режимдан четланишида ёнғин ва портлаш хавфи туғдирадиган аралашмалар пайдо бўлиши мумкин бўлган БТОлар уларда портлаш хавфини келтириб чиқарадиган аралашмаларнинг пайдо бўлишини йўқотадиган ёки олдини оладиган инерт газларни узатиш тизимлари билан таъминланади. Портлаш хавфи I категорияга эга; блоклари бўлган ишлаб чиқаришлар учун инерт газни автоматик бошқарадиган қурилмалар кўзда тутилади, II ва III категорияларида эса масофадан туриб бошқариладиган қурилмалар, энергетик потенциалларининг нисбий қийматлари 10 дан кичик бўлганда эса жойига кўра қўлда бошқаришга рухсат этилади.

АҚХ тизимиманбаи узилган ҳолда БТОни хавфсиз ҳолатга ўтказиш керак. Манба уланганда АҚХ тизимида ишлаб чиқариш узиб – улашлар бўлишига йўл қўймаслик керак. АҚХ тизимида тўсувчи (деблокировка) калитлари фақат ишга тушириш, тўхтатиш ва қайта улашни таъминлаш учунгина рухсат

этилади. Бунда ҳимоя қилиш параметрларини узиб қўйиш вақтини ва сонини қайд қилувчи қурилма назарда тутилиши керак.

Автоматлаштириш воситаларини танлаш. Бошқариш вазифасини бажарувчи ҳисоблаш техникаси автоматик қурилмалари ва воситалари имкони борица объектнинг мураккаблигини ва унинг ёнғин ҳамда портлаш хавфини, агрессивлигини, атроф муҳитнинг заҳарланганини, ўлчанаётган технологик параметрнинг турини ҳамда муҳитнинг физиккимёвий хоссаларини, датчиклардан ва ижрочи қурилмалардан узатиладиган сигналларнинг бошқариш пунктларигача узатиш узоқлигини, талаб қилинган аниқлигини ва тез таъсир кўрсатишини, ўлчов тизимларининг ўл қўйиладиган хатоларини, қурилма ўрнатилган жойни, электр жиҳозларни ўрнатиш қоидалари талаблари. ни ҳисобга олган ҳолда танланиши керак. Бунда бир хил, марказлашган ва сериялаб ишлаб чиқариладиган қурилмаларга афзаллик бериш керак. Бу таъминотни анча енгиллаштиради, сўнгра бошқариш сисетмасини ишлатишни ҳам осонлаштиради.

Портлаш ва ёнғин хавфи бўлган БТОлар учун автоматлаштириш воситаларини танлаш жуда масъулиятлидир. Хусусан, таркибида I категориядаги портлаш хавфи бўлган блокли ишлаб чиқаришлар ўз – ўзини диагностика қилувчи ва тузук ҳолатини ёруғлик индикация қилувчи резервланувчи электрон воситаларга асосланган (ЭХМ ва микропроцессор техникани ҳам ҳисобга олганда) тизимлар билан жиҳозланиши керак. Бу тизимлар аварияли чиқиндилар чиққанда узиш операциясини бажариш кетма – кетлиги ва вақти берилган махсус программа бўйича ишлаши керак. Юқори даражадаги техника технологик шахснинг хато ҳаракатлари эҳтимолини максимал даражада камайтиришни таъминлаши керак. II ва III категорияли портлаш хавфи бўлган технологик блоklar технологик параметрларни регламент (белгиланган) қийматларга келтиришнинг ёки блоklarни тўхтатишга келтиришнинг самарали тез таъсир кўрсатувчи тизимлари билан таъминланади. Бундай тизимларни бошқариш ҳисоблаш машина (БХМ)ларисиз ҳам қуриш мумкин.

$Q_b < 10$ бўлган блоклар учун назорат қилишнинг автоматик қурилмаларидан ва сигналлашнинг қўлда ростлаш қурилмасидан фойдаланишга рухсат этилади.

I категориядаги блоклар аварияли герметиклиги бузилганда атроф муҳитга чиқиндилар чиқишни максимал камайтириш учун кўпи билан 12 с да ишга тушадиган автоматик тез таъсир тўсиқлар ва (ёки) қайтарувчи қурилмалар кўзда тутилиши керак. II ва III категорияли блоклар учун масофадан туриб бошқариладиган ва ишга тушиш муддати кўпи билан 120 с бўлган қурилмалар; $Q_b < 10$ блоклар учун қўлда юритмали тўсиқли қурилмаларни ўрнатишга рухсат этилади, бунда уларни ишга туширишнинг минимал вақти (самарали ҳудудий жойлаштириш ҳисобига) кўпи билан 300 с бўлиши кўзда тутилади. АҚХ тизимининг ижрочи механизмлари четки ҳолатларини кўрсаткичларидан ташқари (бевосита механизмларда) операторликда четки ҳолатларни сигналлаш қурилмалари керак.

АҚХ тизиминормал технологик режимнинг беҳосдан ва қисқа муддатли бузилиш сигналларида, шунингдек уни резерв ёки аварияли манбага ўтказишда ишлаб кетмаслиги керак. Манба узилган ҳолларда тизим БТО нинг хавфсиз ҳолатга ўтишини таъминлаши керак.

21.5 – §. ТЕХНОЛОГИК ОБЪЕКТЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ДАРАЖАСИНИ АНИҚЛАШ

Автоматлаштириш даражаси технологик объектни бошқариш бўйича инсоннинг иштирокисиз, автоматик бажариладиган меҳнат улушини ифодалайди. Уни миқдорий баҳолаш K кўрсаткич ёрдамида амалга оширилади. Бу кўрсаткичдан фойдаланишда амалдагиларни автоматлаштириш ва қайта қуриладиган БТОни автоматлаштириш бўйича олиб бориладиган ишларнинг асосий йўналишларини режалаштириш ҳолатини таҳлил қилиш мумкин. K кўрсаткичнинг максимал қиймати 1 га тенг, нормадаги қиймати эса 0,75—0,9 оралиғида олинади. K кўрсаткич

$$K = \sum_{i=1}^{12} \alpha_i K_i / \sum \alpha_i \quad (21.1)$$

тенгламага кўра ҳисобланади, бунда K – айрим бошқарув функцияларини автоматлаштириш даражасининг хусусий кўрсаткичлари, α_i – функцияларнинг «муҳимлик» коэффиценти бўлиб, мазкур функцияларнинг бошқарувнинг умумий жараёнидаги нисбий аҳамиятини белгилайди.

Қуйида технологик объектни бошқариш функциялари ва уларнинг «муҳимлик» коэффицентлари келтирилган:

<i>I</i>	Бошқариш функциялари	α_i
1	Технологик параметрларни назорат қилиш	0.9
2	Хом ашё, ярим фабрикаг ва мақсадга қаратилган маҳсулот сифати параметрларини назорат қилиш	0.9
3	Технологик параметрларни қайд этиш	0.7
4	Асосий қурилма ҳолатини назорат қилиш	1.0
5	Техник воситалар мажмуаси (ТВМ) меҳнат қобилиятини назорат қилиш	1.0
6	Техник – иқтисодий кўрсаткичлар (ТИК) ни ҳисоблаш	0.8
7	Технологик ҳолатлар таҳлили	0.7
8	Ишга тушириш ва тўхтатиш	0.8
9	Технологик жараёни бошқариш	0.9
10	Технологик жараёни оптималлаштириш	0.9
11	Технологик жараёни олиб бориш сифатини баҳолаш	0.7
12	Қўшни ва юқори даражадаги бошқарув билан ахборот	

Агар автоматлаштириш тизими бирор бошқарув функциясини бажармаса, у холда бу функциянинг автоматлаштириш даражасининг хусусий кўрсаткичи нолга тенг деб қабул қилинади.

Технологик параметрларни назорат қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_I қуйидаги тенгламадан ҳисоблаб топилади:

$$K_I = \sum_{i=1}^4 K_{Ii} n_{Ii} / n_{I0} \quad (21.2)$$

бунда n_{Ii} – i - усул бўйича назорат қилинаётган параметрлар сони, n_{I0} – назорат қилинаётган параметрларнинг умумий сони; K_{Ii} – технологик параметрларни назорат қилишни амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

I	Технологик параметрларни назорат қилишни амалга ошириш усули	K_{Ii}
1.	Жойида ўрнатилган асбоблар билан назорат қилиш	0.2
2.	Параметрлар четлашганда сигнализацияли назоратнинг шчитли тизими	0.7
3.	Рақамли асбобларни марказлашган назорат ва бошқарув воситаларини қўлланиб (старт, режим, Каскад, Микродат ва ҳ.к.) назорат қилиш, параметрларининг четлашишини сигналлаш ва чақириш	0.85
4.	ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникасини қўлланиб назорат қилиш, параметрлар оғишини сигналлаш, дисплейга чақириш.	1.0

Нazorat параметрлари, сонини амалга ошириш усуллари бўйича ҳисоблашда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим: биринчидан, айнан

битта параметр амалга оширишнинг турли усулларига кира олмайди (уни энг аҳамиятли усулга киритиш зарур); иккинчидан, жойига кўра технологик қурилмалар билан комплект тарзда келтириладиган асбоблар билан назорат қилинадиган, шунингдек, фақат юргизиш, созлаш ва БТО да текшириш учун зарур асбоблар билан назорат қилинадиган параметрлар ҳисобга олинмайди.

Хом ашё, яримфабрикат ва мақсадга қаратилган маҳсулот параметрларини назорат қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи қуйидаги тенглама бўйича аниқланди:

$$K_2 = \sum_{i=1}^4 K_{2i} n_{2i} / n_{20} \quad (21.3)$$

бу ерда n_{2i} – i - усул бўйича назорат қилинувчи параметрлар сони, n_{20} – сифатни назорат қилиш параметрларининг умумий сони (технологик регламент бўйича белгиланади); K_{2i} – қийматлари қуйида келтирилган хом ашё, ярим фабрикатлар ва мақсадга қаратилган маҳсулотлар параметрларини назорат қилишнинг аниқ усули коэффиценти:

<i>I</i>	Сифат параметрларини назорат қилиш усули	K_{2i}
1	Лабораториявий назоратнинг кимёвий ва физик – механик усуллари	0.2
2	Яримавтоматик лаборатория назоратининг инструментал усуллари	0.5
3	Таҳлил натижаларига ишлов бериб, автоматлаштирилган қурилмада назорат қилиш	0.8
4	Потокдаги автоматик анализаторлар ёки (ва) назорат параметрларини ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникаси ёрдамида ҳисоблаш	1.0

Технологик параметрлар K_3 ни қайд этишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи қуйидагича ҳисобланади:

$$K_3 = \sum_{i=1}^4 K_{3i} n_{3i} / n_{30} \quad (21.4)$$

бу ерда n_{3i} – i - усул бўйича қайд этилувчи параметрлар сони, n_{30} – қайд этилувчи параметрларининг умумий сони; K_{3i} – технологик параметрларни қайд этишни амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қўйида келтирилган.

<i>I</i>	Параметрларни қайд этиш усули	K_{3i}
1	Қўлда қайд этиш	0,2
2	Иккиламчи асбоблар диаграммаларида	0,6
3	Марказлашган назорат ва бошқариш воситалари билан	0,85
4	ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникасини қўлланиб, параметрлар, режимли листлар, хабарлар, график ёки жадвал босиш	1

Қурилманинг ҳолатини («уланган», «ўчирилган», «берк», «очиик») назорат қилишни автоматлаштириш, даражаси кўрсаткичи K қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$K_4 = \sum_{i=1}^4 K_{4i} n_{4i} / n_{40} \quad (21.5)$$

бу ерда n_i – юритмага эга (насосли ва компрессорли агрегатлар, ҳаво билан совитиш аппаратлари ва ҳоказо) машинали қурилма бирликлари сони, шунингдек, i – усул бўйича назорат қилинувчи трубопроводларда тўсиқли арматура бирликлари сони; n_{40} —асосий қурилманинг умумий бирликлари сони, K_4 — қурилма ҳолатини назорат қилишнинг аниқ усули коэффиценти.

<i>I</i>	Асосий қурилма ҳолатини назорат қилиш усули	K_{4i}
1	Жойига кўра назорат қилиш	0.2

2	Шчитли тизим ёрдамида назорат қилиш ва сигналлаш	0.7
3	Марказий бошқарув пультада мнемосхемада ва оператор хонасидаги шчитда назорат ва сигналлаш ёки (ва) дисплей мнемосхемасида ва марказий назорат ҳамда бошқариш, ЭХМ ва микропроцессор техникасини қўллаб босмага чиқариш	0.85
4	Вазиятни назорат қилиш ва сигналлаш ҳамда қурилма диагностикаси	1.0

Техник воситалар мажмуасининг (унинг таркибига сингалларни олиш, алмаштириш, сақлаш, акслантириш ва қайд этиш воситалари, тизимда ахборотни қўшни ва юқорида турган АБС ларга узатиш воситалари, ижрочи механизмлар ва бошқарувчи ҳисоблаш комплекслари киради) иш қобилиятини назорат қилишни автоматлаштириш даражасининг K_5 кўрсаткичи бундай аниқланади:

$$K_5 = K_{5i} \quad (21.6)$$

бу ерда K_{5i} – техник воситалар мажмуасининг (ТВМ) иш қобилиятини назорат қилишнинг аниқ усули коэффиценти:

I	ТВМ нинг иш қобилиятини назорат қилиш усули	K_{5i}
1	ТВМ қисмларининг панд бериши ва ишдан чиқиш пайтларини қўлда қайд этиш ва бузилишларни оператив ходимлар аралашуви билан бартараф қилиш	0.2
2	ТВМ нинг иш қобилияти ҳақидаги маълумотларни ахборотнинг тўғрилигини марказлашган назорат ва бошқариш воситалари билан назорат, сигналлаш, маълумотларни ракамли асбобларга чақириш	0.7
3	ТВМ нинг иш қобилияти ҳақидаги маълумотларни ЭХМ ва микропроцессор техникаси воситалари билан алгоритмлар, тестли ва диагностик назорат программаларини қўлланиб назорат қилиш, сигналлаш,	0.85

дисплейга чиқариш, босиш

- 4 Рад жавоблари бўлганда тизимни бутунлай ҳамда 1.0 айрим каналларини ҳам зарур заҳирага автоматик ўтказиш

Шунки таъкидлаймизки, K_5 кўрсаткич, шунингдек K_7 , K_{10} , K_{11} кўрсаткичлар ҳам амалга ошириш (бажариш) усулларига боғлиқ ҳолда оралиқ қийматлар қабул қилишлари мумкин.

* Қурилма диагностикаси деганда қурилманинг титраши, ўқ бўйича силжиши, печлар змеевикларининг ҳолати, подшипниклар температураси ва ҳоказолар ҳақидаги ахборот тушунилади.

Техник – иқтисодий кўрсаткичларни (ТИК) ҳисоблашни автоматлаштириш даражасининг K_6 кўрсаткичи

$$K_6 = \sum_{i=1}^2 K_{6i} n_{6i} / n_{60} \quad (21.7)$$

тенгламага кўра аниқланади, бу ерда $n_{6i} - i$ – усул бўйича ҳисобга олинган ТИК сони, n_{60} – ТИК нинг умумий сони; K_{6i} – кўрсаткичларнинг ҳар бир гуруҳи учун ТИК ни ҳисобга олиш функциясини амалга ошириш усулига боғлиқ ҳолда танланади:

ТИК ни ҳисоблаш функциясини амалга ошириш

<i>I</i>	усули	K_{6i}
1	Асбобларнинг қўлда кўрсатишларига мўлжалланган ТИК	0.2
2	Марказлашган назорат ва бошқариш, ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникаси воситалари ёрдамида ҳисобланган ТИК	1.0

ТИК таркибига қайта ишланган хомашё, мақсадга қаратилган маҳсулотлар, йўқотишлар, энергия сарфлари ва истеъмол қилинадиган материаллар ҳажмлари (асли ва режадаги) киради; мақсадга қаратилган

маҳсулотларни танлаш (факт ва режадаги) моддий ва иссиқлик баланси; солиштирма энергия сарфлари (фактик ва режадаги); мақсадга қаратилган маҳсулотнинг таннархи (аслида ва режада).

***I* Технологик вазиятларни таҳлил қилиш функциясини K_{7i}**

амалга ошириш усули

1	Жойида ўрнатилган асбоблар кўрсатиши бўйича	0.2
2	Асбоблар диаграммасига кўра ва операторлар шчитидagi параметрларнинг оғишини сигналлаш бўйича	0.8
3	Марказий бошқарув пультидаги параметрларнинг оғишлари сигнали бўйича, мнемосхема ва операторлар шчити бўйича ёки (ва) ЭХМ ҳамда микропроцессорли техникани марказлашган назорат қилиш қурилмаларини қўлланиб, дисплей мнемосхемасида ва босмада	0.9
4	Бошқариш бўйича тавсиялар бериб, вазиятларни махсус алгоритмлар бўйича таҳлил қилиш	1.0

Технологик вазиятларни таҳлил қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_7 қуйидагича аниқланади:

$$K_7 = K_{7i} \quad (21.8)$$

бу ерда K_{7i} – технологик вазиятларни таҳлил қилиш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти.

Ишга тушириш ва тўхтатишни автоматлаштириш даражасининг K_8 кўрсаткичи бундай ҳисобланади:

$$K_8 = \sum_{i=1}^4 K_{8i} n_{8i} / n_{80} \quad (21.9)$$

бу ерда n_{8i} – i – усул бўйича ишга туширилувчи (тўхтатилувчи) қурилма бирликлари сони; n_{80} — қурилманинг умумий бирликлари сони; K_{8i} – ишга тушириш ва тўхтатиш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

Ишга тушириш ва тўхтатиш функциясини амалга

<i>i</i>	ошириш усули	K_{8i}
1	Қўл юритмадан ва жойида ўрнатилган асбоблардан фойдаланиб	0.2
2	Масофадан туриб бошқариш ва назоратдан фойдаланиб	0.6
3	Алоҳида программий курилмалардан ёки алгоритмлардан фойдаланиб	0.8
4	Тўла автоматик равишда	1.0

Технологик жараёни бошқаришни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_9 қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_9 = \sum_{i=1}^4 K_{9i} n_{9i} / n_{90} \quad (21.10)$$

бу ерда n_{9i} усул бўйича бошқаришда иштирок этувчи ростлаш контурлари сони; n_{90} – бошқарувда иштирок этаётган ростлаш контурларининг умумий сони; K_{9i} – технологик жараёни бошқариш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

<i>I</i>	Бошқариш функциясини амалга ошириш усули	K_{9i}
1	Шчитли вариантда жараён параметрларининг стабиллашуви	0.7
2	Сифат анализаторларини қўллаб, шчитли вариантда жараён параметрларининг стабиллашуви	0.8
3	Марказлашган назорат ва бошқарув воситаларини ва (ёки) микропроцессорли контроллерларни қўллаб жараён параметрларининг стабиллашуви	0.9
4	Суперчақирув ва бевосита рақамли бошқариш	1.0

Технологик жараёни оптималлаштиришнинг автоматлаштириш даражаси ва K_{10} кўрсаткичи қуйидаги тарзда ҳисобланади:

$$K_{10} = K_{10i} \quad (21.11)$$

бу ерда K_{10i} – технологик жараённи оптималлаштириш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қуйида келтирилган.

<i>I</i>	Оптималлаштириш функциясини амалга ошириш усули	K_{10i}
1	Операторга маслаҳат режимида технологик жараённи оптималлаштириш	0.85
2	Автоматик оптимал бошқариш	1.0

Технологик жараённи олиб бориш сифатини баҳолашни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_{11} бундай ҳисобланади:

$$K_{11} = K_{11i}. \quad (21.12)$$

бу ерда K_{11i} – технологик жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

<i>I</i>	Жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш усули	K_{11i}
1	Технологик жараённи олиб борилиши сифати ноавтоматик амалга оширилади	0.2
2	Автоматик ҳисобланадиган комплекс кўрсаткичлардан фойдаланиб жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш	0.6
3	Сифатни баҳолаш ҳисобланадиган кўрсаткичларни ЭХМ дан фойдаланиб, тўла амалга оширилади	1.0

Технологик жараённи олиб бориш сифатини комплекс баҳолаш смена режасини бажаришни, хом ашёни йўқотишини, энергоресурсларни тежаш, асосий технологик параметрларнинг «чиқишини», санитария – техник нормаларнинг бажарилишини ҳисобга олади.

Бошқаришнинг қўшни ва юқори турувчи даражалари билан ахборот алмашинувини автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_{12} қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_{12} = \sum_{i=1}^5 K_{12i} n_{12i} / n_{120} \quad (21.13)$$

бу ерда $n_{12} - i$ – усул бўйича узатилаётган ахборот бирликлари сони; n_{120} – бошқаришнинг қўшни ва юқорида турувчи даражаларига узатилувчи ахборот бирлигининг умумий сони; K_{12} – бошқаришнинг қўшни ва юқори даражалари билан ахборот алмашилиши функциясини (ишини) амалга оширишнинг аниқ усули коэффициенти:

<i>i</i>	Ахборот алмашиш функциясини амалга ошириш K_{12i} усули	
1	Курьер ёрдамида	0.2
2	Телефон алоқаси ёрдамида	0.3
3	Телеграф ва факссиман алоқа ёрдамида	0.7
4	Терминал қурилмалар ва ЭХМ ёрдамида	0.9
5	Автоматик машиналараро ахборот алмашиш	1.0

Қуйироқда бошқарув тизимларининг икки варианты учун (II вариантда бошқарув тизимиСМ туридаги ишни ЭХМга асосланади) автоматлаштириш даражасининг хусусий ва комплекс кўрсаткичларини ҳисоблашга мисол келтирилган. Нефтни қайта ишлаш саноатида комбинациялашган қурилма билан тузсизлантириш (электрообессоливание) ва атмосфера вакуумли трубчатка (ЭЛОУ – АВТ) ҳисоблаш учун зарур дастлабки маълумотлар 21.5 – жадвалда келтирилган.

Натижада K кўрсаткичнинг қуйидаги қийматларини ҳосил қиламиз:

$$K_I=0,53; K_{II}=0,85.$$

Ҳисоб – китоб натижаларининг кўрсатишича I вариантдаги шчитли бошқариш тизимитаъминлайдган автоматаштириш даражаси 0,52 га тенг экан, бу эса норматив қийматдан анча паст (0,75 – 0,9). Фақат катта

имкониятларга эга бўлган ҳисоблаш техникасидан фойдаланишгина берилган қийматларга эришишга имкон беради.

21.5- жадвал

**Автоматлаштириш даражаси кўрсаткичларини ҳисоблаш мисоли учун
дастлабки маълумотлар**

Бошқариш функцияси i	Функцияни амалга ошириш усули j	I Вариант				II Вариант			
		n_{ij}	K_{ij}	n_{i0}	K_i	n_{ij}	K_{ij}	n_{i0}	K_i
1	2	270	0.7	270	0.7	170	0.7	270	0.71
	4					100	1		
2	2	40	0.5	60	0.6	15	0.5	60	0.81
	3	20	0.8			20	0.8		
	4					25	1		
3	2	90	0.6	90	0.6	50	0.6	90	0.77
	4					40	1		
4	2	80	0.7	80	0.7			80	0.85
	3					80	0.85		
5	1	+	0.2		0.2				0.85
	3					+	0.85		
6	1	32	0.2	32	0.2			32	1
	2					32	1		
7	2	+	0.8		0.8				0.95
	3					+	0.9		

	4					+	1		
8	2 3	75	0.6	75	0.6			75	0.8
						75	0.8		
9	1 4	140	0.7	140	0.7	95 45	0.7 1	140	0.8
10	1					+	0.85		0.85
11	1 3	+	0.2		0.2				1
						+	1		
12	1 2 3 4	60 60	0.2 0.3	120	0.25			120	0.8
						60 60	0.7 0.9		

21.6 – §. ПРИНЦИПИАЛ ЭЛЕКТРИК ВА ПНЕВМАТИК СХЕМАЛАР

Принципиал электрик схемалар (ПЭС). Бу схемалар автоматлаштириш тизимибўғинларига кирувчи элементлар таркибини белгилайди, улар орасидаги боғланишларни, асбоблар ва автоматлаштириш воситаларининг электр таъминот усуллари акс эттиради. ПЭС ни ишлаб чиқиш учун дастлабки материал технологик жараёнларни автоматлаштириш схемаси (ТЖАС) ҳисобланади. ПЭС ўз навбатида бирикмаларнинг схемаларини (монтаж схемаларини) шчитлар олди чизмаларини ва бошқа техник хужжатларни ишлаб чиқиш учун асос бўлади.

ПЭСлар Давлат стандартлари талабларига мувофиқ бажарилиб, улар схемаларни бажариш қоидаларини, схема элементларининг график ва ҳарфий белгилашларини, электр занжирлар қисмлари маркировкасини белгилаб

беради (21.6, 21.7 – жадваллар). ПЭС қуйидаги тартибда ишланади: АС асосида ПЭСга талаблар ифодаланади ва унинг элементлари кетмакетлиги ўрнатилади, ифодаланган талабларнинг ҳар бири элементар занжирлар кўринишида тасвирланади; элементар занжирлар умумий схемага бирлаштирилади; аппаратура танланади ва айрим элементларнинг электрик параметрлари ҳисоб қилинади (қаршилиқлар, реле чулғамлари, контактлар юкланишлари ва ҳ. к.); схема текширилади ва тузатилади.

ПЭСни ишлаб чиқишда қуйидаги мулоҳазаларга ва талабларга амал қилинади:

1) соддалик ва яққоллик учун схемаларда ёйилма принциpidан фойдаланилади, у шундан иборатки, турли занжирларда амал қилаётгай аппарат ва асбобларнинг элементлари схеманинг ишлаши мантиқига мувофиқ уларнинг конструктив боғланишидан ташқари жойлаштирилади;

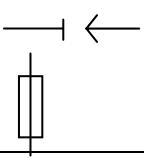
2) электр занжирларини тасвирлаш кетма – кетлиги назорат, сигнализация, бошқариш ва ростлашнинг айрим бўғинларининг ейилиш тартибига мос келиши керак;

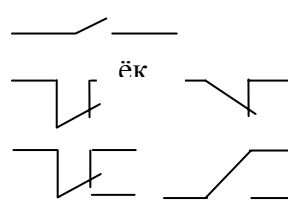
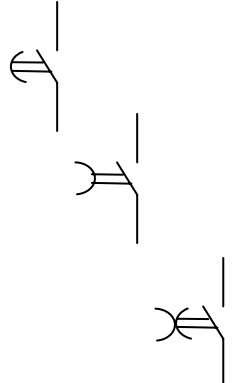
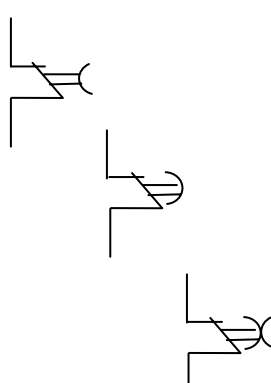
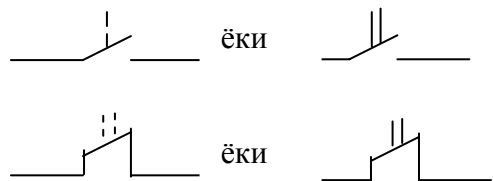
3) контактлар, шунингдек бошқа улаб узилувчи қурилмалар нормал ҳолатда ўрсатилади, яъни занжирда ток бўлмаганда ёки ташқи механик таъсир бўлмаганда кўрсатилади;

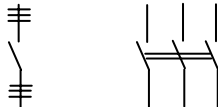
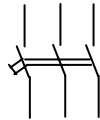
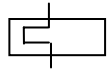
4) ҳар бир бошқариш занжири қаршисига ўнг томондан қисқа тушунтирувчи ёзувлар берилади. Ҳар бир занжир ёзуви қўшни ёзувлардан, бу занжирлар бўлиниш жойларида чизиклар билан ажратилади. (21.11-расм).

1.6 – жадвал.

**Кимё ва озиқ – овқат саноатларини автоматлаштириш лaйиҳаларидаги
принципиал электр схемаларда жуда кўп учрайдиган элементларнинг шартли
график белгиланишлари**

Номи	Белгиланиши
Тешилувчи сақлагич Эрувчи сақлагич Умумий белгиланиши	

Камутатив қурилма контакти. Умумий белгиланиши а) уловчи б) узувчи с) улаб узувчи	
Секинлатгичли уловчи контакт; а) ейилганда ишлайдиган б) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган в) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган	
Секинлаткичли узувчи контакт; а) ейилганда ишлайдиган б) қайтганда ишлайдиган в) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган	
Механик боғланишли контакт. Умумий белгиланиши: а) уловчи б) узувчи	
Релени қайд этиш усули билан тасвирлашда электр иссиқлик релеси контакти Учириб – ёқиш (виключатель): а) бир қутбли	

б) кўп қутбли, масалан, уч қутбли	
Автоматик қайтарувчи уч қутбли виключатель	
Кнопкали босилувчи виключаетль: а) уланувчи контактли б) узилувчи контактли	
Электромеханик қурилмали ғалтак Умумий белгиланиши	
Электр иссиқлик релесининг таъсирланувчи қисми	

21.7 – жадвал.

**Электр схемалар элементларининг энг кўп тарқалган турларининг ҳарфий
кодлари ва икки ҳарфли кодларга мисоллар**

Бир ҳарфли код	Элементлар турлари гуруҳи	Элементлар турлари мисоллари	Икки ҳарфли код
А	Қурилма (умумий белгиланиши)		
В	Ноэлектрик катталикларни электр катталикларга ёки		

	аксинча ўзгарткичлар		
		Громкоговаритель (карнай)	BA
		Термопара, иссиқлик, датчиги	BK
		Босим датчиги	BP
C	Конденсаторо		
E	Турли элементлар	Ёритиш лампаси	EL
			EK
F	Разрядниклар, сақлагичлар, химоя қурилмалари	Эрувчи сақлагич	FV
H	Индикацион ва сигнал берувчи элементлар	Товуш сигнали берувчи асбоб	HA
		Ёруғлик сигнали берувчи асбоб	HL
K	Реле, контакторлар, юрғизиб юборгич		
		Магнитли контактор, юрғизиб юборгич	KM
		Вақт релеси	KT
M	Двигателлар		
Q	Куч занжирларида виключатель ва узгичлар		
		Автомат виключатель	QF
		Ажраткич	QS
R	Резисторлар		
S	Бошқариш, сигналлаш ва бошқа занжирлардаги		

	коммутацион қурилмалар		
		Виключатель ёки преклячатель (алмашлаб улагич)	SA
		Тугмали виключатель	SB
		Автоматик виключатель	SF
		Турли таъсирлардан ишлаб кетадиган виключатель: Сатҳдан Босимдан	SL SP
Y	Электромагнит юритмали механик ққрилмалар	Электромагнит	YA

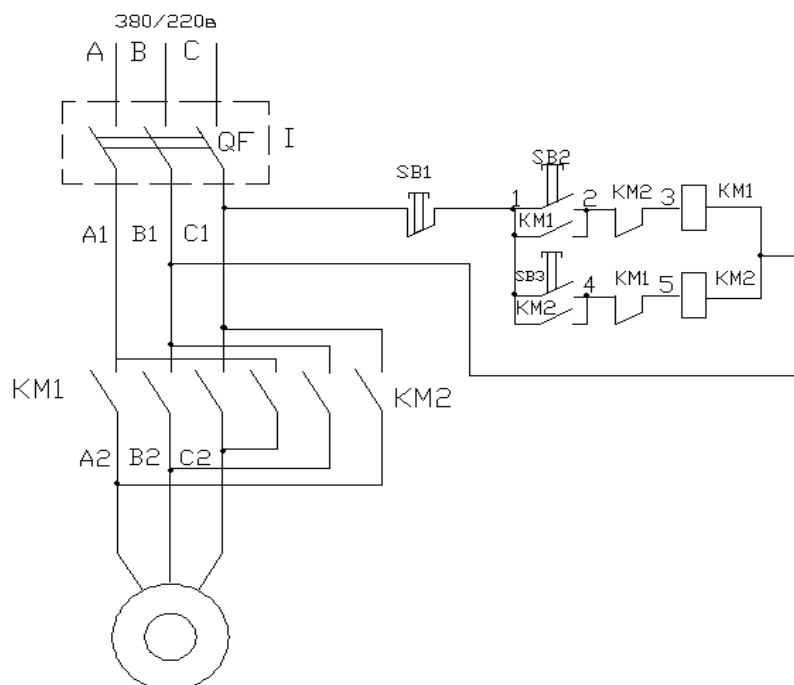
5) ПЭС да фойдаланиладиган ҳар бир аппаратга шартли ҳарфий белги берилиб, у схемада тасвирланган унинг ҳамма элементларига тааллуқли бўлади. Схемада бир неча бир хил турдаги элементлардан фойдаланилганда ҳарфий белгига арабча рақамлар кўринишидаги рақам қўшилади. Масалан, схемада учта оралиқ реле бўлганда улар K1, K2, K3 тарзида белгиланади.

6) ПЭС ни ўқиш қулай бўлиши учун, шунингдек улар бўйича лойиҳанинг бошқа ҳужжатларини тузиш мумкин бўлгани сабабли уларда занжирлар маркировкаланади. Ўзгарувчан токнинг куч занжирлари фазаларни белгиловчи ҳарфлар билан ва кетма – кет рақамлар билан маркаланади (А, В, С, N, A1 ва ҳоказолар); бошқариш, сигнализация, ҳимоя, блокировка ва ўлчаш занжирлари кетма – кет сонлар билан маркаланади (21.7-расм). Аппаратлар контактлари, реле ғалтаклари, турли коммутацияловчи қурилмалар, сигнализация аппаратураси ва ҳоказолар билан ажратилган занжир қисмлари

ПЭСнинг мазмуни ишлаб чиқариш жараёнининг ўзига хос хусусияти билан белгиланади, бу жараён учун автоматлаштириш тизими ишлаб чиқарилади. ПЭС га қуйидагилар албатта кириши керак: бош (куч) занжирлари схемаси, бошқаришнинг, сигналлашнинг, электр таъминотнинг тегишли изоҳловчи ёзувлари билан бирга элемент схемалари, контакт калитлари ва программа қурилмаларининг ишлаш (уланиш) диаграммалари, ПЭСга кирувчи элементлар рўйхати.

706

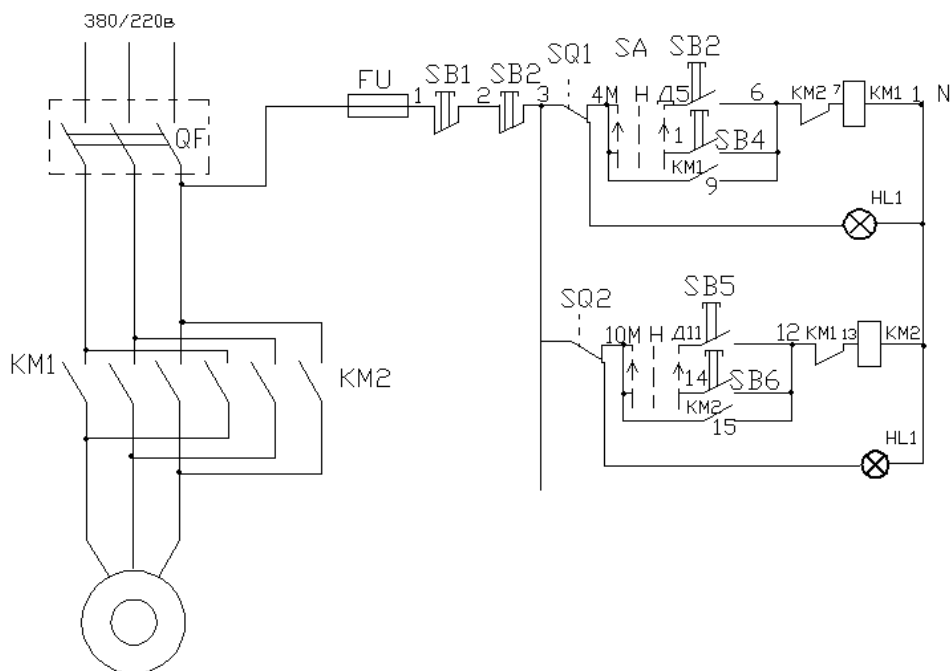
узилади, бу тугмача юргизиб юборгич чулғами манба занжирини узади. Электр двигателни ортикча юкланишлардан ҳимоя қилиш учун КК1 ва КК2 иссиқлик релеларидан фойдаланилади, уларнинг иситиш элементлари куч занжирининг иккита фазасига уланган, контактлар эса юргизиб юборгич чулғами манба занжирига уланган. Электр двигатель ва бошқариш занжирлари қисқа туташувдан FU сақлагичлар ёрдамида ҳимоя қилинади. SA рубильник манба (ва бошқариш занжирлари)ни кузатиш ҳамда таъминлаш вақтида узиб қуйиш учун мўлжалланган. Нейтрални ерга уланган уч фазали занжирларда бошқариш занжирлари 220В ли фаза кучлари билан таъминланади.



21.8-расм. Реверсив асинхрон электр двигателни бошқаришнинг принципиал электр схемаси.

Реверсив асинхрон электр двигатель (21.8-расм) учта тугмача орқали бошқарилади: SB1 («Тўхта»), SB2 («Олға»), SB3 («Орқага»). SB2 тугмача босилганда КМ магнитли юргизиб юборгич уланиб, у электр двигателга кучланиш узатади. Электр двигателнинг айланиш йўналишни ўзгартириш учун SB1 тугмачани босиш, кейин эса КМ2 магнитли юргизиб юборгични уловчи SB3 тугмачани босиш лозим. Натижада куч занжири фазалари

уланади ва электр двигатель тескари йўналишда айлана бошлайди. Узувчи КМ1 ва КМ2 блок – контактларнинг фойдаланиши реверсив магнитли юргизиб юборгичнинг иккала чулғамини бир вақтда уланиш имкониятини йўқотади. Электр двигателни тармоқ манбаидан узиш учун автоматик QF узгич қурилмаси кўзда тутилган бўлиб, у электр двигателни ортиқча юкланишлардан ва қиска туташувдан ҳимоя қилади. Бошқариш занжирида фазалараро кучланиш фойдаланилган.



21.9- расм. Ростловчи органнинг электр юритмасини бошқариш принципиал электр схемаси.

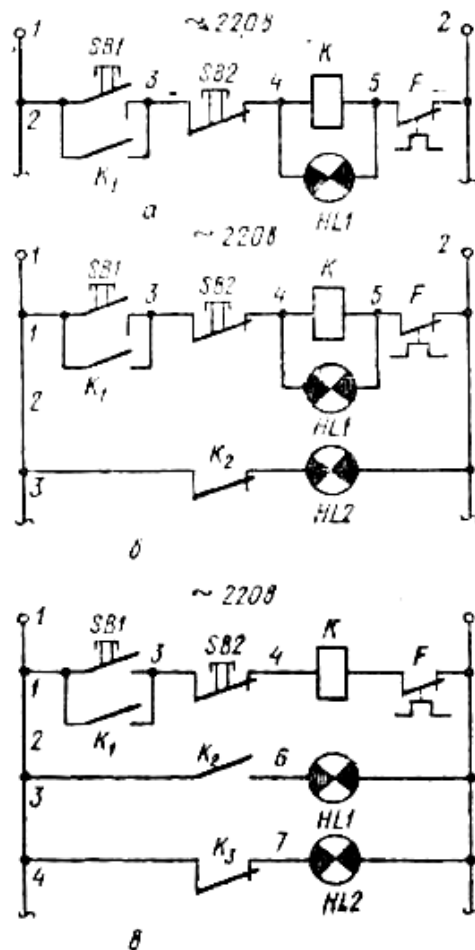
ТЖ автоматлаштиришда электр юриткичли тўсқич ва ростловчи қурилмалар (шиберлар, клапанлар, вентиллар ва бошқалар) дан фойдаланилади, улар учун ПЭС лар ишлаб чиқарилади. Ишлаб чиқариш шароитларида қўлда бошқариш ишлаб чиқариш хонасидан ҳам (маҳаллий), диспетчер пунктидан ҳам (масофадан туриб бошқариш) назарда тутилиши керак. 21.9-расмда ростловчи органнинг электр юритмасини икки жойдан бошқариш схемаси тасвирланган. Бошқариш режими SA ни танлаш калитининг вазиятини маҳаллий (М) ва масофадан туриб (Д) бошқариш вариантлари белгилайди. Калитнинг нейтрал

ҳолати Н ҳарфи билан белгиланган. Бошқариш режимини танлаш бошқариш пунктидан амалга оширилади.

Электр юриткични ишга туширишда улаш маҳаллий режимда SB3 тугмача билан, масофадан туриб бошқариш режимида SB4 тугмача билан амалга оширилади. КМТ магнитли юргизиб юборгич уловчи контактлари билан ишга тушириш тугмачаларини тўсади ва электр двигателни улайди, узувчи контакт билан эса КМ2 юргизиб юборгич занжирини узади. Тўсқич «очик» ҳолатига етганда КМ1 юргизиб юборгич SQ1 четки виключателнинг узиб – уловчи контакти билан узилиб, шу билан бир вақтда у HL1 сигнал лампасига кучланиш беради –

«очик». Хато буйруқни ўзгартириш ёки тўсқични оралиқ ҳолатда тўхтатиш учун SB1 ва SB2 тугмачалар кўзда тутилган, улардан бири ишлаб чиқариш хонасида, иккинчиси бошқариш пунктида ўрнатилган. Ростловчи органни ёпиш учун SB5 ёки SB6 тугмачалар босилади, улар КМ2 юргизиб юборгични ишга туширади. Ростловчи орган ёпилаётганда схема тавсифлангандек ишлайди.

Технологик жараёнларнинг автоматлаштириш тизимларинияратишда бир – биридан таркиби ва уларнинг айрим қисмларини тузиш усуллари бўйича фарқ қилувчи турли сигнализация чизмалари ўрин олмоқда. Сигнализация чизмасининг энг рационал тузилган вариантыни танлашда унинг конкрет



21,10-расм. Электр двигатель ҳолатини сигнализациялаш схемаси:

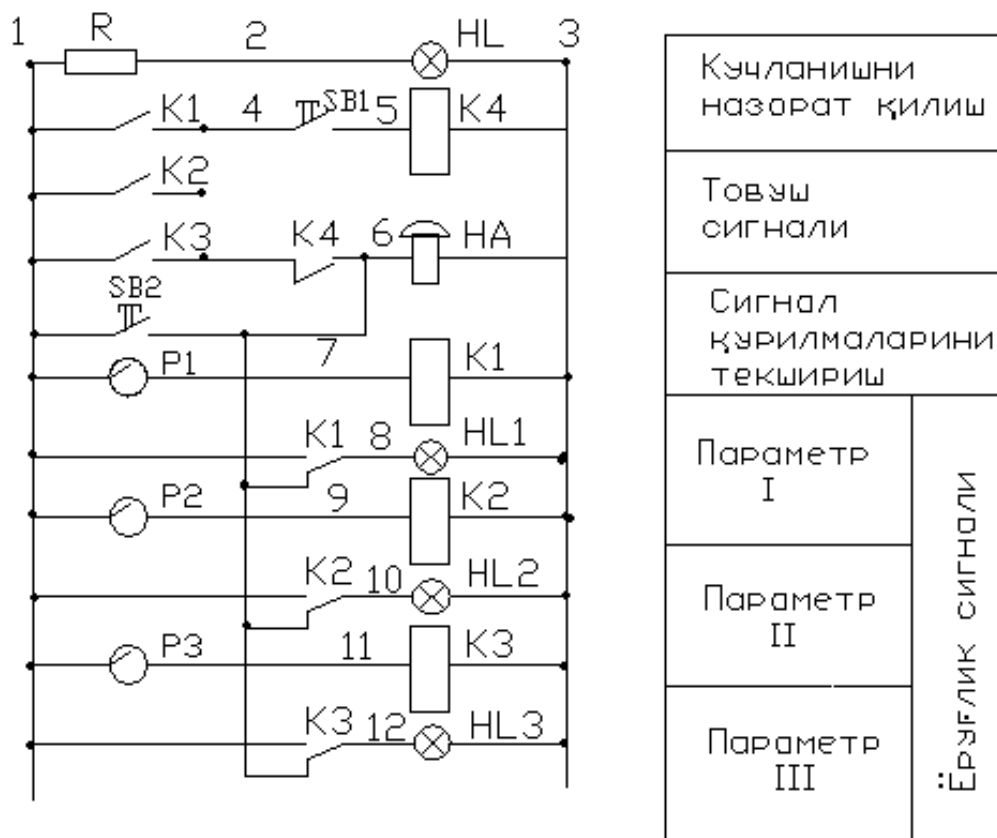
а) – битта сигнал лампаси билан; б) – контакторнинг битта биллок – контактидан фойдаланилган иккита сигнал лампаси билан; в) –

шароитда ишлаши, шунингдек, ёруғлик – сигнал аппаратураси ва сигнализация датчикларига қўйилган техникавий талабларни эътиборга олиш керак.

Баъзи сигнализация чизмаларини кўриб чиқайлик. 21.10-расмда электр двигатель ҳолатининг сигнализация чизмаси берилган. Биринчи ҳолда (21.10-расм, а) электр двигателнинг ишга тушиш сигнализацияси контактор (магнитли юритгич) К чулғамига параллел уланган битта чироқ HL1 орқали амалга оширилади айрим ҳолларда чироқ HL1 қўшимча қаршилик билан кетма – кет уланади. Бундай чизмада қўшимча блок – контактлар талаб қилинмайди, бироқ чироқнинг куйиш эҳтимоли кўп бўлади.

Иккинчи ҳолда (21.10- расм, б) контактор К чулғамига параллел уланган HL1 лампадан ташқари контакторнинг узувчи блок – контакти билан уланган ва электр двигателнинг узилганини сигнализацияловчи HL2 лампа бор. Бунда исталган лампанинг куйиши нотўғри сигнал беришга олиб келмайди.

21.10-расм, в да келтирилган HL1 ва HL2 сигнализация лампаларининг улаш чизмаси контактор К битта уланувчи ва битта узувчи блок контактларидан иборат. Агар блок – контактлар етмаса, у ҳолда сигнализация лампаларини улаш учун контакторнинг блок – контактларини кўпайтирувчи оралиқ реленинг контактларидан фойдаланиш мумкин.

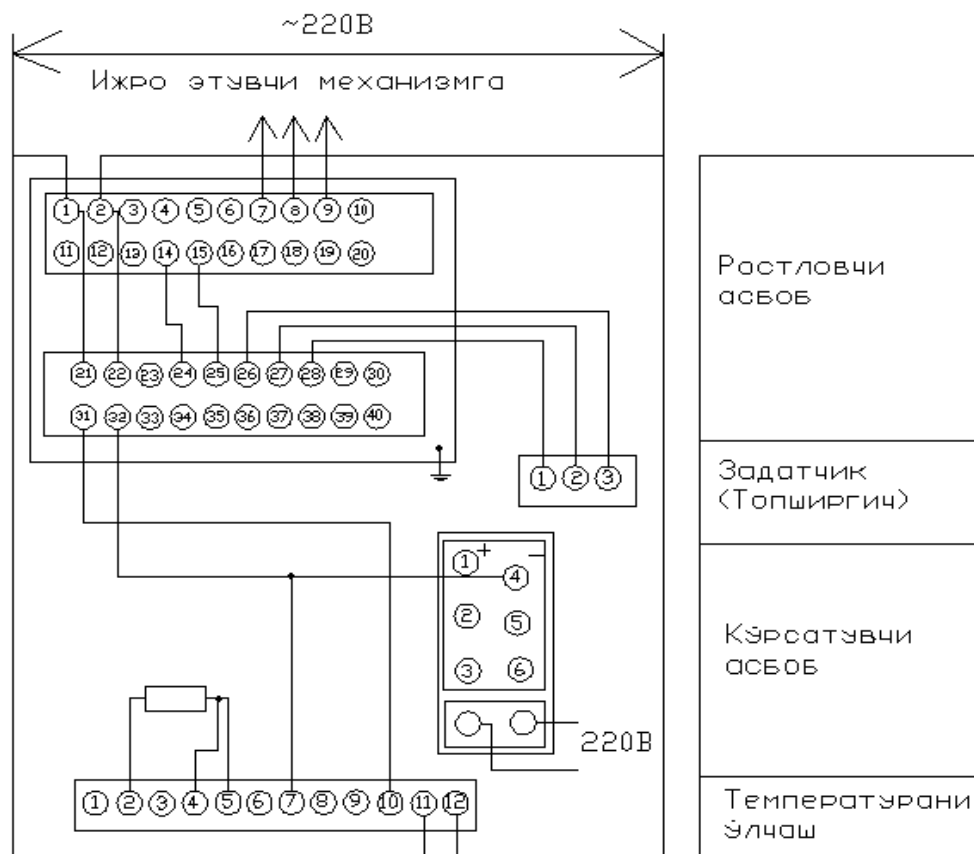


21.11-рasm. Технологик сигнализациянинг принципиал электр схемаси.

Сигнализация лампаси HL1 ни контактор чулғамига параллел улашга караганда уланувчи блок – контакт билан улаш афзалроқдир, чунки бунда бошқариш ва сигнализация занжирларини ажратишга имкон яратилади ҳамда контактор ишига HL1 лампа занжиридаги бузилишларнинг таъсири бўлмайди.

ТЖларни автоматлаштиришда ТБОнинг ҳолати ҳақида хизматчи ходимларни хабардор қилиб турувчи сигналлаш қурилмаларига муҳим аҳамият берилади. Мисол тариқасида масофадан туриб ёки автоматик бошқаришда фойдаланиладиган (21.11-рasmга қаранг) ёруғликли ва товушли технологик сигналлар схемасини қараб чиқамиз. Масалан, температура чегара қийматига етганда ишлаб кетадиган технологик контактларнинг истагани (P1, P2 ёки P3) уланганда тегишли реле уланади. Реле ўзнинг узиб – уловчи контактлари билан сигнал лампасини лампаларни синаб кўриш

шинасидан (1) узади ва уни таъминот шинасига улайди. Исталган реленинг (K1, K2 ёки K3) уловчи контакти товуш сигнали НА ни улайди. Товуш сигналини ўчириш учун хизматчи ходимлар K4 релени уловчи SB1 тугмачани босади, реле ўз – ўзини блокировка қилади ва товуш сигнали занжирини узади. Ёруғлик сигнали технологик параметр номинал қийматига қайтгунча сақланиб туради. SB2 тугмача сигнал бериш қурилмаларининг созлигини текшириш учун хизмат қилади.



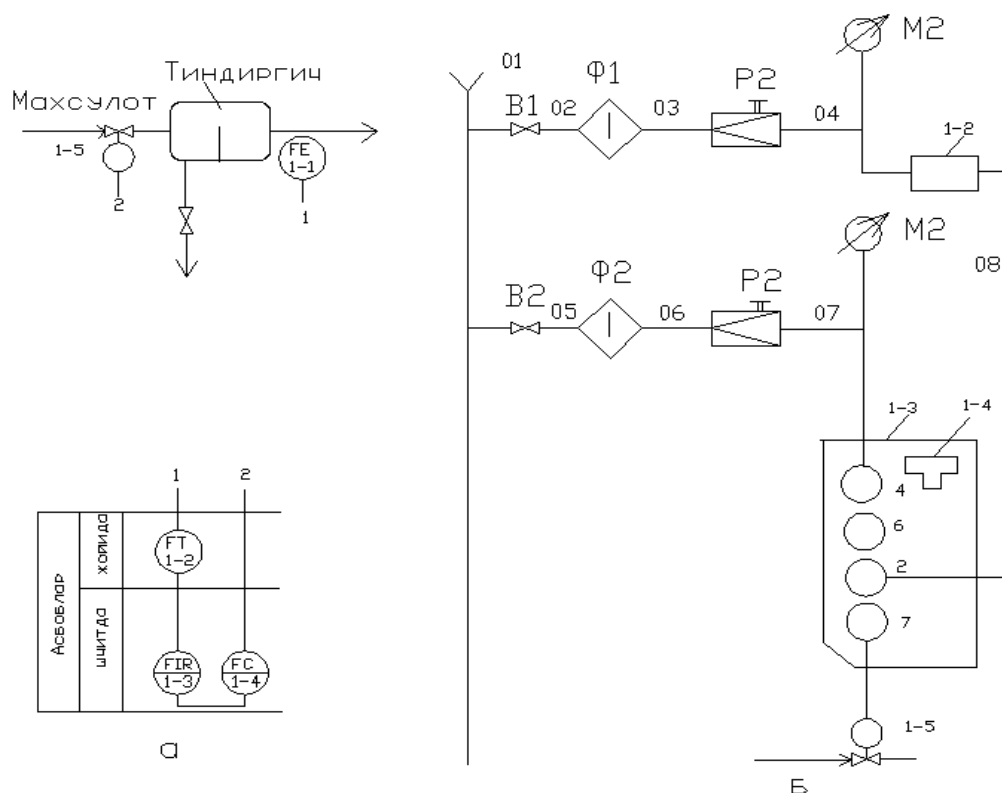
21.12-расм. Назорат ва ростлаш тизимларининг принцинал электр схемаси.

ТЖларни автоматлаштиришда оммавий (сериялаб) ишлаб чиқариладиган асбоблар ва автоматлаштириш воситаларидан фойдаланишга асосланган ҳам дискрет, ҳам узлуксиз ишлайдиган ростлашнинг электр тизимлари кенг тарқалган. Масофадан туриб назорат қилиш ёки автоматик бошқариш тизимларида стандарт асбоблар қўлланилган ҳолларда уларни улашнинг умумий (типавий) схемаларидан фойдаланилади. Бунда ўлчовчи ва ростловчи қурилмалар соддалаштириб (тўғри тўртбурчаклар кўринишида)

завод маркировкаси билан, кириш ва чиқиш қисмлари (клеммалари) тасвири билан белгиланади (21.12-расм).

Принципиал пневматик схемалар. Кимё ва озиқ – овқат саноатларининг кўпгина тармоқларида ТЖ ларни автоматлаштириш ҳам мустақил, ҳам электр қурилмалар биргаликда фойдаланиладиган пневматик автоматлаштириш воситаларини қўлланиш билан боғлиқ. Принципиал пневматик схемалар (ППС) худди ПЭСлар каби автоматлаштириш тизимининг функционал (асосий) бўғинларига кирувчи элементларнинг тўла тўпламини акс эттиради. Пневмоавтоматика воситаларининг ўзига хос хусусияти бир асбобда бир неча анъанавий вазифаларни бирга қўшиб бажаришдир. Масалан, бошқариш станцияси ичига киритилган иккиламчи ўлчов асбоби (масалан, ПП 10.12Э) топшириқ сигналининг назорат қилиш, шакллантириш, қўлда масофадан туриб бошқариш ва бошқа вазифаларни бажаради.

ППСга асосланган пневматик автоматлаштириш воситалари тўғри тўртбурчак шаклида (масштабсиз) тасвирланиб, уларнинг ичида ёки улар яқинида шартли белги ва заод турига мансублиги кўрсатилади. Тўғри тўртбурчаклар ичида асбоб ва қурилмаларни импульсли, командалар ва таъминланувчи алоқа линияларига улаш учун уланувчи штуцерларининг номери кўрсатилиши керак. Ёрдамчи қурилмалар, яъни филтрлар, редукторлар, ҳаво босимининг назорат қилиш учун кўрсатувчи манометрлар, тўсувчи арматура кабилар ППСда пневмоманба схемаси ишлаб чиқилмаган ҳолдагина кўрсатилади.



21.13-расм. Суюқ маҳсулот сарфини ростлаш схемаси:

а — автоматлаштириш схемаси; б — принцинал пневматик схемаси.

Мисол тариқасида 21.13-расмда суюқ маҳсулот сарфини ростлаш схемаси келтирилган. Ростлаш контурида торайтирувчи ўлчаш қурилмаси 1 – 1, пневмочиқишли мембранали дифманометр 1 – 2 бошқариш станцияси ўрнатилган старт тизимидаги иккиламчи кўрсатувчи асбоб 1 – 3, старт тизимидаги ростлагич ва пневматик ижрочи механизм 1 – 5 фойдаланилган. ППС да ёрдамчи элементларнинг тўла тўплами бўлган пневмоманбанинг иккита линияси (сарфлар датчиги ва бошқариш шчитидида монтаж қилинган асбоблар) тасвирланган: тўсқич вентиль (В), ҳаво фильтри (Φ), босим редуктори (Р), кичик ўлчамли техник манометр (М). ППС да автоматлаштиришнинг асосий воситаларининг рақамли белгилари сақланади.

21.7 – §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИ (ТЖАБТ) ЛОЙИҲАЛАШ

ТЖАБТни яратиш принциплари. ТЖАБТни яратиш ва жорий қилиш мураккаб ва меҳнат талаб жараён. Бу бошқаришнинг илғор ва мураккаб услубларини жорий қилиш, ТЖАБТ нинг кўп компонентлилиги, айрим таъминотларни ишлаб чиқишда ёндашишнинг тизимлилиги, қўйилган вазифаларнинг ва техник воситалар мажмуасининг мураккаблиги билан изоҳланади.

Вазифани шу нарса ҳам мураккаблаштирадики, бунда мазкур турдаги тизимларни ишлаб чиқишда янги техникани жорий қилишнинг одатдаги схемасидан фойдаланиб бўлмайди: тажриба намунасини яратиш, унинг иш қобилиятни текшириш, лойиҳани текшириш натижаларига кўра тузатиш, охириги вариантни яратиш. Автоматлаштирилган технологик комплекс (АТК) ишга туширилмагунча бошқарув тизимининг иш қобилиятини умуман текшириш мумкин эмас. Бу ТЖАБТ ни ишлаб чиқишда дастлабки қарорларнинг жавобгарлигини орттиради.

ТЖАБТ ва БТО нинг биргаликда амал қилувчи тўплами (мажмуаси) автоматлаштирилган технологик комплекс (АТК) дейилади.

БТОда вақт ўтиши билан муҳим ўзгаришлар юз бергани сабабли катта мураккабликлар юзага келади, бу эса бошқаришнинг жорий этилган вазифаларини замонавийлаштиришни тақозо этади. ТЖАБТ нинг ўзи ҳам такомиллаштирилади – келажакда ТЖАБТ нормал ишлаши учун бошқариш вазифалари ортади ва ўзгаради; АТК эволюцияси олдиндан режалаштирилиши керак, бу қўшимча қийинчиликлар келтириб чиқаради.

Юқорида санаб ўтилганларнинг ҳаммаси ТЖАБТ ни яратишнинг умумий принципларига мажбуран риоя қилинишини талаб қилади. Уларни қараб чиқамиз.

Янги вазифалар принципи шундан иборатки, бунда ТЖАБТ ни жорий қилишда бошқарув ҳисоблаш комплекси (БХК)га азалдан анъанага кириб қолган бошқариш вазифаларини ағдариш мумкин эмас: уларни ҳисоблаш техникасининг имкониятларини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш керак. Бунинг учун меҳнат, моддий ва энергетик ресурсларни аниқлаш мақсадида БТО ни муфассал таҳлил қилиш керак. Таҳлил натижаларига мувофиқ ҳисоблаш техникаси ёрдамида ҳал қилиниши мумкин бўлган вазифалар рўйхати тузилади. Бу масалаларнинг ҳал этилиши бошқарувнинг тўлиқлигини ўз вақтида бўлганлигини ва оптималлигини таъминлаши керак.

Тизимли ёндошиш принципи шундан иборатки, биринчидан, АТК нинг иккала ташкил этувчиларига бир вақтда (тизимли) ёндошиш; бошқариш тизимига иккинчи даражали деб, БТО нинг устқурмаси деб қараш мумкин эмас. БТОни яратишда уни бошқариш имкониятлари ва заруратини ҳисобга олиш керак: уни ҳудудларга ажратиш, қўшимча аралаштиргичлар, иситкичлар, насослар ва ҳоказолар ўрнатиш Иккинчидан, ТЖАБТ ни яратишда алоҳида таъминотларни ишлаб чиқишга тизимли ва режали ёндашиш зарур.

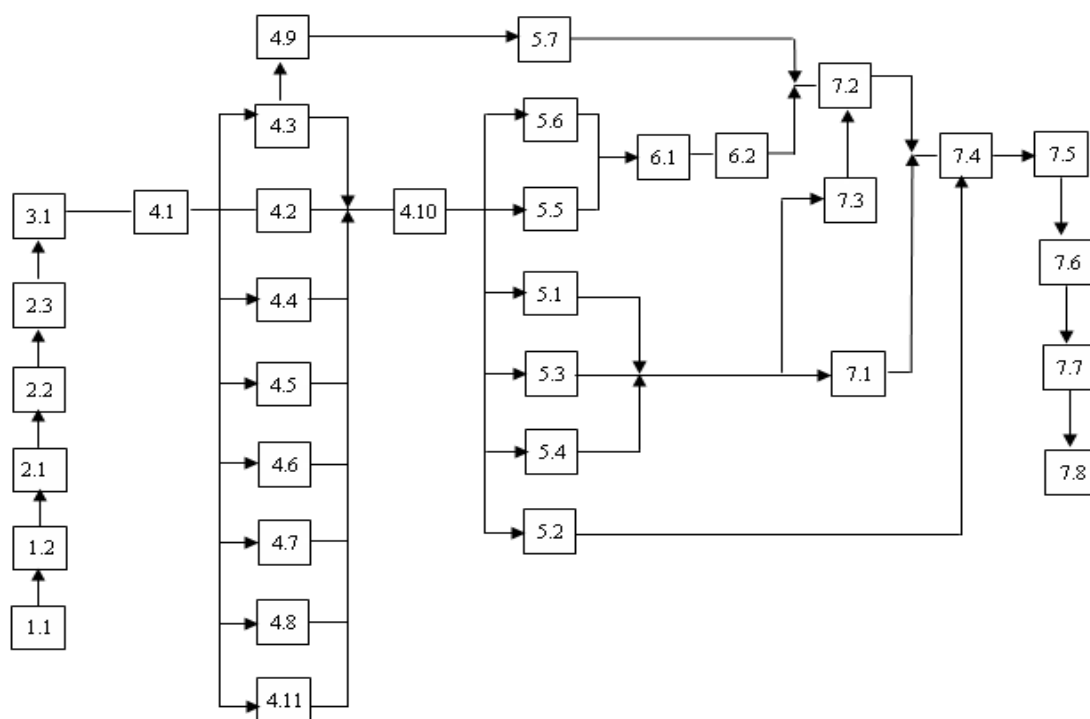
Тизимли узлуксиз ривожлантириш принципи шундан иборатки, бунда тизимда хотиранинг захирадаги ҳажмлари ва объект билан алоқа қилувчи қурилмалар, захира қилиб киритилган датчиклар ва мембранали ижро механизм (МИМ) лари билан ифодаланувчи унинг ривожланиш имкониятлари киритилиши керак. Акс ҳолда ТЖАБТ БТОнинг ривожи учун тўсқинлик қилиши мумкин.

Максимал онгли турлантириш принципи шундан иборатки, бунда ишлаб чиқиладиган қарорлар, ўзгаришлар минимал бўлганда фақат ишлаб чиқиладиган ТБО учунгина тўғри келиб қолмай, балки бошқа объектлар учун ҳам тўғри келсин. Принципни амалга оширишнинг асосий принципи – типавий (умумий) қарорларни ишлаб чиқиш ва бу қарорлардан ТЖАБТ ни ишлаб чиқишда кенг фойдаланишдир (бу ишлаб чиқишга кетадиган харажатларни икки марта камайтиради).

Ягона ахборот базаси принципи машинали элтувчиларда (дискларда, ленталарда) тизим ҳал қиладиган ҳамма масалалар учун умумий ахборот базасини яратишдан иборат. Бу билан ахборотнинг такрорланишига, турлича тушунчаларга (масалан, битта катталиқ бир неча маълумот массивларида турли хил қийматга эга бўлганда) чек қўйилади ва бошқаришнинг аниқ вазибалари учун ишчи массивларининг шаклланиши учун шароит яратилади.

Тизимининг ўтказиш қўбилиятларининг келишилганлик принципи шундан иборатки, бунда тизим ўтказиш қўбилияти тенг қийматли элементлардан ишлаб чиқилиши керак. Бир томондан объект билан алоқа қурилмаси (ОАҚ) датчиклар ва ижрочи механизмлар сонига тенг бўлиши, иккинчи томондан бошқарувчи ҳисоблаш комплекси (БҲК) нинг ҳисоблаш қувватларига тенг бўлиши керак; хотира ҳажмлари БТОнинг ахборот қувватига мос келиши керак ва ҳоказо.

ТЖАБТни ишлаб чиқиш босқичлари ва поғона (этап)лари. 21.14-расмда ишларни бажариш босқичлари (1, 2..., 7) ва поғоналари (1.1, 1.2, ... , 7.8), шунингдек уларни бажариш кетма – кетлиги кўрсатилган.



21.14-расм. ТЖАБТ нинг ишлаб чиқиш поғоналари ва босқичлари:

1 – ТЖАБТ ни яратишни асослаш (1,1 – БТО ни тадқиқ этиш, яъни маълумотларни тўплаш ва таҳлил қилиш; 1,2 – тизимга талаблар ишлаб чиқиш ва ҳужжатлаштириш); 2 –

техник топшириқ (2,1 – илмий – тадқиқот ишлари; 2.2 – аванлойдигани ишлаб чиқиш; 2.3 – техник топшириқ ишлаб чиқиш); 3 – дастлабки қарорларни ишлаб чиқиш (шарт эмас); 4 – техник лойиҳа ечимларини (қарорларни) ишлаб чиқиш (4,1 – умумий тизим масалалари бўйича сўнги (охирги); 4.2 – ташкилий таъминлаш бўйича; 4.3 – техник таъминлаш бўйича; 4.4 – алгоритмларни танлаш бўйича; 4,5 – ахборотларни таъминлаш бўйича; 4.6 – Лингвистик таъминлаш бўйича; 4.7 – дастур (программа) ни таъминлаш бўйича; 4.8 – метрологик таъминлаш бўйича; 4.9 – лойиҳа – схема қурилиш ҳужжатлари бўйича; 4.10 – ўзаро турли алоқаларни таъминлаш, ечимларни мослаштириш ва умумий тизим ҳужжатларини тўлиқ ишлаб чиқиш; 4.11 – техник восита комплекс (ТВК) ларига буюртма ҳужжатларини тузиш); 5 – ишчи ҳужжатларни ишлаб чиқиш (5.1 – ахборотларни таъминлаш бўйича; 5.2 – ташкилий таъминлаш бўйича; 5.3 – метрологик таъминлаш бўйича; 5,4 – Лингвистик таъминлаш бўйича; 5.5 – дастурни таъминлаш бўйича; 5.8 – бир марта тайёрланган техник воситалар бўйича; 5.7 – қурилишга оид); 6 – ТВК компонентларини сериясиз тайёрлаш (6,1 – ТВК компонентларини тайёрлаш; 6,2 – компонентларни автоном сошлаш ва синаш); 7 – ишга тушириш (7.1 – фойдаланувчи ходимларни ўқитиш, ишга тушириш, тайёргарлик кўриш; 7.2 – қурилиш монтаж ишлари; 7.3 – дастур ва техник воситаларни комплектациялаш; 7.4 – ишга тушириш, сошлаш ишлари; 7.5 – тажриба эксплуатация қилиш; 7.6 – қабул қилишга оид синов; 7.7 – мулоҳаза (камчилик) ларни бартараф қилиш; 7.8 – саноат эксплуатацияга қабул қилиб олиш).

ТЖАБТ ни яратишни тадқиқ этиш ва асослаш. Бу босқичда ТЖАБТ ни яратиш мақсади, умуман тизимга талаблар, автоматлаштириладиган функциялар (ишлар) рўйхати шакллантирилади, шунингдек тизимнинг самарадорлиги манбалари аниқланади.

Бу босқичда ўхшаш объектлар учун ТЖАБТ ни қўлланилишининг маълум ҳоллари таҳлил қилияди ва мавжуд БТО нинг техник –иқтисодий тадқиқи амалга оширилади. Тадқиқот объектда эришилган ишлаб чиқариш ресурсларидан (меҳнат, хомашё, материаллар, ёнилғи, энергия, қурилма) фойдаланганлик даражасини аниқлаш мақсадида, шунингдек, бошқаришни автоматлаштиришнинг захиралардан фойдаланишга, ресурслар сарфини қисқартиришга, яъни мақсадга қаратилган маҳсулотнинг таннархини

пасайтиришга ва уни ишлаб чиқаришни кўпайтиришга таъсирини аниқлаш мақсадида ўтказилади.

Бу босқичдаги ишларнинг натижаси ТЖАБТ ни яратишнинг техник – иқтисодий асосланиши (ТИА) ва ҳисобот тарзидаги БТОни тадқиқ қилиш ҳамда таҳлил қилиш натижалари ҳисобланади. Ишлар тизим буюртмачиси ва ишлаб чиқарувчиси вакиллари билан биргаликда ўтказилади. Ишчи бригадаларга ТЖАБТ бўйича, технология, НЎА ва автоматлаштириш, иқтисод, системотехника бўйича мутахассислар киради.

Техник топшириқ. Ишлардан мақсад ТИАга мувофиқ ТЖАБТ ни яратиш имкониятларини асослаш ва мақсадга мувофиқлигини тасдиқлаш; ТЖАБТ ни яратиш бўйича ишларни режалаш; лойиҳа ишлари учун зарур материалларни тайёрлаш. Буларнинг ҳаммаси ишлаб чиқарувчининг илмий – тадқиқот ишларини (ИТИ) ўтказиш, аванлоийҳани ишлаб чиқиш ва техник топшириқни (ТТ) ишлаб чиқиш билан таъминланади.

ИТИ жараёнида БТО, информацион тизмалар ва бошқаришнинг энг қийин вазифалари бошқарув мезони ва чекланишларни танлаб ҳамда технологик жараённинг математик моделларини ва ўлчаш каналларини тузиш билан тадқиқотлар олиб борилади.

Аванлоийҳани ишлаб чиқишда ишлаб чиқарувчи берилган ТЖАБТ ни таъминотларнинг ҳар хил турлари бўйича яратиш мумкинлигини тасдиқлайди; тизимининг энг муҳим вазифаларининг ёки бўғинларининг ишончлилиги тез, таъсирчанлиги ва метрологик кўрсаткичларининг дастлабки ҳисоб – китобларини бажаради; ХТ воситаларининг самарали юкланишини ва зарур ҳисоблаш қувватларини баҳолайди; техник воситалар комплекси (ТВК) ни асослаб, дастлабки танловни ўтказди.

Ишлар натижаси ТЖАБТни ишлаб чиқишга техник топшириқ ҳисобланади – бу кейинги барча ишлар учун мажбурий дастлабки ҳужжатдир.

Техник лойиҳа. Ишларнинг мақсади тизим бўйича асосий техник ечимларни (қарорларни) ишлаб чиқиш ва унинг смета қийматини аниқлашдир.

Бу босқичда дастлаб тизимни функционал – алгоритмик синтез қилиш бўйича ишлар олиб борилади, унга пировард функционал структурани (тузилмани) ишлаб чиқиш; техника билан оператив технологик ходимлар орасида вазифаларни тақсимлаш; масалаларни қўйиш ва алгоритмларни ишлаб чиқиш; инсонмашина тизимисифатидаги ТЖАБТнинг ишлаши алгоритминини ишлаб чиқиш; тизимининг ташкилий тузлмасини ва унинг ТВК тузилмасини ишлаб чиқиш киради. Кейин ТЖАБТ таъминотининг ҳамма турлари бўйича қарорлар ойдинлаштирилади.

Ишлар натижаси техник лойиҳа ҳисобланиб, унга лойиҳанинг функционал қисми ҳужжатлари; кейинги босқичда тизимга бутунча эксплуатацион ҳужжатларни чиқариш учун зарур ва етарли лойиҳавий қарорлар (ечимлар); қурилиш лойиҳасининг «Технологик жараёнларни автоматлаштириш» бўлими таркибига кирувчи лойиҳавий – смета ҳужжатлари; янги техник воситаларни ишлаб чиқишга техник талаблари бўлган буюртмалар лойиҳаси; автоматлаштириш воситалари комплексини (мажмуасини) етказиб беришга техник топшириқ; ХТ воситалари комплексини буюртма қилиш учун зарур ҳужжатлар тўплами; махсус математик ва информацион таъминотларнинг ҳужжатлари (бу программаларни ишлаб чиқишга доир техник топшириқ ҳам ҳисобланади) киради.

Ишчи ҳужжатлар. Ишнинг мақсади – яратилаётган тизимга ишчи ҳужжатлар чиқариш. Бу босқичдаги ишлар ТВКни олиш, монтаж қилиш ва созлаш учун етарли лойиҳавий – смета ҳужжатлар комплектини; машина элтувчиларга асосланган махсус программавий таъминот (ПТ) программаларини тайёрлаш ва уларни қўллаш учун етарли ПТ ҳужжатлари; тизимни созлаш ва ишлатиш учун зарур ва етарли бўлган ташкилий таъминот

хужжатлари ҳамда ТЖАБТ ни автоматлаштириш воситалари мажмуасининг хужжатларини чиқариш билан тугалланади.

Техно – ишчи лойиҳа. Агар тизим типавий ечимлардан кенг фойдаланган ҳолда лойиҳани такроран қўллаш йўли билан яратилсада техник жиҳатдан мураккаб бўлмаган тизимни яратишда ТЖАБТни лойиҳалаш бир босқичда амалга оширилиши мумкин.

Автоматлаштириш воситалари мажмуасининг носерияли компонентларини тайёрлаш. Ишлардан мақсад «хусусий ишлаб чиқилган» техник программий ва информацион таъминот компонентларини тайёрлаш.

Иш жараёнида ностандарт техник воситалар, шу жумладан оператив – диспетчерлик қурилмаси, махсус программалар шу жумладан, комплектлаб олинadиган тайёр программаларни боғлаш учун программа воситалари; информацион буюмлар кўринишидаги информацион таъминот қисмлари ишлаб чиқилади, тайёрланади ва синовдан ўтказилади.

Ишга тушириш. Ишлардан мақсад амалдаги тизимни саноатда қўллашга киритиш.

Ташкилий жиҳатдан тизимни жорий қилиш ишлари тасдиқланган режа – график бўйича бажарилади. Дастлаб тизимининг зарур ходимлар штати ажратиб олиниши ва ўқитилиши, ТЖАБТни комплектлаш ўтказилиши ва БТО қурилиш ва монтаж қилиш ишларини ўтказишга тайёрланиши керак. Кейин монтаж – қурилиш ва ишга тушириш – созлаш ишлари, синов ишга тушириш, қабул қилиш синовлари, камчиликларни бартараф қилиш ва, ниҳоят, саноатда ишлатиш учун қабул қилиш ишлари амалга оширилади.

21.8 – §. МОСЛАШУВЧИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Кимё ва озиқ – овқат саноати технологик жараёнларини автоматлаштирилган бошқариш тизимларини ва анъанавий автоматлаштириш тизимларини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш уларнинг самарадорлигини

оширишга қаратилган бир қатор вазифаларни муваффақиятли ҳал қилишга имкон берди. Бироқ бундай тизимларнинг имкониятлари чекланган. Уларни қўллашда ишлаб чиқариш характери даврий дискрет ва узлуксиз – дискрет корхоналардир. Автоматлаштиришнинг аъанавий тизимларини қўллаш майда серияли ишлаб чиқаришда, чиқарилаётган буюмларнинг номенклатураси кўп бўлганда айниқса мураккаблашади. Кўпчилик жисмонан оғир ортиш – тушириш ишлари, транспорт ва шу каби кимё ва озиқ – овқат саноатларида салмоғи жуда катта бўлган бошқа операциялар амалда автоматлаштирилмаган. Шу билан бирга цехлар ва корхоналарнинг янги ёки сезиларли даражада янгиланган маҳсулотни ишлаб чиқаришга ўтказиш масаласини ҳал қилиш – борган сари долзарб бўлиб бормоқда. Саноат корхоналарини автоматлаштиришдаги бу «тор жойлар» соҳага илмий – техник янгиликларни жорий этиш суръатларини кескин пасайтиради.

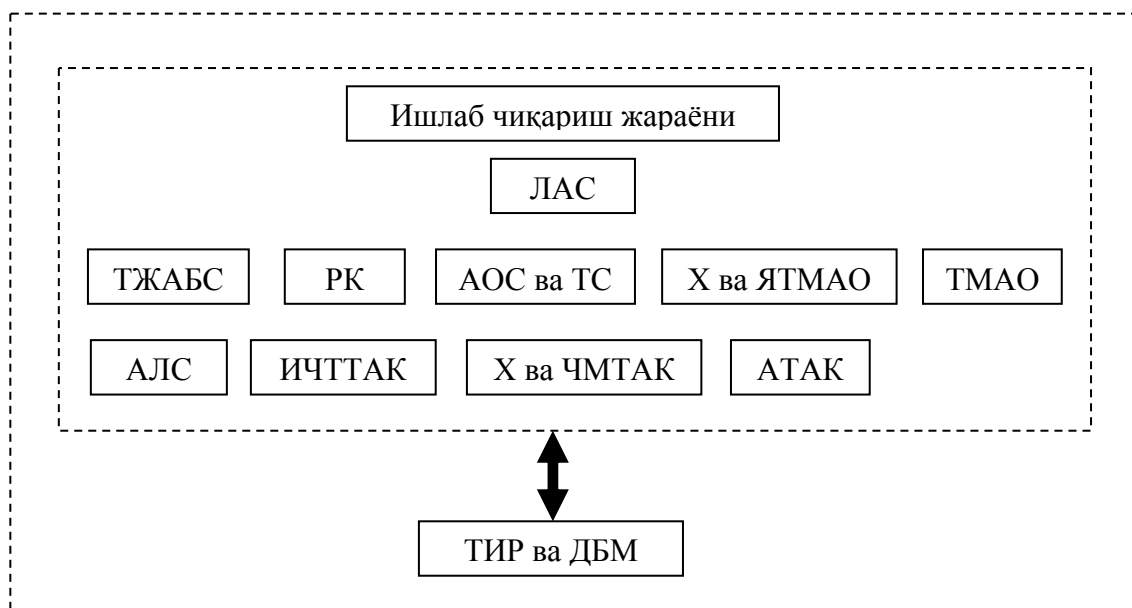
Бундай ҳолатдан қутулиш ҳисоблаш техникасини ва айниқса микро – ва мини ЭХМларни, атроф – муҳитга ва ишлаб чиқариш объектларига мосланиш элементлари бўлган автоматик манипуляторлар ва саноат роботларининг кенг жорий этилишини, кўп серияли, кўп номенклатурали, тез – тез қайта тузиладиган ишлаб чиқариш учун мўлжалланган программа билан бошқарилувчи автоматик ишлаб чиқариш тизимларини ва мослашувчи (тез – тез ўзгартириладиган) ишлаб чиқариш тизимлари ёки мослашувчи автоматлаштирилган ишлаб чиқаришлар (МАИЧ) ни яратишни муваффақиятли ривожлантиришга имкон беради. МАИЧда комплекс автоматлаштириш ва ишлаб чиқаришнинг узлуксизлиги ва уйғунлиги, маҳсулотни ишлаб чиқаришнинг юқори суръатлари билан қўшиб олиб борилади.

МАИЧнинг асосини сонли программа билан бошқарилувчи машиналар ва аппаратлар, саноат роботлари ва манипуляторлар, микро ва мини ЭХМ асосидаги бошқарувчи қурилмалар ташкил этади.

МАИЧ бошқаришнинг юқори даражада мослашувида қайта созланиши билан характерланади. Бу оптимал режалаштиришни ишлаб чиқаришни

технологик тайёргарлик кўришни, аниқ вазиятни ҳисобга олиб диспетчерлашни қурилмаларни комплекс бошқаришни киритишга имкон беради.

МАИЧ таркибига (21.15-расм) локал автоматлаштириш тизимлари (ЛАС), технологик жараёнларни автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (ТЖАБТ), роботлаштирилган комплекслар (РК), автоматлаштирилган ортиш – тушириш ва транспорт тизимлари (АОТ ва ТС), хомашё ва ярим тайёр маҳсулотларнинг автоматлаштирилган омбори (ТМАО), автоматлаштирилган лойиҳалаш тизими(АЛТ), ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг автоматлаштирилган комплекси (ИЧТТАК), хом ашё ва чала маҳсулотлар билан таъминлашнинг автоматлаштирилган комплекси (Х ва ЧМТАК), асбоб билан таъминлашнинг автоматлаштирилган комплекси (АТ АК), ташкилий – иқтисодий, режалаш ва диспетчерлик бошқаруви маркази (ТИР ва ДБМ) киритилиши мумкин.



21.15-расм. МАИЧ нинг умумлашган блок – схемаси.

МАИЧдан фойдаланиш қурилманинг ишлаши техник – иқтисодий кўрсаткичларни анча яхшилашга, самарадорликни кескин оширишга имкон беради.

Самарадорлик манбаи даставвал МАИЧнинг ўзгарувчанлигидадир. МАИЧнинг техник имкониятларига мос янги детални тайёрлашга ўтиш учун ЭХМга уни ишлашнинг тегишли янги программасини киритиш етарли. Бундай программа ЭХМнинг хотирасида бор бўлса, оператор унинг шифрини кўрсатса етарли бўлади. Шундан сўнг ЭХМ МАИЧ нинг қурилмаси орасидаги ишни энг яхши тарзда тақсимлаб беради, деталларни етказиб бериш учун МАИЧ қурилмаси элементлари орасидаги транспорт алоқаларини энг яхши тарзда белгилаб беради, барча операцияларнинг синхрон бажарилишини таъминлайди. Бунинг натижасида қурилманинг юкланиш коэффиценти 0,85 – 0,9 гача етказилиши мумкин, буюмларга ишлов бериш даври эса анъанавий, технологияга нисбатан 2 – 3 марта қисқартирилиши, маҳсулот таннархи 3 – 5 марта пасайиши мумкин.

МАИЧни бошқарувчи ЭХМ қурилманинг юкланишини ва маҳсулот ишлаб чиқарилишини узлуксиз ҳисобга олиб бориши мумкин. Иш натижаларини бир неча кун мобайнида таққослаб, ўз – ўзини ўқитиш принциплари асосида ЭХМ янада юқори меҳнат унумдорлигига эришиш мақсадида қурилмани яна ҳам бир текис юклантиришни таъминлаб, ўз программасини такомиллаштириб бориши мумкин. Қурилмада жойлаштирилган датчиклардан олинаётган ахборот асосида ЭХМ ишдан воз кечиши ва носозликларни оператив равишда аниқлаши, операторга қурилманинг ишончлилигини ошириш йўллари айтиб бериши, шунингдек носоз машинани ўчириб қўйиб, унинг вазифаларини бошқа машиналарга тақсимлаб бериши мумкин.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг умумий ривожига МАИЧ қандай ўрин эгаллайди? Буни баҳолаш учун бир неча асосий босқичларни ажратиб кўрсатиш керак.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг биринчи босқичида локал автоматлаштириш тизимлари катта ҳисса қўшди. Бу ишлаб чиқариш жараёнида бевосита банд бўлган ходимлар сонини қисқартиришга

(ўртача 2 марта), ишлаб чиқаришнинг сифатий кўрсаткичларини яхшилашга имкон берди.

Иккинчи босқичга ишлаб чиқариш жараёнларини бошқаришга ҳисоблаш техникасини жорий қилишни, ТЖАБТ яратишни. киритиш мумкин. Ҳозирги пайтда бу йўналиш яна ҳам кенг тарқалмоқда. Кимё ва озиқ – овқат саноатида ТЖАБТ бошқариши учун жорий этиш мақсадида технологик жараёнлар илмий асосда ўрганилмоқда ёки такомиллаштирилмоқда. ТЖАБТ технологик жараёнларнинг ишлашини оптималлаштиришни ва инсоннинг ишлаб чиқариш жараёнларида иштирок этиши улушини бундан бўён тахминан 3 марта камайтиришни таъминлайди.

Ҳозир ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг учинчи босқичига асос солинмоқда – МАИЧ ишлаб чиқилмоқда ва жорий қилинмоқда. Бу автоматлаштирилган комплексларнинг қўлланилиши бутун технологик жараённи тўла автоматлаштириш учун шароит яратади, бунга жараёнларни хом ашё билан таъминлаш, тайёр маҳсулотни жойлаш бўйича ёрдамчи операциялар ҳам киради. Бундан ташқари, бир маҳсулотни ишлаб чиқаришдан иккинчисига ўтишда ишлаб чиқаришни қайта куриш автоматлаштирилади. Дастлабки баҳолашларга кўра инсоннинг ишлаб чиқариш жараёнларидаги улуши (иштироки) тахминан 6 марта қисқаради.

Автоматлаштиришнинг келажаги тўртинчи босқич бўлиб, унда МАИЧ йиғиндилари асосида одамсиз технология бўйича ишловчи завод – автоматлар яратилади. Бунда инсоннинг бевосита ишлаб чиқаришдаги иштироки 5% гача, яъни 20 марта камаяди.

МАИЧни ишлаб чиқишда ва жорий қилишда қандай вазифалар ҳал қилиниши керак? Улар жуда кам эмас экан. Шу билан бирга МАИЧни амалга оширишда бир қатор ўзига хос муаммолар пайдо бўлади.

МАИЧни яратиш ва жорий қилишнинг асосий концепциялари

Биринчи муаммо, ҳозирги вақтда жорий вазифаларнинг умуман уددасидан чиқиб келаётган машиналарнинг анча катта миқдори ишлаб

туриши билан боғлиқ. Бироқ қурилмаларнинг, машиналарнинг, технологик аппаратларнинг кўпчилиқ қисми МАИЧда фойдаланиш учун яроқсиз экан, чунки уларда амалдаги жараёнларни силлиқ ўзгартириш имкониятлари назарда тутилмаган экан. Бу қурилмани алмаштиришга тўғри келади. Демак, анча йўқотишлар пайдо бўлади.

МАИЧни амалга оширувчи янги қурилмани ишлаб чиқишда барча ишлаб чиқариш вазифалари ўзаро боғланишда ҳисобга олинadиган тизимли ёндашув зарур. Бу ёндашувга асосланиб, асосий вазифалар сифатида МАИЧни яратишнинг қуйидаги масалаларини ифодалаш мумкин: системотехник таҳлил ва ишлаб чиқаришни умумий тайёрлаш, унинг вазифалари тўпламини шакллантириш; қурилма, машиналар, ишлаб чиқариш имкониятлари кенг бўлган аппаратлар, жиҳозларни ва ишлаб чиқариш хоналарини жойлаштиришни режалаш; роботлаштириш, ортиш – тушириш ва транспорт тизимини ишлаб чиқиш; микро ва мини ЭХМ базасида ва тегишли программали таъминот асосида бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш; ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш масалаларини ҳал қилиш учун автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимларини ишлаб чиқиш; автоматик диагностика, функцияларни тиклаш ва МАИЧга хизмат қилиш тизимларини ишлаб чиқиш.

Техник таҳлил тизимлари босқичида даставвал автоматлаштирилаётган ишлаб чиқаришнинг, айниқса, чиқарилаётган маҳсулотнинг характери, унинг компонент таркибига кўра ўзгариш динамикаси ва даражаси таҳлил қилинади. Одамларнинг жисмоний меҳнат билан бандлиги ҳақидаги, қурилмалардан фойдаланишнинг мавжуд ва исталган коэффициентлар ва ишнинг сменалилиги ҳақидаги саволларга жавоб берилиши керак. Технологик жараён амалга ошириладиган барча қисм ва бўлинмалар, хомашё, яримфабрикатлар сақланадиган хоналар, тайёр маҳсулот омборлари ўрганилиши керак.

Мунтазам текшириш натижасида МАИЧнинг яратилиши мақсадга мувофиқ эканлиги баҳоланади ва ихчам автоматлаштирилган ишлаб

чиқаришларни яратишда ва жорий қилишда ҳал қилиниши керак бўладиган масалалар ифодаланади.

Қурилма, машина аппаратларни ишлаб чиқиш талаб қилинаётган характеристикалар ва параметрлар, уларнинг назарда тутиладиган ўзгаришлари диспазонлари асосида амалга оширилади. Бу ишланмаларнинг жуда муҳим хусусияти ишлаб чиқаришни самарали роботлаштириш учун шароитларни назарда тутишдир. Бу масалаларни ҳал этиш асосида ишлаб чиқариш хоналарининг шакли ва ўлчамлари белгиланади. Одатда, МАИЧда ишлаб чиқариш хоналарининг саҳни анча қисқартирилади, чунки, масалан, оралиқ ҳажмдор омборхоналарнинг, ишчи ва хизматчи ходимлар учун кўп миқдордаги маиший хоналарнинг зарурати бўлмайди.

Ишлаб чиқаришни роботлаштириш – МАИЧни яратишнинг асосий босқичларидан биридир. Уни ҳал қилишда қуйидаги асосий ташкилий тадбирлар ўтказилиши керак: технологик жараёнларни уларнинг прогрессивлигини ва автоматлаштирилганлик даражасини аниқлаш мақсадида аттестациядан ўтказиш; ҳар бир бўлимда саноат роботларининг қўлланилиши иқтисодий мақсадга мувофиқлигини техник – иқтисодий асослашни ишлаб чиқиш; модулли конструкциядаги роботларнинг параметрик қаторини ишлаб чиқиш ва уларни ишлаб чиқаришни ташкил этиш.

Ишлаб чиқаришни роботлаштириш асосида автоматлаштирилган ортиш – тушириш ва транспорт тизимлари ишлаб чиқилиши керак. Автоматлаштирилган транспорт тизимлари мослашувчан бўлиши, машиналар, аппаратлар ва технологик жараёнлар қурилмаларининг синхрон ишлашини таъминлаши керак. Улар пировард натижадан келиб чиқиб технологик жараён қурилмасининг оптимал юкланишига ёрдам бериши керак. Мослашувчи автоматлаштирилган транспорт тизими қурилмаларнинг катта гуруҳини ягона комплексга айлантириб, у талаб қилинган вақт давомида одамларнинг иштирокисиз ишлай олиши мумкин.

Ҳисоблаш техникаси воситалари МАИЧни жонлаштиришга, уни барча кўзда тутилган масалаларни муваффақиятли бажаришга қаратилган. Ҳисоблаш техникаси воситаларини ташкил этиш иерархик кўп даражали бўлиши керак. Қуйи даража микро ва мини ЭҲМнинг тақсимланган тармоғи билан шаклланади, улар локал қурилмаларни, роботлаштирилган комплексларни, технологик жараён аппаратураси ва қурилмаларини, ортиш – тушириш ва транспорт тизимларини бевосита бошқаришни таъминлайди. Тақсимланган ЭҲМларнинг ишини МАИЧ нинг ҳолати ва фаолияти ҳақида тўла ахборот олиб турувчи марказий ЭҲМ ташкил қилади. Бошқарувчи персонал (ходимлар) ишлаб чиқаришни қайта ташкил этиш бўйича аниқ вазифаларни ҳал қилади, марказий ЭҲМ оптимал тарзда бу масалаларни ҳал этиб, тақсимланган ҳисоблаш тизимлари ва қурилмаларига иш программаларини беради.

Марказий ЭҲМнинг математик ва программавий таъминотини ишлаб чиқиш муаммоси МАИЧни яратишдаги энг мураккаб муаммолардан биридир. МАИЧнинг ҳисоблаш комплексининг бой программавий таъминоти (ПТ) шароитидагина юқори даражадаги мослашувчанликка эришиш мумкин. ПТ ишлаб чиқаришнинг янги вазифаларини амалга оширувчи янги бошқариш вазифаларига оператив ўтишга имконият яратиш керак. Шуни таъкидлаб ўтиш муҳимки, ПТни модулли принцип бўйича шакллантирган қулай, бунга мувофиқ ҳар бир программа алоҳида мустақил кичик программа – модуль кўринишида шакллантирилади. Бундай ёндашишда ПТни жадаллаштириш ва модернизациялаш (янгилаш), модуллар тўпламидан исталган фойдаланиладиган программани шакллантириш учун қулай шароитлар яратилади.

МАИЧни яратишда жуда қизиқарли масалалардан бири уларнинг автономлигини ошириш масаласидир. Унинг моҳияти нимада?

Олдингилардан маълумки, МАИЧ ишлаб чиқариш масалаларининг бутун комплексини, то тайёр маҳсулотни омборга жойлашгача бўлган ишларни ҳал қилади. Бундан ташқари, МАИЧ ишлаб чиқариш жараёнини маҳсулотнинг

янги турларини чиқаришга ўтиш мақсадида оператив равишда қайта куради. Бироқ ишлаб чиқаришни маҳсулотнинг янги турларига ўтказишни ташкил этиш учун МАИЧ ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг бутун бир воситалар комплекси билан ташқаридан таъминланиши керак.

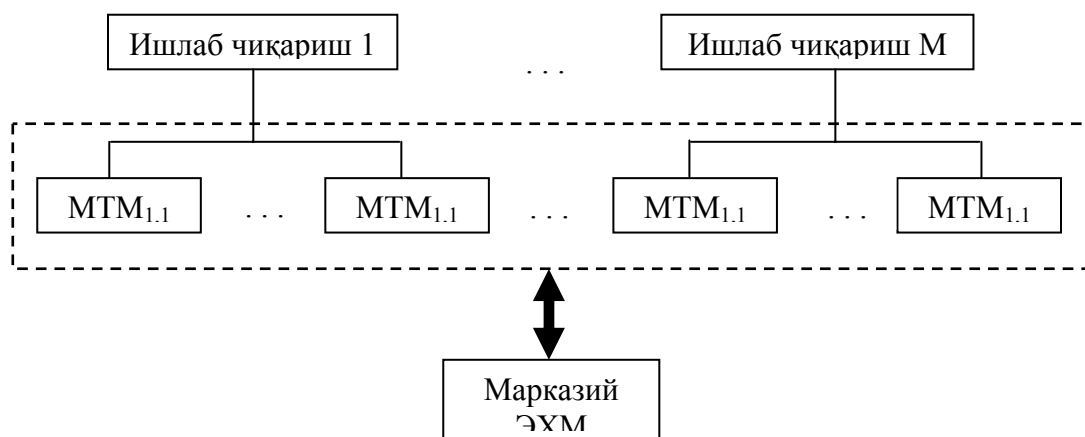
МАИЧни технологик тайёрлаш воситалари деганда янги маҳсулотни ишлаб чиқариш учун технологиялар ишлаб чиқиш, цехлар, бўлимларнинг ўзаро ва хомашё, яримфабрикатлар ва тайёр буюмлар омборлари билан боғланишининг янги йўналишларини белгилаш, технологик қурилмани, роботларни, ортиш – тушириш ва транспорт тизимларини бошқариш тизимлари учун программалар ишлаб чиқиш, шунингдек турли ёрдамчи ишлаб чиқариш операциялари тушунилади. Бу ишларнинг кўпчилиги кўп миқдордаги одам ресурсларини жалб қилишни, кўп вақт сарфлашни талаб қилади, бу эса МАИЧнинг ихчамлик даражасини ва бинобарин унинг самарадорлигини кескин пасайтиради.

Бундан МАИЧни яратишда ишлаб чиқаришни муҳандислик ва технологик тайёргарлигининг санаб ўтилган масалаларини ҳал қилишни ҳам автоматлаштириш мақсадга мувофиқ экани келиб чиқади. Бу вазифа автоматик лойиҳалаш тизими (АЛТ) билан муваффақиятли ҳал қилиниши мумкин, у МАИЧ учун ёки уларнинг баъзи тўпламлари учун назарда тутилиши мумкин. АЛТ, ишлаб чиқаришни муҳандисли ва технологик тайёргарлигини лойиҳалаб, бошқа истиқболли масалани – МАИЧни ўз – ўзини такомиллаштириш ва ривожлантириш масаласини ҳам ҳал этади. Тажриба тўплана боргани сари МАИЧнинг имкониятлари кенгаяди, унинг самарадорлиги кўтарилади.

МАИЧ инсонни маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнида иштирок этишдан максимал озод қилиб, катта ҳажмдаги ишлаб чиқариш масалаларини ҳал этади. Бироқ МАИЧга созлаш, таъмирлаш – профилактик ва ремонт ишларини амалга ошириб, хизмат кўрсатиш зарур. Бу мақсадда мутахассисларни тайёрлаш масалалари кўзда тутилиши керак: роботлаштирилган қисмлар ва мажмуаларда хизмат кўрсатиш учун

операторлар, созловчилар, робототехникани жорий қилиш бўйича бўлинмалар ва саноат роботлари ва робото – технологик комплекслар бўйича ишга тушириш – созлаш ҳамда таъмирлаш ишлари учун гуруҳлар ташкил этилиши керак. МАИЧда рад қилишларни автоматик диагностика қилиш тизими, шароит бўлганда эса МАИЧнинг фаолиятини автоматик тиклаш тизими ишлаб чиқилганда бу хизматларнинг самарадорлиги сезиларли даражада ортади. Бу тегишли диагностик ва резервловчи программавий таъминот асосида амалга оширилади. Қурилманинг ишдан чиққан бўғинлари, бошқарув тизимининг ишдан чиққан элементлари ҳақидаги ахборот тегишли хизматларга оператив равишда етказилади, улар носозликларни диагностика қилишга вақтни қисқартириб, вужудга келган носозликларни бартараф қилишга дарҳол киришишлари мумкин.

МАИЧни яратишнинг қараб чиқилган масалаларини дарҳол ҳал қилиб бўлмайди, албатта. Бу ҳажмдор ва кўп қиррали муаммога барқарор комплекс тарзида ёндашмоқ керак. Қўпгина масалаларни ҳам ҳали ишлаб чиқиш керак бўлади. Лекин уларни ҳозир тушуниш ва кўрсатиш керак, чунки техник тараққиёт жадал ривожланмоқда.



21.16-расм. МАИЧ нинг модулли комплекси.

МАИЧни яратишнинг дастлабки босқичида ҳар бир ишлаб чиқариш ёки технологик жараён учун алоҳида модуллар ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқдир, бу модуллар мослашувчи технологик модуллар (МТМ) ёки

МАИЧ модулли дейилади (21.16-расм). Бу модуллар технологик жараёнларнинг ёки ишлаб чиқаришларнинг айрим локал қисмларидаги муаммоларни ҳал қилади. Бу модуллар бирлаштирилиб, МАИЧнинг тегишли модулли комплекси (мажмуаси) олинади. Бу модули комплексни марказий ЭХМ бошқаради.

21.9 – §. АВТОМАТИК ЛОЙИХАЛАШ ТИЗИМЛАРИ

Фан – техника тараққиётининг жадаллашуви оммавий ишлаб чиқариш самарадорлигининг ошиши ва маҳсулот сифати яхшиланишининг ҳал қилувчи шартидир. Янги замонавий техника ва технологияни, ишлаб чиқаришни бошқаришнинг самарали тизимларини ишлаб чиқиш кўрсатиб ўтилган вазифани ҳал этади.

Шу билан бирга амалиётнинг кўрсатишича, турли хил масалаларни ҳал этишда янги техника имкониятлари ва самарадорлигининг ўсиши билан бир вақтда уни лойиҳалаш ва тайёрлашга сарфланадиган моддий ва вақт харажатлари ортади. Ишлаб чиқишларнинг вақт бўйича чўзилиб кетиши уларнинг тез эскиришига олиб келади.

Янги буюмларни; машиналарни, аппаратларни, технологик жараёнларни, асбобларни ва автоматлаштириш воситаларини, автоматлаштириш тизимларини тайёрлашда вақт энг кўп даражада қаерда йўқотилади? Лойиҳалаш жараёнларини қандай тезлаштириш керак?

Лойиҳалаш тажрибасини таҳлил қилиш асосида шу нарса аниқланганки, кўп вақт кутубхоналарда, архивларда, илмий – техник ахборот бўлимларида, умумий лойиҳа кабинетларида техник ахборотни қидиришга, ҳисоблаш ва чизма ишларини, чизма ва конструкторлик ҳужжатларини расмийлаштириш ва тузатиш ишларига сарфланади.

У ёки бу турдаги ишнинг салмоғи ўзгариши мумкин. Бироқ, умуман ноижодий ишнинг умумий ҳажми жуда катта. Баъзан илмий – техник ахборотни излашнинг ўзига умумий лойиҳалаш вақтининг учдан бири

сарфланади. Табиийки, бундай ҳол техник ахборотнинг кадрсизланишига олиб келади.

Мутахассисларнинг саъй – ҳаракатлари, замонавий техника ютуқлари янги буюмларни ишлаб чиқиш суръатларини фан –техника ютуқлари суръатлари билан тенглаштиришга имкон берди. Муаммо автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимларини (АЛТ) яратиш ва жорий қилиш йўли билан ҳал қилинмоқда. АЛТ лойиҳавий меҳнатни жадаллаштиради, унинг ижодий мазмунини чуқурлаштиради.

АЛТ деб лойиҳа ташкилотлари бўлинмалари билан ўзаро боғланган ва автоматлаштирилган ёки автоматик лойиҳалашни бажарувчи лойиҳалашни автоматлаштириш воситалари мажмуасидан иборат ташкилий – техник тизимга айтилади.

АЛТ да лойиҳалаш натижаси – лойиҳалаш объектини яратиш учун зарур талабларни қондирувчи объектларни ва унинг таркибий қисмларини лойиҳалашнинг ҳамма ёки айрим босқичларидаги тугалланган лойиҳавий қарорлар (ечимлар) мажмуасидир.

АЛТ ни яратиш мақсадлари лойиҳалаш объектларининг самарадорлигини оширган ҳолда уларни яратиш ва ишлатиш харажатларини камайтириш, муддатларни қисқартириш, лойиҳалашга сарфланадиган меҳнатни камайтириш ва лойиҳавий ҳужжатларнинг сифатини ошириш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини оширишдан иборат.

Қўйилган мақсадга математик усулларни ва ЭХМни қўллаш, лойиҳавий ишларни комплекс автоматлаштириш, лойиҳалашни бошқариш сифатини ошириш, лойиҳаланаётган объектларнинг самарали математик моделларини қўллаш, комплектловчи буюмлар ва материалларни қўллаш, кўп вариантли лойиҳалаш ва оптималлаш усулларида фойдаланиш асосида лойиҳалаш йўли билан эришилади.

АЛТ ни таъминлаш воситалари

АЛТ таъминот воситалари йиғиндиси асосида амалга оширилади. Бундай воситаларга ташкилий, методик (услубий), математик, лингвистик, программавий, информацион ва техник таъминот киради.

Ташкилий таъминот – лойиҳа ташкилоти ва унинг бўлинмалари таркибини, улар орасидаги боғланишни, уларнинг вазифаларини, шунингдек лойиҳалаш натижаларини кўрсатиш шаклини белгиловчи ҳужжатлар тўпламидир.

Методик (услубий) таъминот – АЛТ таъминот воситаларини танлаб олиш ва ишлатиш қоидаларини, таркибини белгиловчи ҳужжатлар тўплами. Методик таъминот лойиҳалашни автоматлаштириш бўйича ишларни мувофиқлаштиришни белгилайди.

Математик таъминот – математик усуллар, математик моделлар ва лойиҳалаш алгоритмлари тўплами.

Лингвистик таъминот – лойиҳалаш тиллари тўплами бўлиб, унга атамалар ва таърифлар, табиий тилни фармаллаштириш қоидалари, АЛТда матнларни қисқартириш ва кенгайтириш услублари киради.

Программавий таъминот – амалий дастурлар пакети (АДП) кўринишида расмийлаштирилиши мумкин бўлган машина программалари тўплами.

Информацион таъминот – ЛАС учун талаб қилинаётган маълумотлар тўплами.

Техник таъминот – ўзаро боғлиқ ва ўзаро таъсирланувчи техник воситалар тўплами. АЛТ техник таъминоти даставвал ЭХМни ўз ичига олади. АЛТда ЭХМ сифатида турли оиладаги (типдаги) машиналар фойдаланилиши мумкин. ЭХМнинг аниқ тури АЛТ иерархиясидаги тегишли бўлинманинг даражаси билан, шунингдек, ҳал қилинаётган масалалар синфи билан белгиланади.

ЭХМ дан АЛТ да фойдаланишнинг самарадорлиги атрофдаги қурилмаларнинг таркиби билан белгиланади. Четдаги (атрофдаги) қурилмаларни минимал ЭХМ комплекси қурилмаларига ва махсус қурилмаларга ажратиш мумкин. Қурилмаларнинг биринчи гуруҳига

анъанавий четдаги курилмалар киради: магнит ленталаридаги, магнит дискларидаги ташқи ХҚ (хотирлаш курилмалари); перфолента ва перфокарталардан киритиш – чиқариш курилмалари; алфавит – рақамли босиш курилмаси; перфолента ва перфокарталарда маълумотларни тайёрлаш курилмалари.

Махсус курилмаларга экранда текстли (матнли), рақамли ва график ахборотни акс этиш учун алфавит – рақамли ва график дисплейлар, чизмачилик автоматлари, дастлабки график материалларни ЭХМга киритиш учун график ахборотни кодлаш курилмалари киради.

АЛТ нинг ишлаш режимлари

Фойдаланувчи – лойиҳачи АЛТ билан қуйидаги икки режимдан бирида ўзаро таъсирланиши мумкин: пакетли ёки диалогли режимда.

Пакетли режим – лойиҳалашнинг энг содда режимидир. Бу режимда ЭХМ барча лойиҳавий масалаларни автоматик ҳал қилади. Лойиҳачи ЭХМга программа киритиши ва алфавитли – рақамли ёзиш курилмаси (АРЁК)да ёки граф ясовчида лойиҳалаш натижаларини олиш керак. Бироқ пакетли режим фақат лойиҳани ишлаб чиқишнинг ҳар дақиқасида программа барча зарур ишларни назарда тутган ҳолдагина қўлланиши мумкин.

Диалогли режим – лойиҳалаш режими бўлиб, унда цикл даврий такрорланади: машинага вазифа бериш, жавоб олиш ва жавобни таҳлил қилиш. Диалогли режимни самарали қўллаш учун ЭХМ реакциясининг (акс таъсирининг) ўртача вақти етарлича кичик бўлиши зарур: секунднинг улушларидан бир неча секундгача. Бу режим лойиҳалашда барча ишларни олдиндан пограммага солиб бўлмаган ҳолда қўлланилади. Лойиҳалашнинг бундан кейинги йўналишини бир қийматли аниқлаш мумкин бўлмаган ҳоллар етарлича тез – тез учраб туради. Бундай ҳолларда олдиндан оралик натижаларни таҳлил қилиш, қўшимча маълумотларни аниқлаш, ечимларнинг мумкин бўлган вариантларини қараб чиқиш, энг яхшиларини танлаб олиш ва шундан кейингина лойиҳалашни давом эттириш зарур.

Инсоннинг ЭХМ билан диалогли ишлашини самарали амалга ошириш лойиҳачининг индивидуал пультабини яратиш туфайли мумкин бўлди, улар лойиҳачининг автоматлаштирилган иш ўринлари (АИЎ) деб аталди. АИЎнинг техник воситалари таркибига мини ёки микро ЭХМ, алфавитли – рақамли ва график ахборотни акс эттириш қурилмаси, алфавитли – рақамли ва график ахборотни киритиш қурилмаси киради. АИЎ марказий ҳисоблаш комплексида (МХК) жойлашган ёки АЛТ иерархиясининг кейинги сатҳида жойлашган янада йирик ЭХМ билан алоқага эга.

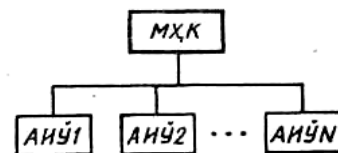
Алфавитли – рақамли ва график ахборотни акс эттириш қурилмаларига алфавитли – рақамли дисплей (АРД) ва график дисплей (ГД), чизмачилик автоматлари (ЧА) киради. АРД экранларида ҳарфлар, рақамлар, турли махсус символлардан иборат матнли ахборот акс этади. Бу ахборот лойиҳачига лойиҳалаш жараёнини таҳлил қилиш учун ва қарор қабул қилиш учун зарур бўлади.

ЧА да ҳам матнли, ҳам график ахборот расмлар, чизмалар, графиклар ва ҳоказолар тарзида аксланади. ЧА да олинadиган ахборот ҳужжатлаштирилади, уни сақлаш ёки конструкторлик ҳужжатлари комплектига киритиш мумкин.

ЭХМга алфавитли – рақамли ахборотни киритиш учун дисплейларнинг клавиатуралари «Консул-260» туридаги пульта ёзув машинкалари қўлланилади. ЭХМга амалда истаган мураккабликдаги график ахборотни киритиш, график ахборотни кодлаш қурилмалари ёрдамида амалга оширилади.

Санаб ўтилган четдаги (атрофдаги) қурилма АЛТдаги АИУ ларнинг кенг имкониятлари ҳақида далолат беради. Улар лойиҳачини деярли барча график ва ҳисоб – китоб ишларидан озод қилиши мумкин. АЛТ ёрдамида тайёр чизмалар ва талаб қилинган матнли материалларни олиш мумкин, олинган натижаларни жуда оддий тузатиш мумкин, бунда тузатиш автоматик равишда барча чиқувчи ҳужжатларга тез ва аниқ киритилади.

АЛТда АИУ дан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга вақтни бўлиш (ажратиш) режимини қўллаш йўли билан эришилади. Ҳақиқатан, АИУнинг видеотерминалида лойиҳалаш жараёнининг оралиқ натижалари ҳақида ахборот олиб, лойиҳачи ўйлаб кўриши ва навбатдаги қарорни қабул қилиши керак. Бунда Марказий ҳисоблаш комплекси (МХК) ҳисоблашлар билан юкланмаган бўлади ва ишламайди. Бу ундан фойдаланиш самарадорлигини пасайтиради. ЭХМнинг юкланишини



21.17-расм. АЛТ нинг техник воситаларкни жойлаштириш блок – схемаси.

(ишини) ошириш учун унга бир неча АИЎ лар уланади, ЭХМ АИЎларни навбати билан сўроқ қилиб чиқади ва талаб бўлганда сўраётган фойдаланувчига хизмат кўрсатади, сўнгра кейинги терминал қурилмаларни қараб чиқишга киришади. Агар талаб бўлмаса, у ҳолда ЭХМ фонли деб аталувчи пакетли режимнинг бирор масалаларини ҳал қилиш мумкин. Бу масалалар бевосита берилган лойиҳалаш жараёнига тааллуқли бўлмаслиги мумкин, лекин уларни ҳал қилиш ЭХМни юклаш самарадорлигини оширади.

АЛТ нинг техник воситаларини жойлаштириш блок – схемаси 21.17-расмда келтирилган. Автоматлаштирилган ишчи ўринлари АИЎ1, АИЎ2, ..., АИЎN лойиҳа ташкилотининг турли бўлинмаларида жойлаштирилган. Уларнинг ҳаммаси марказий ҳисоблаш комплекси (МХК) билан бирлаштирилади ва биргаликда жамоа фойдаланадиган тизимни ифодалайди.

ЛАС асосида кимёвий ва озиқ – овқат саноатини автоматлаштириш тизимини ишлаб чиқишда принципиал электрик, пневматик, функционал автоматлаштириш схемаларини, лойиҳалаш масалалари самарали ҳал қилинади. ТЖАБТини лойиҳалашда ҳам ЛАСдан фойдаланиш самаралидир.

21.10 – §. АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ

Автоматлаштириш тизимларининг ишончлилиги тизимининг берилган вазифаларни эксплуатацион кўрсаткичларининг белгиланган қийматларининг вақт ўтиши билан сақланиши билан бажариш қобилияти тизимининг бетўхтовлиги, таъсирланувчанлиги ва узоқ муддат ишлаши орқали белгиланади.

Бетўхтовлиги – тизимининг ишлатиш жараёнида берилган вақт давомида (ишлаб чиқариш цикли, смена, ой, чораклик, йил давомида) мажбурий (режадан ташқари) тўхташларга иш қобилиятини сақлаш қобилиятидир. У айрим вазифалар, қисм тизимлар ва умуман тизимларни инкор қилишга ишлаб қўйиш билан характерланади.

Таъмирлашга яроқлилиқ тизимининг инкор қилишларнинг олдини олиш, аниқлаш ва инкорларни бартараф этишга мойиллиги билан характерланади. Бу кўрсаткич мумкин бўладиган инкорлардан (тўхташлардан) сўнг иш қобилиятини кўп марта тиклаб узоқ вақт фойдаланишга мўлжалланган тизимлар учун муҳимдир ва у ўрта тикланиш вақти билан характерланади.

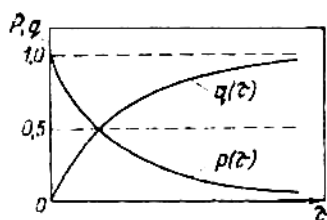
Узоқ муддатлилиқ – бу тизимининг иш қобилиятини охириги ҳолатгача сақлай олиш хоссасидир (техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш учун зарур узулишлар билан). У табиий ва маънавий эскириш омиллари билан белгиланади ва тизимининг хизмат қилиш муддати билан аниқланади.

Автоматлаштириш тизимини ишлаб чиқиш, лойиҳалаш, жорий қилиш ва саноат эксплуатацияси жараёнида унинг ишончлилигининг оптимал даражаси белгиланиши ва ўрганилиши керак. Паст даражанинг оқибатлари технологик режимнинг бузилиши, брак, мақсадга қаратилган маҳсулотни тўла ишлаб чиқармаслик, авариялар, портлашлар, шунингдек тизимни таъмирлашга ҳаражатларнинг ортиши. Айрим ҳолларда тизим ишончлилиги даражасининг паст бўлиши унинг самарадорлигини нолга келтириши ёки ҳатто манфий қилиб қўйиш мумкин (яъни ҳаражатлар иқтисодий самарадан ҳам юқори бўлади). Ишончлилиқ кўрсаткичларининг ортиши ҳам ҳаражатларнинг ортишига олиб келади.

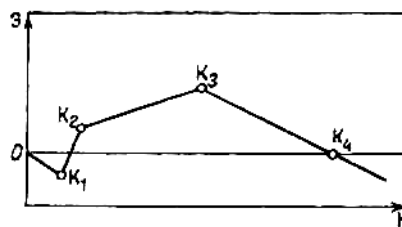
Тизим ишончлилигининг оптимал даражасини ўрнатиш ва таъминлаш – мураккаб ва масулиятли вазифа, чунки кимё ва озиқ – овқат технологияси объектларини бошқариш (ТОБ) ни автоматлаштириш кўп функцияли (вазифали) тизимга киради, унинг таркибида жуда кўп техник қурилмалар ва оператив ходим бўлади. Бунда, бир томондан, айрим вазифани (ишни) бажаришда бир нечта техник қурилмалар фойдаланилиши мумкин, иккинчи томондан – айтиб бир қурилмани бир нечта вазифани бажарувчи ўрнида фойдаланиш мумкин. Тизимларнинг кўплиги (ортиқчалиги) ҳам катта аҳамиятга эга (аппаратли, информацион, вақтий, функционал тизимлар), бу умуман тизимининг ишончлилигини айрим қисм тизимлар ва қурилмалар ишончлилигидан юқорироқ тутишга имкон беради. Оператив ходимларнинг бўлиши берилган вазифаларни бажариш умумий ишончлилигини ошириши ҳам мумкин (агар ходимлар бошқарувнинг захира бўғини бўлса), ходимлар техник қурилмалар билан изчил ишлаган ҳолда ишончлиликини камайтириши ҳам мумкин.

Тўхтовсиз (узлуксиз) ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш. Тўхташ – бундай ҳолдан сўнг тизим тўлиқ ёки қисман ўз вазифаларини бажара олмайдиган ҳолатдир. Тўхташнинг сабаблари ейилиш ва эскиришнинг табиий жараёнлари бўлиши, шунингдек, тизимни тайёрлашда, монтаж қилишда, таъмирлашда ишлатиш қоидалари ва нормаларни бузишда юзага келадиган камчиликлар бўлиши мумкин.

Реал қурилманинг узлуксиз ишлаш вақти берилган қийматдан юқори бўлиши керак, яъни $\tau > \tau_0$ шарт бажарилиши керак. Шунини айтиб ўтиш керакки, τ вақт бу ерда тасодифий характерга эга. Бу эҳтимоллик характеристикаларидан фойдаланиш заруриятини белгилайди: $p(\tau)$ – берилган вақт давомидаги узлуксиз ишлаш эҳтимоллиги (одатда 10^6 соат), $q(\tau) = 1 - p(\tau)$ – τ_0 вақт ичида тўхташ эҳтимоли.



21.18-расм.



21.19-расм. Иккисолий

Табиийки,

$$q(\tau) = 1 - p(\tau)$$

Бу функцияларнинг умумий кўриниши 21.18-расмда келтирилган. Эгри чизикларнинг кўринишидан қурилманинг ишончилиги кўрсаткичи вақт ўтиши билан 1 дан 0 гача ўзгаради.

Берилган τ_0 вақт оралиғида $p(\tau)$ эҳтимоллик

$$p(\tau) = e^{-\tau_0 / \tau_{\text{ypr}}} \quad (21.14)$$

формула бўйича ҳисобланади, бу ерда τ_{ypr} – тўхташгача ишлаб беришнинг ўртача вақти (ўртача тўхтовсиз ишлаш вақти).

$$\tau_{\text{ypr}} = 1 / (\lambda K_0) \quad (21.15)$$

тарзида аниқланади, бу ерда $\lambda_{\text{ўрта}}$ – қурилманинг тўхтаб қолиш жадалликлари, K_0 – қурилманинг юкланиш коэффициенти. Қурилманинг тўхташлар жадаллиги λ унинг паспортида келтирилади. У тайёрловчи заводда тўхтаган қурилмалар сонининг берилган вақт оралиғида соз ишлаётган қурилмалар сонига нисбати сифатида белгиланади.

Бошқаришнинг ҳатто элементар вазифаларини бажариш учун ишончли характеристикали бир нечта кетма – кет ўрнатилган қурилмалар талаб қилинади. Масалан, сарфлашни аналогли қайд қилиш учун Сапфир – 22ЕХ датчиги, таъминот блоки БПС – 24 ва қайд этувчи асбоб А – 543 керак бўлади.

Функцияни бажарувчи, кетма – кет ўрнатилган қурилмалар занжири

$$(\lambda K_{\sigma})_{\phi} = \sum_1^n (\lambda K_{\sigma})_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (21.16)$$

формула бўйича ҳисобланади, бу ерда $(\lambda K_{\sigma})_{\phi} - i$ – қурилманинг юкланганлик коэффициентини ҳисобга олган ҳолдаги тўхташлар жадаллиги, n – занжирдаги қурилмалар сони.

Параллел қурилмалар гуруҳи учун, яъни бир ишчи ҳолатда, бошқаси захира ҳолатида бўлган қурилмалар учун тўхташлар жадаллигини ушбу

$$(\lambda K_{\sigma})_{\phi} = 0,5(\lambda K_{\sigma})_i^2 \quad (21.17)$$

формула бўйича ҳисоблаш мумкин.

Автоматлаштириш тизимларининг ишончлилигини ошириш услублари. Ишончлилиқни оширишнинг асосий услублари ишлаб чиқиш босқичида кўзда тутилган захиралаш (ортиқчалиқ) ва ишлатиш даврида сифатли техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ҳисобланади.

Функционал ва структур (тузилма) захиралаш фарқ қилинади. Функционал захиралаш; тизимга ўхшаш ўзаро бир – бирини тўлдирувчи вазифаларни киритиш билан таъминланади, масалан, аналогли ва рақамли қайд этиш, қўлда ва масофадан туриб бошқариш, асбоблар ёрдамида ва дисплейда назорат қилиш ва ҳоказо.

Структур захиралаш бошқаришнинг энг муҳим вазифаларини бажаришда қурилмаларни параллел ўрнатишни назарда тутди. Структур захирасининг қуйидаги турлари фарқ қилинади: ишчи қурилмалар тўхтаганда захира қурилмаларни автоматик улаш («иссиқ» захиралаш) олдиндан монтаж қиллинган захира қурулмани коммутацион алоқаларнинг ўзгариши ҳисобига улаш («совуқ» захиралаш); носоз қурилмани ечиб олиш ва уни захирадаги билан алмаштириш.

Техник хизмат кўрсатишни ва таъмирлашни ташкил этиш, бир томондан, қурилмаларнинг ишончлилиги тўрғисидаги маълумотларни, юз бериши мумкин бўлган тўхташларни олдиндан айтиш мақсадида тўплаш ва таҳлил қилиш, иккинчи томондан эса – оптимал даврийликни ва автоматик ва

назорат ўлчов асбоблари (НЎА) таъмирлаш ишлари ҳажмини ишлаб чиқиш ва таъминлашни кўзда тутди.

Ишончлилик тўғрисидаги маълумотларни тўплаш (НЎА) цехларидаги асбобсозлар ва таъмирлаш хизмати ходимларн зиммасига юкланиши мумкин. Бу мақсадда тўхташларни ҳисобга олиш журнаliga носозлик вақти, жойи ва сабаби, уни бартараф қилиш усули ҳамда бунга кетадиган меҳнат харажатлари усули ёзиб қўйилади. Ҳар бир қурилма учун дафтар тутилади; унга тўхташлар ҳақидаги маълумотлардан ташқари қурилманинг паспорт характеристикаси (чиқарилган йили, тайёрловчи завод, ишга туширилган сана) ва профилактик кўриклар натижалари ва таъмирлашлар натижалари ёзилади.

Автоматлаштиришни бошқариш тизимларига техник хизмат кўрсатиш таъмирлашлар орасидаги даврда ишончлилик кўрсаткичларини керакли даражада тутиб туришнинг асосий усули ҳисобланади. У айрим қурилмалар ва боғланиш каналларининг метрологик характеристикаларини ҳамда иш қобилиятини тест сигналлари бўйича текширишни; қурилмаларни тозалашни; қурилмаларнинг айрим элементларини созлаш ва алмаштиришни; электр ва трубади ўтказгич ажралувчи бирикмалари, контактлари ва мустаҳкамлагичларининг ишлаш қобилияти ва ишончлилигини текширишни назарда тутди.

Техник хизмат кўрсатиш даврида ўтказиладиган таъмирлаш ишлари жорий таъмирлаш дейилади, улар автоматлаштириш воситаларининг иш қобилиятини таъминлаш ёки тиклаш учун бажарилади ҳамда тизимининг айрим қисмларини алмаштиришдан ва (ёки) тиклашдан иборат. Ишончлилик кўрсаткичларини тўла тиклаш учун тизимининг барча қисмларини контроль таъмирлаб, сўнг текшириш зарур.

21.11 – §. АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ

Технологик объектларни автоматлаштириш уларнинг техник – иқтисодий кўрсаткичларини 3 – 5% га орттириб, мақсадга қаратилган маҳсулотни олишда кўп меҳнат талаб қилишлик даражасини анча камайитишга (30 – 40% га) олиб келади.

Иккинчи томондан уни амалга ошириш учун қўшимча капитал маблағлар талаб қилинади. Масалан, кимёвий ва унга яқин саноат тармоқларида автоматлаштиришга кетадиган харажатлар ТОВ қурилмалари таннархининг 35% ини ташкил этади.

Автоматик тизимлар (АТ) ни жорий қилиш самарадорлигининг асосий кўрсаткичи уларнинг ўзини қоплай олиш муддати ҳисобланади:

$$T=(K+A)/\Theta, \quad (21.18)$$

бу ерда T – ўзини қоплаш муддати, йил; K – АС ни жорий қилиш учун сарфланадиган капитал маблағлар (харажатлар), сўм; A – жорий қилинган автоматлаштириш қурилмалари таннархидан ажратилган амортизацион тўловлар, сўм; Θ – шартли – йиллик иқтисодий самара, сўм/йил.

Иқтисодий самара автоматлаштириш бўйича аниқланади:

$$\Theta=(C_1 - C_2)/\Pi \quad (21.19)$$

бу ерда, C_1, C_2 – мақсадга қаратилган маҳсулот бирлигининг автоматлаштиришдан олдинги ва кейинги таннархи, сўм; Π – мақсадга қаратилган маҳсулотнинг автоматлаштиришдан кейин йиллик ишлаб чиқариш.

Кимё корхоналари маҳсулоти таннархининг асосий банди (50 – 80%) хом ашё таннархи эканини ҳисобга олиб, асосий эътиборни мақсадга қаратилган маҳсулот бирлигига тўғри келадиган хомашё солиштирма сарфини пасайтирувчи автоматлаштириш воситаларини жорий қилишга қаратиш зарур.

Ўзини қоплаш муддатининг тескари катталиги иқтисодий самарадорлик коэффициенти E ҳисобланади:

$$E=1/T=(C_1 - C_2)*\Pi/(K+A) \quad (21.20)$$

Келтирилган формулалар бўйича аниқланган самарадорлик кўрсаткичининг қийматлари норматив қийматлар билан таққосланади ва натижага асосланиб, АТ ни жорий қилишнинг мақсадга мувофиқлиги ҳақида хулоса чиқарилади. Кимёвий корхоналарда АТ нинг ўзини қоплашининг нормадаги муддати тахминан уч йилни ташкил этади.

Иқтисодий самарадорликнинг АТ ни жорий қилишга кетадиган капитал харажатларга боғлиқлиги 21.19-расмда келтирилган.

Боғланишни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, биринчи босқичда ($K_0 - K_1$) иқтисодий воситалар комплексига озгина харажатлар қилинганда иқтисодий самарадорлик C_1 таннархнинг ортиши ва оддий бошқариш функцияларининг (назорат, сигнализация ва ҳоказо) автоматлаштирилишининг самарадорлиги жуда кичик бўлганидан иқтисодий самарадорлик манфайдир. Капитал маблағларнинг маълум қийматидан бошлаб (K_1) бошқариш вазифалари ва масалаларини кенгайтириш АТ нинг самарадорлигини кескин ўсишига олиб келади, демак янада такомиллашган техник воситалар комплексидан фойдаланиш ҳисобига иқтисодий самарани ҳам оширади. Такомиллаштиришнинг бу босқичида АТ энг катта самара беради. Бу босқич узоқ давом этмайди. У капитал харажатларнинг K_2 қийматигача давом этади. Капитал харажатларнинг бундан кейинги ортиши ($K_2 - K_3$) АТ ни жорий қилишнинг иқтисодий самарадорлигини бунчалик кескин оширмайди; капитал харажатларнинг маълум қийматидан бошлаб (K_3), бошқаришнинг функция ва вазифаларини бундан кейинги кенгайтириш жуда оз даражада самара берадики, натижада тизимининг иқтисодий самарадорлиги туша бошлайди. Бу бошқарувнинг функциялари ва вазифаларининг такрорланиши, технологик ходимларга бериладиган ахборотнинг ҳаддан ташқари кўплиги, АТ нинг мураккаблиги, демак ишончсизлиги, бошқариш функцияларини автоматлаштириш билан тушунтирилади, уларни фан ва техника ривожининг эришилган даражасида техник персоналга қолдириш мақсадга мувофиқдир. K_4 қийматдан бошлаб, техник воситалар мажмуасини мураккаблаштириш

кўрсатилган сабабларга кўра иқтисодий самаранинг манфий қийматига олиб келади.

Боғланишни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ҳар бир БТО учун энг кўп иқтисодий самара берадиган АТ танлаб олиш мумкин. Бунда капитал харажатлар K_3 ни ташкил этади.

21- БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Техник лойиҳа
2. Техно-ишчи лойиҳа
3. Ишчи ҳужжат
4. Ишчи чизма
5. Принципиал электрик схема
6. Принципиал пневматик схема

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Автоматлаштириш лойиҳасининг вазифаси.
2. Автоматлаштириш тизимларини лойиҳалаш босқичлари.
3. Ишчи чизма нима?
4. Техналогик объектларни автоматлаштириш даражасини аниқлаш.
5. Принципиал электрик схемалар.
6. Принципиал пневматик схемалар.
7. ТЖАБТни яратиш принциплари.
8. ТЖАБТни ишлаб чиқиш босқичлари ва поғоналари.
9. Техник топшириқ.
10. Техник лойиҳа.
11. Ишчи ҳужжатлар.
12. Мослашувчи автоматлаштирилган ишлаб чиқариш.
13. Автоматик лойиҳалаш тизимлари.
14. АЛТ ни таъминлаш воситалари.
15. АЛТ ни ишлаш режимлари.

XXII-боб. АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМИНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР МИСОЛЛАР

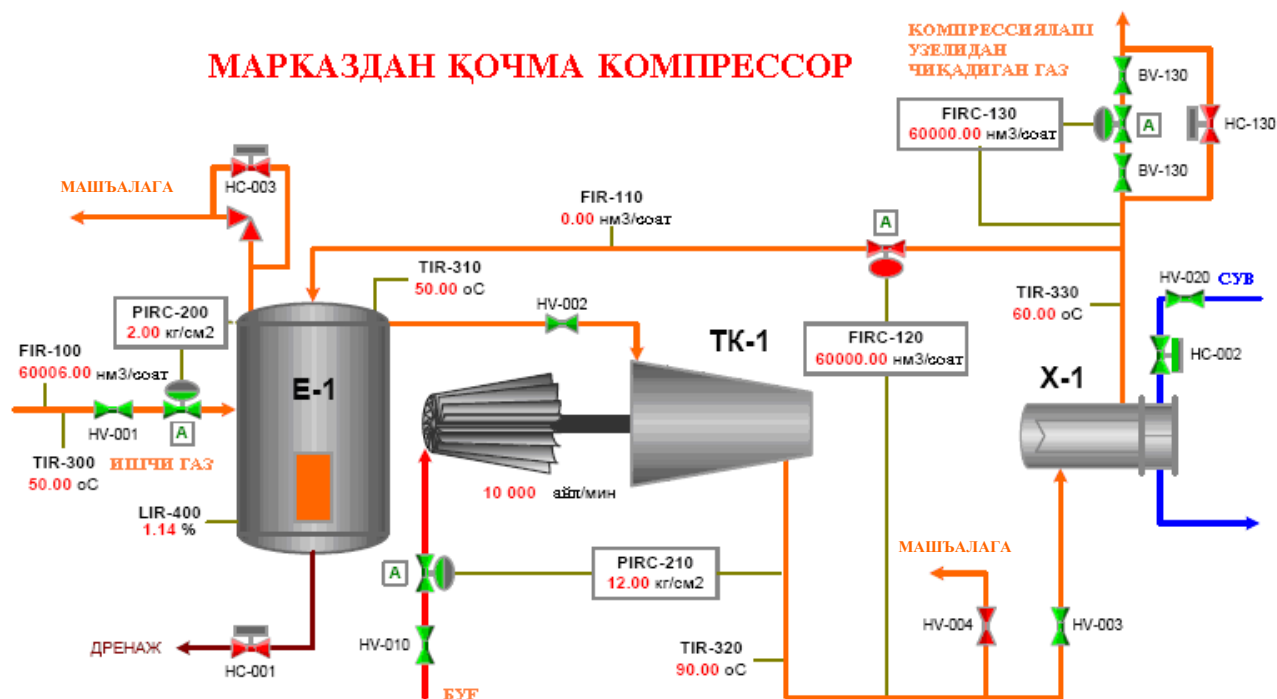
22.1-§. МАРКАЗДАН ҚОЧМА КОМПРЕССОР

22.1.1. Компрессиялаш узелининг тавсифи

Буғ юритмали оддий марказдан қочма компрессор унинг базавий қурилмаси билан бирга моделланади (22.1-расмга қаранг). Ишчи газ сифатида газсимон пропан қўлланилади. Бу модел газнинг сиқилиш принципларини ва компрессиялаш узелини бошқариш кўникмаларини чуқурроқ тушунишга имкон беради. Ишчи газ босими ростланувчи сўрувчи идиш орқали ўтади, шундан сўнг компрессорнинг сўрувчи томонига («қабулга») тушади. Газ сиқилади ва тизимдан чиқишдан олдин босими ростланадиган чиқиш қувирига (компрессор «чиқиши») ўтади.

Компрессорда минимал сарф қилиш байпаси бўлиб, у газнинг тўғри оқими компрессор учун минимал зарур бўлганидан кам бўлганда помпажнинг олдини олиш учун фойдаланилади.

Буғ турбина юритмасининг тезлиги газнинг компрессордан чиқиш босимига кўра ростланади.



22.1-рasm. Компрессиялаш узели схемаси.

22.1.2. Бошқариш принциплари

Совуқ ишчи газ E-1 сўрувчи барабанга ва ундан сўнг компрессорнинг қабул қилувчи қувурига узатилади. E-1 дан чиқиш қувуридаги босимни PIRC-200 регулятор таъминлаб туради, унинг клапани PV-200 E-1 да газни узатиш чизиғида жойлашган. TIR-310 датчиги E-1 даги ҳароратни назорат қилади, FIR-100 датчиги эса E-1 идишга ишчи газ сарфланишини назорат қилади.

E-1 даги конденсат сатҳини LIR-400 датчиги назорат қилади. Сатҳ тўплангани сари конденсат E-1 дан HC-001 дастаки сурилгич (кулф) орқали чиқариб ташланади. Босимни авариявий пасайтириш учун E-1 идишда пружинали сақлагич клапан (ППК) байпасида HC-003 созланувчи тўсиқли сақлагич клапан ўрнатилган.

Газ ТК-1 компрессорнинг сўрувчи томонига келади ва янада каттарок босимгача сиқилади, бу босимни PIRC-210 регулятори таъминлаб туради. Сиқиш вақтида ишчи газнинг ҳарорати кўтарилади, уни TIR-320 датчик кўрсатади.

PIRC-210 ростлагич буғ-турбинали юритманинг тезлигини буғни турбинага узатиш линиясида жойлашган PV-210 клапани ёрдамида бошқаради. XIR-700 датчиги компрессорнинг тезлигини кўрсатади.

Кейин газ компрессорнинг чиқиш қувурига (трубопроводига) ўтади ва X-1 сув совиткичида совитилгандан кейин доимий 10 кг/см^2 босим билан идишга ўтказилади. Газ FIRC-130 сарф ростлагичининг FV-130 клапани орқали чиқарилади. TIR-330 датчиги газнинг X-1 совиткичдан кейинги ҳароратини кўрсатади.

Агар газнинг ТК-1 дан тўғри оқими компрессор помпажи сатҳидан паст бўлса, FIRC-120 ростлагичи помпажнинг юзага келишининг олдини олиш учун компрессорнинг байпасида FV-120 клапанни очади. Газ совитилгандан кейин E-1 идишга компрессорнинг сўрувчи томонига қайтади. FIR-110 датчик газнинг байпас бўйича сарфланишини назорат қилади.

Компрессиялаш узели асосий параметрларининг ишчи диапазон (оралиқ) чегараларидан ташқарига чиққанда огоҳлантирувчи ёки авария сигнализацияси пайдо бўлади.

Компрессордан келаётган газ сарфи камайганда огоҳлантирувчи «помпаж юз бериши мумкин» хабари пайдо бўлади.

Компрессорнинг тезлиги минутига 18 минг айланишдан оширилганда ёки E-1 идишда 60% сатҳга етганда автоматик тўсиқ ишга тушади: турбокомпрессорни тўхтатиш учун турбинага кетаётган буғ линиясида HV-010 кескич (отсекатель) беркитилади.

**22.1.3. Компрамирлаш узелининг ўлчанадиган ва бошқарувчи
ўзгарувчилари ҳамда уларнинг меъёردаги ишлаш режими (тартиби) даги
қийматлари**

22.1.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

позиция № (тэг)	Ўлчанадиган ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъёрий режимдаги қиймати
FIR-100	Е-1 даги газ сарфи	нм ³ /соат	60006.00
FIR-110	ТК-1 компрессорнинг байпаси бўйича газ рецикли сарфи	нм ³ /соат	0.00
FIRC- 120	ТК-1 дан чиққан сиқилган газ сарфи	нм ³ /соат	60000.00
FIRC- 130	Қурилмадан келаётган газ сарфи	нм ³ /соат	60000.00
LIR-400	Е-1 даги конденсат сатҳи	%	1.14
FIRC- 200	Е-1 сўрувчи идишдаги босим	кг/см ²	2.00
PIRC- 210	ТК-1 компрессори чиқишидаги газ босими	кг/см ²	12.00
TIR-300	Е-1 га киришда газнинг ҳарорати	°С	50.00
TIR-310	Е-1 даги ҳарорат	°С	50.00
TIR-320	ТК-1 компрессордан чиққан сиқилган газ ҳарорати	°С	90.00
TIR-330	Х-1 дан кейинги газ ҳарорати	°С	60.00
XIR-700	Компрессорнинг тезлиги	айл/мин	10000.00

22.1.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар)

позиция № (тэг)	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш(%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури
FIRC-120	ТК-1 дан чиққан сиқилган газ сарфи	50.0	Авто.	Лок.
FIRC-130	Қурилмадан чиққан газ сарфи	50.0	Авто.	Лок.
НС-001	Е-1 дан конденсатни чиқариб ташлаш чизиғидаги қулф	0.0	Даст.	-
НС-002	Х-1 совиткичга сув узатиш чизиғидаги қулф	50.0	Даст.	-
НС-003	Е-1 идиш сақлагич клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст.	-
НС-130	FIRC-130 асбобининг созловчи клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст.	-
FIRC-200	Сўрувчи Е-1 идишдаги босим	50.0	Авто.	Лок.
FIRC-210	ТК-1 компрессор чиқишида газ босими	50.0	Авто.	Лок.

22.1.3.3. Дискрет бошқарувчи параметрлар (калитлар)

Калит номи	Асбоб-ускуна вазифаси	Калитнинг ҳолати
HV-001	Е-1 да ишчи газ чизигидаги ажраткич	Очиқ
HV-002	ТК-1 қабул қилувчи қувурдаги ажраткич	Очиқ
HV-003	ТК-1 чиқиш қувуридаги ажраткич	Очиқ
HV-004	Газни компрессордан машъалага ташлаш	Берк
HV-010	Буғни турбинага узатиш чизигидаги ажраткич	Очиқ
HV-020	Х-1 совиткичга сув узатиш чизигидаги ажраткич	Очиқ
BV-130	Ростловчи FV-130 клапанининг ажраткичлари	Очиқ

22.1.4. Стандарт тадбирлар

22.1.4.1 Совуқ старт

Умумий мулоҳазалар

«Совуқ старт» машқи марказдан қочма компрессорнинг хавфсиз ва тўғри ишга туширилиши учун зарур ҳаракатлар кетма-кетлигини ўрганишга имкон беради.

Газни сиқиш узелигача ва кейин жараён кечиши бўйича зарур қурилма ишга туширишга тайёр ва барча энергетик тизимларга кириш мумкин, деб фараз қилинади.

Шунингдек, қуйидаги тизимлар ишга тушириш учун тайёр ҳолатда тургани ҳам фараз қилинади:

1. Ишчи газни узатиш учун асбоб-ускуна;

2. Сиқилган газни қабул қилиш учун идиш;
3. Умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:
 - Завод ва асбоб ҳавоси;
 - Буғ ва совитувчи буғни узатиш тизимлари;
 - Дренажли ва машъалали тизимлар;
 - Вентиляция тизими.

Қуйида санаб ўтилган ишга туширишдан олдинги барча операциялар бажарилгани ва компрессорлаш узели ишга туширишининг бошланишига тайёр эканига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга туширишдан олдинги операциялар:

1. Ишга тушириш схемасини текшириш ва тикин(қопқоқ)ларни олиб ташлаш.
2. Қувурларнинг ўтказувчанлигини босим борлигини албатта назорат қилиб, бутун технологик занжир бўйича текшириш.
3. Назорат ўлчаш асбоблари (НЎА) ҳаво қурилмасига технологик ҳаво, буғ, сувни қабул қилиш.
4. Қурилманинг ишлаш қобилиятини текшириш, обкатка, вентиляция тизимини ишлашга тайёрлаш.
5. НЎА ни текшириш ва ишга тушириш (барча ростлагичлар ростловчи клапанлари берк ҳолатда дастаки режимда бўлишлари керак).
6. Компрессиялаш узели иши билан боғлиқ барча хизматлар ходимларини кирита бошлаш тўғрисидаги хабарнома.

Қуйида ишга тушириш тадбири, яъни сиқилган газ узелини ишга туширишда Сизнинг ҳаракатларингиз кетма-кетлиги баён қилинади.

Тадбир

1. Ажраткичларни очинг: HV-001 ни ишчи газ чизигида, HV-010 ни буғнинг турбина томон чизигида, HV-020 ни сувнинг Х-1 совуткичга бориш чизигида.
2. Х-1 совуткичга сув беринг. Бунинг учун НС-002 қулфни 50% га очинг.

3. Қуйида FIRC-120 регулятор (ростлагич) нинг компрессор байпасидаги FV-120 клапанини тахминан 35% га очинг.
4. Е-1 идишда 2.0 кг/см^2 босимни ҳосил қилиш учун ишчи газни узатиш чизиғида PIRC-200 ростлагичнинг PV-200 клапанини қўлда 10-15%га очинг.
5. PIRC-200 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
6. Компрессорни ишга тайёрланг: қабул қилувчи ва чиқариб ташловчи қувурларда HV-002 ва HV-003 ажраткичларни очинг.
7. Компрессорни ишга туширинг: компрессор турбинасига буғ узатиш чизиғида PIRC-210 ростлагичнинг PV-210 клапанини қўлда 25-30%га очинг. (Буғ камроқ узатилганда помпаж юзага келиши мумкин.)
8. Буғ узатишни кўпайтириб, компрессор чиқишидаги босимни 12 кг/см^2 га етказинг ва PIRC-210 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
9. Агар юқори тезли сигнализацияси пайдо бўлса (датчик XIR-700), у ҳолда компрессорнинг тезлигини 12000 айл/мин дан юқори оширмасдан туриш учун PIRC-210 ростлагич учун уставкани камайтиринг.
10. FIRC-130 ростлагичнинг клапан тўпламида ростловчи клапаннинг BV_130 ажраткичларини очинг. Сиқилган газ сарфининг FIRC-130 ростлагичининг FV-130 клапанини $60000,0 \text{ нм}^3/\text{соат}$ қийматгача аста-секин очинг. Бир вақтда FIRC-120 ростлагич клапани билан компрессор байпаси бўйича газ сарфини нолгача камайтиринг.
11. ТК-1 компрессоридан газ сарфи регламентдаги қийматига етганда FIRC-130 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
12. Х-1 совуткичдан кейин сиқилган газнинг ҳароратини TIR-330 датчикнинг кўрсатиши бўйича назорат қилинг. У тахминан 55-60 градус бўлиши керак. Зарур бўлганда Х-1 да сув узатилишини ўзгартиринг.
13. Сарф ростлагичи FIRC-120 ни $50000,0 \text{ нм}^3/\text{соат}$ га ўрнатиб, ўтказинг. Бу миқдор газнинг бир қисмини антипомпаж чизиғи бўйича юбориш зарур бўладиган компрессор орқали ўтказиладиган газ сарфининг минимал қийматини белгилайди.

Компрессиялаш узели меъёрдаги иш режимига чиқарилган.

22.1.4.2. Меъёрдаги тўхтатиш

Умумий мулоҳазалар

«Меъёрдаги тўхтатиш» машқидан мақсад-компрессорни тўғри ва хавфсиз ўчириш учун ҳаракатлар кетма-кетлигини ўрганиш.

Одатда компрессиялаш узелини тўла тўхтатиш асосий қурилмани режали таъмирлашни ўтказиш учун ёки раҳбариятнинг кўрсатмасига мувофиқ ишлаб чиқариш заруриятига кўра амалга оширилади. Барча манфаатдор хизматлар бўлажак ўчириш тўғрисида хабардор қилинишлари зарур.

Тадбир

1. FIRC-130 ростлагични дастаки режимга ўтказинг ва ростлагич клапанини беркитиб, газ ўтказишни тўхтатинг.
2. Сўрувчи идишдаги PIRC-200 босим ростлагичини дастаки режимга ўтказинг ва унинг клапанини беркитинг.
3. Газнинг бир қисмини едириш учун FIRC-130 ростлагичнинг клапанини биров очинг.
4. Е-1 идишдаги босим $0,5-0,7 \text{ кг/см}^2$ гача камайганда FIRC-130 ростлагичнинг FV-130 клапанини ва клапанли йиғмадаги BV-130 ажраткичларни беркитинг.
5. Сиқилган газ босимининг PIRC-210 ростлагичини дастаки режимга ўтказинг ва компрессорни тормозлаш (тўхтатиш) учун турбинага узатилаётган газни қўлда аста-секин камайтириб боринг.
6. Компрессор тўхтагунча PV-120 клапанни беркита боришда давом эинг.
7. Компрессорнинг қабул қилувчи ва чиқарувчи қурилмаларидаги (трубопроводларидаги) HV-002 ва HV-003 ажраткичларни беркитинг.
8. HV-001, HV-010, HV-020 ажраткичларни ва HC-002 қулфни беркитинг.
9. FIRC-120 ростлагичлини дастаки режимга ўтказинг ва компрессор бойкасидаги унинг клапанини бутунлай беркитинг.

10.ППК байпасидаги НС-003 қулфини очиб, Е-1 идишдаги босимни камайтиринг.

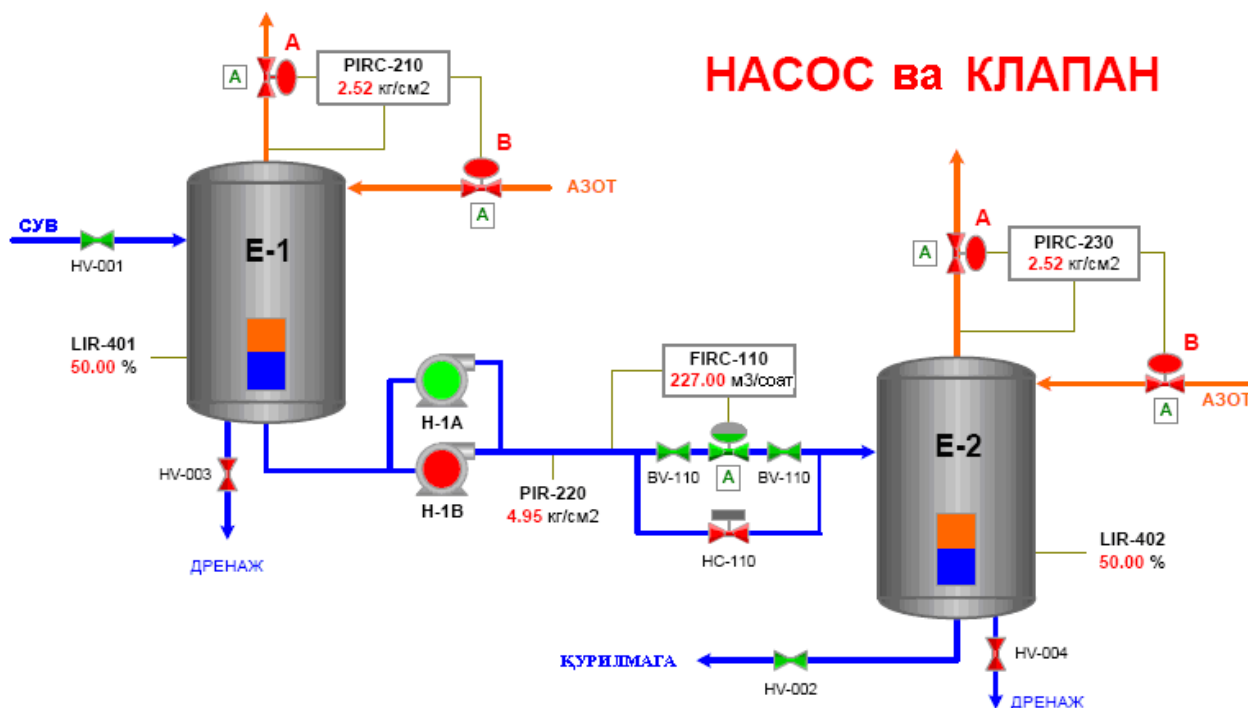
11.HV-004 ажраткич ёрдамида компрессордаги босимни машъалага ўтказинг.

Компрессиялаш узели тўхтатилди ва унга техник хизмат кўрсатилишидан олдин ювиш ва тозалаш учун тайёр бўлди. Аппаратларни таъмирлашга тайёрлаш операциялари моделлаштирилмайди ва корхонада амал қилувчи йўриқномаларга мувофиқ бажарилиши керак.

22.2-§. НАСОС ВА КЛАПАН

22.2.1. Технологик узелнинг тавсифи

Икки герметик идишлардан тизим моделлаштирилади: сўрувчи (Е-1) ва ишчи (Е-2)-улар орасидаги ишчи суюқлик насос ёрдамида оқизилади (22.2-расмга қаранг). Суюқлик сарфи ростлагич ёрдамида қўллаб-қувватлаб турилади, унинг клапани оқаётган жойга ўрнатилган. Ишчи суюқлик сифатида сув ишлатилади, идишлар азотнинг ҳимоя қатлами билан герметикланади.



22.2-расм. “ Насос ва клапан ” технологик узелнинг схемаси

22.2.2. Бошқариш принциплари

Сув насосларининг сўриш идиши Е-1 га узатилади. LIR*401 датчиги Е-1 даги суюқлик сатҳини назорат қилади.

Е-1 идишдан босимни икки каналли PIRC-210 ростлагич тутиб туради.

Ростлагичнинг “А” клапани босим ростлагич уставка(белги) сидан ортиб кетганда азотни атмосферага чиқаради, “В” клапан орқали эса, агар босим уставкадан паст бўлса, у ҳолда идишга азот киритилади.

Сув Е-1 дан асосий Н-1А (ёки захирадаги Н-1В насос). Насос билан ишчи Е-2 идишга ҳайдалади; унинг сарфини FIRC-110 ростлагич насослардан Е-2 идишга кетадиган кувурда (трубопроводда) жойлашган FV-110 клапан ёрдамида таъминлаб туради. PIR-220 датчиги Н-1/А,В насосларнинг дамлаш чизиғидаги босимни кўрсатади. Е-2 идишдаги босим ҳам азот ёрдамида қўллаб-қувватланади ва PIRC-210 га ўхшаш икки каналли PIRC-230 ростлагич билан тартибга солиб турилади. LIR-401 датчиги Е-2 даги суюқлик сатҳини назорат қилади.

22.2.3. технологик узелнинг ўлчанадиган ва бошқарадиган ўзгарувчилари ва меъёридаги ишлаш режимида уларнинг қийматлари.

22.2.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

Позиция № (тэг)	Ўлчанадиган Ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъёрий, режимдаги қиймати
FIRC-110	Е-1 дан Е-2га қараб сув оқими	м ³ /соат	227.00
LIR-401	Е-1 идишдаги сатҳ	%	50.00
LIR402	Е-2 идишдаги сатҳ	%	50.00
PIR-220	Н-1/А,В насосларнинг дамлаш босими	кг/см ²	4.95
PIRC-210	Е-1 идишдаги босим	кг/см ²	2.52
PIRC-230	Е-2 идишдаги босим	кг/см ²	2.52

22.2.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар)

Позиция № (тег)	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш (%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури
FIRC-110	Е-1 дан Е-2 томон сув оқими	38.3	Авто	Лок
НС-110	FIRC-110 асбоби ростлаш клапани байпасидаги кулф	0.0	Даст	—
PIRC-210	Е-1 идишдаги босим	“А” 0.0 “В” 0.0	Даст	Лок
PIRC-230	Е-2 идишдаги босим	“А” 0.0 “В” 0.0	Авто	Лок

22.2.3.3. Дискрет бошқарувчи параметрлар (калитлар)

Калит номи (тег)	Қурилмалар вазифаси	Калитнинг ҳолати
BV-110	FV-110 ростловчи клапан олдидаги ажраткичлар	Очиқ
HV-001	Суюқликни Е-1 идишга узатиш чизигидаги ажраткич	Очиқ
HV-002	Суюқлик Е-2 идишидаги чиқариш чизигидаги ажраткич	Очиқ
HV-003	Е-1 идиш дренаж чизигидаги ажраткич	Берк
HV-004	Е-2 идиш дренаж чизигидаги ажраткич	Берк
H-1A	Асосий сув насоси	Улаш (Вкл)
H-1B	Захира сув насоси	Узиш(Вык)

22.2.4. Стандарт тадбирлар

22.2.4.1. Совуқ старт

Умумий мулоҳазалар

“Совуқ старт ” машқи суюқликни ҳайдаш узелини хавфсиз ва тўғри ишга тушириш учун зарур бўлган ҳаракатлар кетма-кетлигини ўрганишга имкон беради. Идишлар тизимиғача ва ундан кейинги (яъни технологик занжир бўйича ундан юқори ва қуйи) зарур қурилма ишга тушириш учун тайёр. Технологик узелга ишчи суюқлигини узатишдан аввал умумий фойдаланишдаги ҳамма тизимлар ишга туширилиши, текширилиши ва ишга тайёр бўлиши зарур. Шунингдек, қуйидаги тизимлар ишга тушириш учун тайёр ҳолатда турибди, деб фараз қилинади:

1. Ишчи суюқликни узатиш учун қурилма;
2. Ишчи суюқлигини қабул қилиш учун идиш;
3. Умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:
 - Завод ва асбоб ҳавоси;
 - Электр таъминот тизими;
 - Дренаж тизими;
 - Азотни узатиш тизими.

Қуйида санаб ўтилган ҳамма ишга тушириш олди операциялари бажарилганига ва қурилма ишга туширишни бошлашга тайёр эканига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга тушириш олди операциялари:

1. Жихозлар ва қувурларни ювиш ва тозалаш, тиқинларни олиб ташлаш.
2. Босимнинг мавжудлигини албатта назорат қилган ҳолда бутун технологик занжир бўйлаб қувурларни ўтказувчанлигини текшириш.
3. қурилмага электр энергия, НЎА ҳавоси ва технологик ҳаво, азотни қабул қилиш.
4. Қурилманинг ишлаш қобилиятини текшириш, ишлашга тайёрлаш ва насосларни ишлатиб кўриш.

5. НЎАни текшириш ва ишга тушириш (барча ростлагичлар ростловчи клапан беркилган ҳолда дастаки режимда туриши керак).

6. узелнинг ишлаши билан боғлиқ барча хизмат ходимларини ишга туширишнинг бошланиш тўғрисида хабардор қилиш.

Қуйида ишга тушириш жараёни тавсифланади, яъни технологик узелни ишга туширишда Сизнинг ҳаракатларингизни кетма-кетлиги тавсифланади.

Тадбир

1. Е-1 идишга сувни йўлланг. Бунинг учун сувнинг Е-1 га бориши чизиғида НV-001 ажраткични очинг. Идишдаги сатҳни LIR-401 датчигининг кўрсатишлари бўйича назорат қилинг. Ҳақиқий қурилмада, агар идиш сатҳ ўлчагич билан таъминланмаган бўлса, тўлдирилишни назорат қилишни ўлчаш шишаси бўйича олиб бориш керак.

2. Е-1 га азот киритинг. Бунинг учун, PIRC-210 регуляторнинг “В” клапанини очинг.

3. Е-1 даги босим $2,52 \text{ кг/см}^2$ га яқин келганда, PIRC-210 ростлагични $2,52 \text{ кг/см}^2$ қиймат билан автоматик режимга ўтказинг.

4. Худди шу тарзда PIRC-230 ростлагичнинг “В” клапанидан фойдаланиб, Е-2 идишини герметик беркитинг. Ростлагични $2,52 \text{ кг/см}^2$ қиймат билан автоматик режимга ўтказинг.

5. Е-1 идишдаги сатҳ тахминан 40% гача кўтарилганда, Н-1А насосини ишга туширинг.

6. FIRC-110 асбобнинг клапани йиғмасида ростловчи клапаннинг BV-110 ажраткичларини очинг.

7. FIRC-110 сарф ростлагичининг FV-110 клапанини қўлда 10-20% га очинг.

8. LIR-402 датчикнинг кўрсатишлари бўйича Е-2 идишдаги сатҳнинг ортишини кузатинг.

9. Е-1 даги сатҳ 50% гача кўтарилганда, Е-1 идишдаги сатҳни 50% га яқин сақлаб туриш учун FV-110 клапанни очиб, насослар орқали сув сарини аста-

секин орттиринг. Сув сарфи $227,0 \text{ м}^3/\text{соатга}$ яқин келганда, FIRC-110 сарфростлагичини $227,0 \text{ м}^3/\text{соатга}$ ўрнатиб автоматик режимга ўтказинг.

10. LIR-402 датчикнинг кўрсатишларига қараб, Е-2 идишдаги сатҳнинг ортишини кузатинг. Сатҳ 45-50% гача кўтарилганда, суюқликни Е-2 дан чиқариш чизигидан HV-002 ажраткични очинг.

Маълум вақтдан сўнг, суюқликни ҳайдаш узели меъёрдаги ишлаш режимига чиқади.

22.2.4.2. Меъёрдаги тўхтатиш

Умумий мулохазалар

“Меъёрдаги тўхтатиш” машқининг мақсади – қурилмани тўғри ва хавфсиз ўчириш учун зарур ҳаракатлари кетма-кетлигини ўрганиб олишдир.

Суюқликни ҳайдаш узелини тўла тўхтатиш одатда асосий қурилмани режа бўйича таъмирлашни ўтказиш учун ёки раҳбариятнинг кўрсатмаси бўйича ишлаб чиқариш заруратига кўра амалга оширилади. Барча манфаатдор хизматлар бўлажак тўхтатиш тўғрисида хабардор қилинган бўлишлари керак.

Тадбир

1. HV-001 ажраткични беркитиб, Е-1 га сув узатишни тўхтатиш.

2. Е-1 даги сатҳ 5-10% гача пасайиб кетганда, FIRC-110 сарф ростлагичини дастаки режимга ўтказиш ва клапанни беркитиш. FIRC-110 асбобининг клапанли йиғмасида ростловчи клапан яқинидаги BV-110 ажраткичларни беркитиш.

3. Н-1А насосни ўчиринг.

4. Е-1 идишдан суюқликнинг қолганини қочирмоқ (дренаж қилиш). Бунинг учун Е-1 дан дренаж қилиш чизигида HV-003 ажраткични очиш. Идиш бўшагандан сўнг ажраткични беркитинг.

5. PIRC-210 босим ростлагичини дастаки режимга ўтказинг. Е-1 идишдаги босимни пасайтириш учун “В” клапанни беркитиб “А” клапанни очинг.

6. E-2 даги суюқлик 5% гача пасайганда, сувни чиқариш чизигини HV-002 ажраткични беркитинг.

7. E-1 идишдаги суюқлик қолдигини дренаж қилинг (қуритинг). E-2 дан дренаж чизигида HV-004 ажраткични очинг. Идиш бўшатиладан кейин ажраткични беркитинг.

8. PIRC-230 босим ростлагичини дастаки режимга ўтказинг. E-2 идишдаги босимни пасайтириш учун “В” клапанни беркитинг ва “А” клапанни очинг.

9. E-1 ва E-2 идишларидаги босим 0 кг/см^2 га яқин қийматларга пасайганда икала, «А» клапанни беркитинг.

Ҳақиқий ишлаб чиқаришда шундан кейин тизимни ходимларнинг таъмирлаш вақтида ёки қурилмага техник хизмат кўрсатишида хавфсиз ишлаши учун тайёрлаш лозим бўлади. Бу операциялар моделлаштирилмайди ва корхонада амал қилувчи йўриқномаларга мувофиқ бажарилиши керак.

22.3-§. СЕПАРАТОР

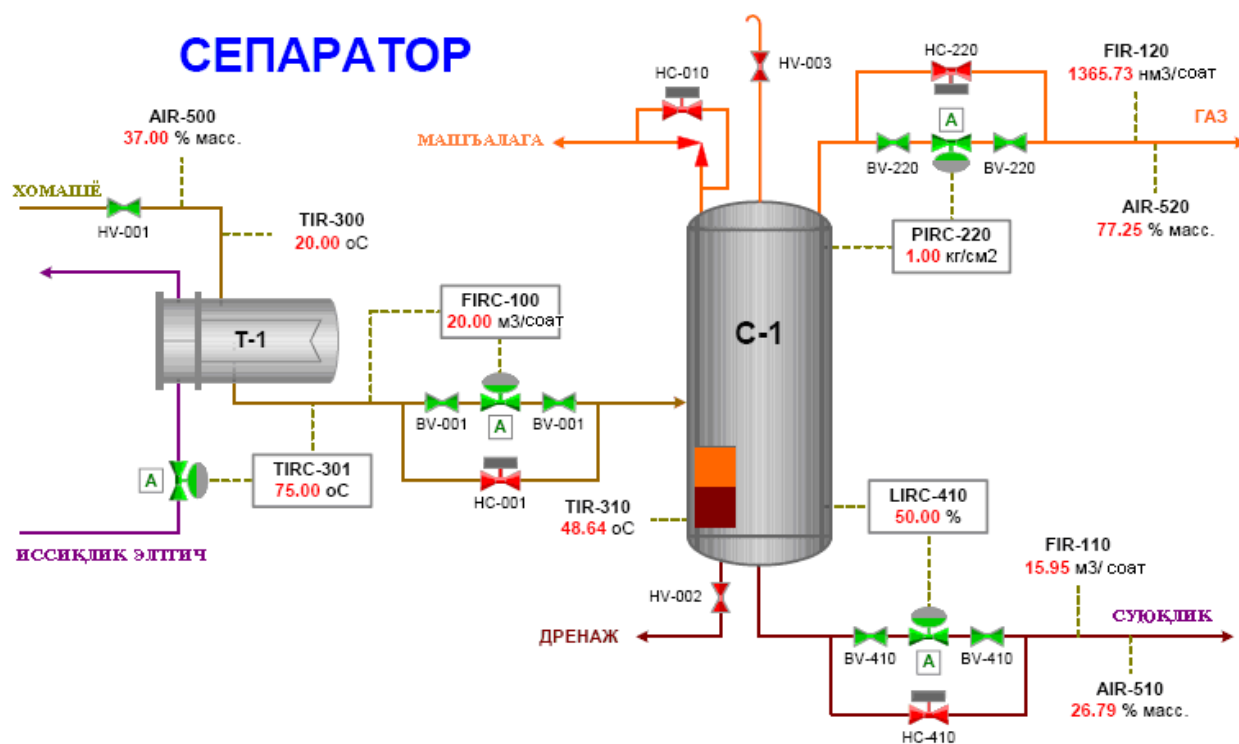
22.3.1. Сепарациялаш узелининг тавсифи

Буг суюқлик аралашмасини газсимон ва суюқ фазаларга ажратиш учун оддий сепаратор моделлаштирилади.

Технологик узелнинг схемаси 22.3-расмда ифодаланган.

Совуқ бутан-гексанли аралашма мойли иссиқлик алмаштиргичга узатилади, у ерда унинг сепараторга киришидан олдин дастлабки иситилиши юз беради.

Сепаратор буг суюқлик аралашмаси компонентларини асосан аралашманинг анча енгил компонентини босим пасайганда буғланиш ҳисобига ажратиш имконини беради. Буг сепараторнинг тепасидан босим ростлагичи клапани орқали чиқарилади, суюқ фаза эса пастдан сатҳ ростлагичи клапани орқали чиқарилади.



22.3-расм. Сепарациялаш узелининг схемаси

22.3.2. Бошқариш принциплари

Совуқ бутан-гексан аралашмаси Т-1 иссиқлик алмаштиргичга узатилади, у ерда иссиқлик элтгич оқими билан иситилади (иссиқ мой ёки бошқа нефт маҳсулоти). Иссиқлик алмаштиргичдаги аралашма сарфини FIRK-100 ростлагичи таъминлаб туради, унинг клапани аралашмани иссиқлик алмаштиргичдан С-1 сепараторга узатиш қувури (трубопровод) да жойлашган. TIR-300 датчиги Т-1 га киришда аралашманинг ҳароратини, MR-500 анализатори эса дастлабки аралашмадаги бутан миқдорини назорат қилади.

Т-1 дан чиқишда аралашманинг ҳароратини TIRC-301 асбоби тартибга солиб туради, у иссиқлик элтгичнинг иссиқлик алмаштиргичга сарфини бошқаради.

Иситилган аралашма С-1сепараторга узатилади, у ерда у буғга (газга) ва суюқликка ажралади.

Газ сепараторнинг юқори қисми орқали чиқариб ташланади. PIRC-220 ростлагичи D-1 даги босимни газларни чиқариб ташлаш қувурида (трубопровода) ги клапан ёрдамида ушлаб туради. FIR-120 датчиги газ сарфини ўлчайди, AIR-520 анализатори газ фазасидаги бутан миқдорини назорат қилади.

Суюқ фаза сепараторнинг туби орқали сепараторда берилган сатҳни таъминлаб турувчи LIRC-410 ростлагич клапани жойлашган қувур (трубопровод) бўйича чиқарилади. TIR-310 датчиги сепаратордаги ҳароратни, FIR-110 датчиги сепаратордан кетаётган сарфни, AIR-510 анализатор-суюқ фазадаги бутан миқдорини назорат қилади.

Ишчи диапазон чегарасидан жараённинг асосий ўзгарувчилари чиқиб кетганда, огоҳлантирувчи ёки аварияли сигнализация ишлаб кетади.

Босимни аварияли пасайтириш учун C-1 сепараторда байпасида HC-010 ростланувчи қулфи бўлган сақлагич клапан ўрнатилган.

Сақлагич клапан босим 3 кг/см^2 бўлганда очилади.

22.3.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

Позиция №	Ўлчанадиган ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъёрий режимдаги қиймат
AIR-500	Хом ашёдаги бутан миқдори	% масс.	37.00
AIR-510	C-1 сепараторнинг пастки маҳсулотидаги бутан миқдори	% масс.	26.79
AIR-520	C-1 сепараторнинг юқори маҳсулотидаги бутан миқдори	% масс.	77.25
FIR-110	C-1 сепаратордан пастки маҳсулот сарфи	$\text{м}^3/\text{соат}$	15.95
FIR-120	C-1 сепаратордан юқори маҳсулот сарфи	$\text{нм}^3/\text{соат}$	1365.75

FIR-100	С-1 сепараторга бутан-гексан аралашмаси сарфи	м ³ /соат	20.00
LIRC-410	С-1даги суюқ фаза сатҳи	%	50.00
PIRC-220	С-1 сепаратордаги босим	кг/см ²	1.00
TIR-300	Т-1 иссиқлик алмаштиргичдаги совуқ хом ашё ҳарорати	°С	20.00
TIR-310	С-1сепаратордаги ҳарорат	°С	48.64
TIR-301	Т-1 иссиқлик алмаштиргичдан кейин иситилган хом ашё ҳарорати	°С	75.50

22.3.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар)

Позиция №	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш (%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури
FIRC-100	С-1 сепараторга бутан-гексан аралашма сарфи	50.0	Авто	Лок
НС-010	С-1 сақлагич клапани байпасидаги дастаки қулф	0.0	Даст	—
НС-100	FIRC-100 ростлагич клапани байпасидаги дастаки қулф	0.0	Даст	—
НС-220	PIRC-220 ростлагич клапани байпасидаги дастаки қулф	0.0	Даст	—
НС-410	LIRC-410 ростлагич клапани байпасидаги дастаки қулф	0.0	Даст	—
LIRC-410	С-1 даги суюқ фаза сатҳи	50.0	Авто	Лок
PIRC-220	С-1 сепаратордаги босим	50.0	Авто	Лок
TIRC-301	Т-1 иссиқлик алмаштиргичдан	50.0	Авто	локк

	кейин иситилган хом ашё ҳарорати			

22.3.3.3. Дискрет бошқарувчи параметрлар (калитлар)

Калит номи	Қурилма вазифаси	Калитни нг ҳолати
BV-100	FV-100 сарф ростлагичи клапани ажраткичлари	Очиқ
BV-220	PV-220 босим ростлагичи клапани ажраткичлари	Очиқ
BV-410	LV-410 сатҳ ростлагичи клапани ажраткичлари	Очиқ
HV-001	Қурилмага хом ашё узатиш чизиғидаги ажраткичлар	Очиқ
HV-002	C-1 сепаратордан дренаж қилиш чизиғидаги ажраткичлар	Берк
HV-003	C-1 сепараторнинг ҳаво чиқариш тешиги	Берк

22.3.4. Стандарт тадбирлар

22.3.4.1. Совуқ старт

Умумий мулоҳазалар

«Совуқ старт» машқи сепарациялаш узелини хавфсиз ва тўғри ишга тушириш учун зарур ҳаракатларнинг кетма-кетлигини ўрганишга имкон беради. Сепарациялаш узелидан олдинги ва кейинги зарур қурилма (яъни технологик занжир бўйича ундан юқори ва паст) ишга тушширишга тайёр ва барча энергетик тизимлар ишчи ҳолатда турибди, деб фараз қилинади.

Шунингдек, кейинги тизим ишга тушириш учун тайёр ҳолатда турибди, деб тахмин қилинади.

1. Совуқ аралашмани узатиш учун асбоб-ускуна;
2. Иссиқлик элтгични тайёрлаш ва Т-1 иссиқлик алмаштиргичга узатиш учун асбоб-ускуна;
3. Сепаратордан газ ва суюқликни қабул қилиб олувчи идишлар;
4. Умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:
 - Завод ва асбоб ҳавоси;
 - Дренаж ва машғал тизими;
 - Вентиляция тизими.

Қуйида санаб ўтилган барча ишга тушириш олди операциялари бажарилган ва қурилма ишга туширишнинг бошланишига тайёрлигига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга туширишдан олдинги операциялар:

1. Ишга тушириш схемасини текшириш ва тикинларни йўқотиш.
2. Қувурларнинг ўтказувчанлигини босимнинг мавжудлигини албатта текшириб, бутун технологик занжир бўйича текшириш
3. Қурилмага НЎА ҳавосини ва технологик ҳавони, иссиқ мойни қабул қилиш
4. Вентиляция тизимини ишга тайёрлаш.
5. НЎА асбобларини текшириш ва ишга киритиш (барча ростлагичлар ростловчи клапанлари ёпиқ ҳолда дастаки режимда туриши керак).
6. Сепаратор иши билан боғлиқ барча хизматлар ходимларини ишга туширишнинг бошланиши тўғрисида хабардор қилиш

Қуйида ишга тушириш тадбири тавсифланади, яъни технологик узелни ишга туширишда Сизнинг ҳаракатларнингиз кетма-кетлиги.

Тадбир.

1. Совуқ бутан-гексан аралашмаси Т-1 иссиқлик алмаштиргичга ўтадиган линиясида НV-001 ажраткични очинг.

2. Мос равишда FIRC-100, PIRC-220, LIRC-410 ростлагичлар клапанлари олдидаги клапан йиғмаларида BV-100, BV-220, BV-410 ажраткичларини очинг. Ростловчи клапанларнинг байпасларидаги кулфлар берк эканлигига ишонч ҳосил қилинг.
3. PIRC-220 сепаратордаги босим ростлагичи учун $0,8 \text{ кг/см}^2$ қийматни ўрнатиш ва ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
4. FIRC-100 аралашма сарфи ростлагичига $10.0 \text{ м}^3/\text{соат}$ қийматни ўрнатиш ва ростлагични автоматик режимга (тартибга) ўтказинг.
5. Сепараторда суюқлик пайдо бўлганда, LIRC-410 сатҳ ростлагичини 50% ли қийматга ўрнатиб, автоматик режимга ўтказинг.
6. Т-1 га иссиқлик элтигичнинг узатиш линиясида TIRC-301 ростлагич клапанини қўлда шундай очингки, бунда сепараторга киришда аралашманинг ҳарорати $75,5^\circ\text{C}$ бўлсин.
7. TIRC-301 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
8. PIRC-220 босим ростлагичи қийматини меъёригача ($1,0 \text{ кг/см}^2$) орттириб, С-1 сепаратордаги босимни қўтаринг.
9. FIRC-100 ростлагич қийматини ўзгартира бориб, сепараторга келадиган аралашма сарфини аста-секин орттира бординг. Сарф қийматини меъёригача (10 кг/см^2) етказинг.
10. Барча ўлчанаётган катталикларни назорат қилинг. Жараён барқарорлашганда, AIR-510 ва AIR-520 анализатор (таҳлиллагич) ларнинг кўрсатишларини текширинг. Сепаратор меъёрида ишлаётганига ишонч ҳосил қилинг (маҳсулотлар спецификацияга мувофиқ келади).

22.3.4.2. Меъёрдаги тўхтатиш

Умумий мулоҳазалар

«Меъёрдаги тўхтатиш» машқининг мақсади-сепараторни тўғри ва ҳавфсиз ўчириш бўйича ҳаракатларнинг зарур кетма-кетлигини ўрганиш.

Сепарациялаш узелини тўла тўхтатиш одатда асосий қурилмани таъмирлашни ўтказиш учун ёки ишлаб чиқариш зарурати билан амалга оширилади.

Тўхтатишни бошлашдан олдин сепаратор иши билан боғлиқ қурилмалар операторларига сепаратор тўхтатилиши ҳақида хабардор қилиш зарур.

Тадбир .

1. Хом ашё сарфи ростлагичи FIRC-100 ни дастаки режимга ўтказинг ва клапанни аста-секин беркита бориб, хом ашё узатишни нолгача камайтириб боринг.
2. Сатҳ ростлагичи TIRC-301ни дастаки режимга ўтказинг ва клапанни ёпинг
3. С-1 даги ортикча босим ҳисобига фазани чиқариб ташлаш учун клапанни 10-20% га очинг ва сатҳ ростлагичи LIRC-410 ни дастаки режимга ўтказинг . Дренаж линиясидаги HV-002 ажраткични ёпинг.
4. С-1 даги суюқликнинг сатҳи 5-10%гача пасайса, LIRC-410 сатҳ ростлагичи клапанини ёпинг. Дренаж чизиғида HV-002 ажраткични очиб, қолган суюқликни қуритинг. Сепаратор бўшаганда, HV-002 ажраткични ёпинг
5. PIRC-220 ростлагични дастаки режимга ўтказинг. Ростлагич клапанини очиб, С-1 даги босимни пасайтиринг. Босим пасайгандан сўнг клапанни беркитинг.
6. Хом ашё линиясидаги HV-001 ажраткични ва ростловчи клапанлар олдидаги BV-100, BV-220 ва BV-410 ажраткичларни беркитинг.
7. С-1 сепаратордаги буғларнинг совий бошлашига қараб, улар қисман конденсацияланиши мумкин. Бу сепараторда суюқлик пайдо бўлиши билан намоён бўлади (LIRC-410 датчиги).

Бунда сепараторда сийракланиш юзага келади. Сепаратордан конденсатни сиқиб чиқариш учун HV-003 ҳаво ўтказгични очинг (босимни тенглаштириш учун) ва дренаж линиясидаги HV-002 ажраткични очиб ва ёпиб, суюқликни даврий равишда дренаж қилинг (қуритинг).

Сепарация қилиш узели тўхтатилди ва асбоб-ускунага техник хизмат кўрсатиш ёки таъмирлаш учун тайёр. Сепараторни таъмирлашга тайёрлаш операциялари моделлаштирилмайди. Улар реал қурилмада корхонада амал қилувчи йўриқномаларга мувофиқ бажарилиши керак.

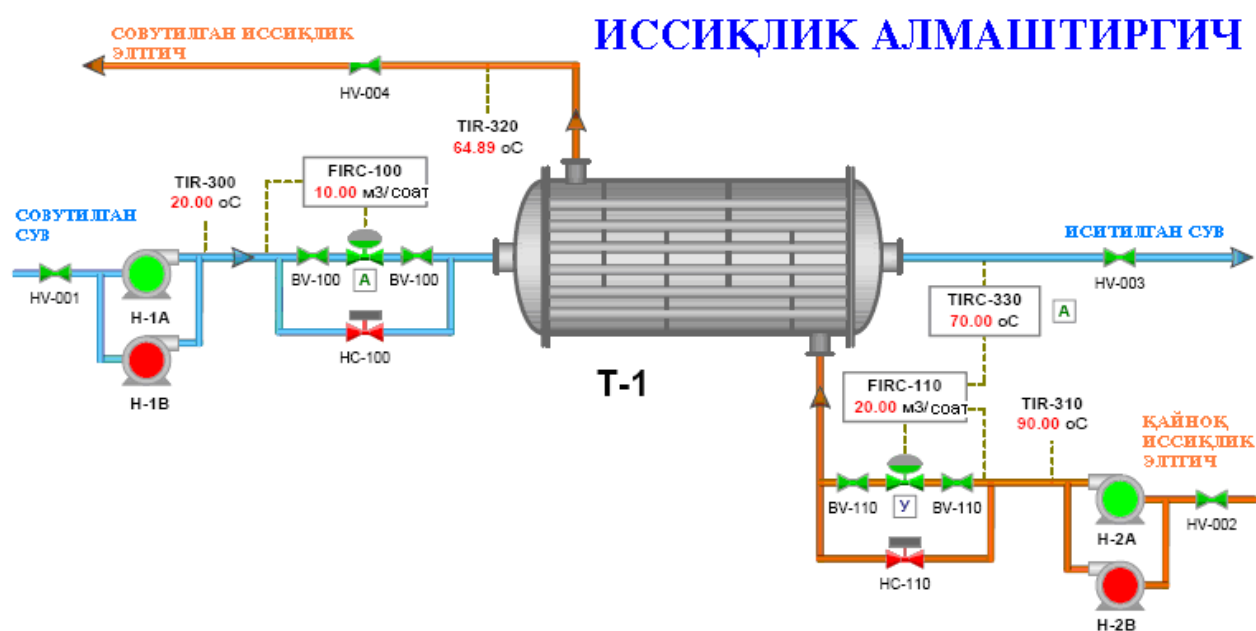
22.4-§. ИССИҚЛИК АЛМАШТИРГИЧ

22.4.1. Технологик узелнинг тавсифи

Қарши оқимли иссиқлик алмаштиргичда бир оқимнинг (маҳсулотнинг) исиши жараёни иккинчисининг (иссиқлик элтгичнинг) совуши ҳисобига моделлаштирилади. Иситилаётган маҳсулот сифатида совуқ сув, иссиқлик элтгич сифатида эса иссиқ сувдан фойдаланилади.

Технологик узелнинг схемаси 22.4-расмда келтирилган.

Ғилоф қувурли иссиқлик алмаштиргич қувурлар дастаси ва қувурни ўраб турган қобикдан иборат. Суюқликлар иссиқлик алмаштиргичнинг бу икки қисми бўйлаб ўтиб, қувурларнинг сирти орқали ўзаро иссиқлик алмашинадилар.



22.4-расм Иситиш узели схемаси

Маҳсулот насос ёрдамида Т-1 иссиқлик алмаштиргич қувурларига, иссиқлик элтгич эса, бошқа насос билан унинг корпусига узатилади. Иссиқлик элтгич Т-1 га оқиб киради ва қувур дастасида маҳсулот оқимиға қарама-қарши йўналишда ҳаракатланади.

Оқимларнинг қарама-қарши йўналиши иссиқлик алмашинувининг янада юқори тезликда бўлишини таъминлайди, бу эса иссиқлик алмаштиргичнинг ўлчамларини минималлаштиришга имкон беради. Исиган маҳсулот иссиқлик алмаштиргич қувурларининг иссиқлик элтгич кирган учидан оқиб чиқади, совутилган иссиқлик элтгич эса иссиқлик алмаштиргичнинг маҳсулот оқиб кирадиган томонидан чиқади.

22.4.2. Бошқариш принциплари

Иссиқлик алмаштиргични бошқариш вазифаси иситиш жараёнини қурилманинг хавфсизлиги ва ундан самарали фойдаланиш талабларига мувофиқ ўтказишдан иборат.

Маҳсулот Н-1/А,В насос ёрдамида Т-1 иссиқлик алмаштиргичнинг қувурлар дастасига узатилади. Маҳсулотнинг сарфланишини бошқаришни иссиқлик алмаштиргичга томон линиядаги FV-100 клапан ёрдамида FIRC-100 ростлагичи амалга оширади. Маҳсулотнинг ҳароратини TIR—300 асбоби ўлчайди.

Иссиқлик элтгич Т-1 иссиқлик алмаштиргичга Н-2/А,В насос ёрдамида узатилади. Иссиқлик алмаштиргичга кираётгандаги унинг ҳарорати TIR-310 асбоб ёрдамида ўлчанади. Т-1 иссиқлик алмаштиргичдан чиқишда қизиган маҳсулотнинг берилган ҳароратини TIRC-330 ростлагич таъминлаб туради, у FIRC-110 асбоб учун сарф миқдорини ўзгартириб, Т-1 га келаётган иссиқлик элтгич оқимини каскадда бошқаради. FIRC-110 ростлагич FV-110 клапан ёрдамида иссиқлик элтгичнинг талаб этилаётган сарфини таъминлайди, бу клапан иссиқлик алмаштиргичга иссиқлик элтгични узатиш қувурида жойлашган. Т-1 дан чиқарилаётган совутилган иссиқлик элтгичнинг ҳароратини TIR-320 датчиги назорат қилиб туради.

**22.4.3. Технологик узелнинг ўлчанидиган ва бошқарувчи ўзгарувчилари
хамда уларнинг меъёрий иш режимдаги қийматлари**

22.4.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

Позиция №	Ўлчанадиган ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъёрий режимдаги қиймат
FIRC-100	Т-1 да маҳсулот сарфи	м ³ /соат	10.00
FIRC-110	Т-1 да иссиқлик элтгичнинг сарфи	м3/соат	20.00
TIR-300	Т-1 га киришда маҳсулотнинг ҳарорати	°С	20.00
TIR-310	Т-1 га киришда иссиқлик элтгичнинг ҳарорати	°С	90.00
TIR-320	Т-1 дан чиқишда совитилган иссиқлик элтгичнинг ҳарорати	°С	64.89
TIRC-330	Т-1 дан чиқаётган маҳсулотнинг ҳарорати	°С	70.00

22.4.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар)

Позиция №	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш (%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури

FIRC-100	Т-1 да маҳсулот сарфи	50.00	Авто	Лок
FIRC-110	Т-1 да иссиқлик элтгичнинг сарфи	50.00	Авто	Дист.
НС-100	FIRC-100 асбобининг ростлаш клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст.	-
НС110	FIRC-110 асбобининг ростлаш клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст.	-
TIRC-330	Т-1 дан чиқишда қизиган маҳсулотнинг ҳарорати	-	Авто	Лок

22.4.3.3. Дискрет бошқарувчи параметрлар (калитлар)

Калит номи	Асбоб-ускуна вазифаси	Калитнинг ҳолати
BV-100	FV-100 ростловчи клапан ажраткичлари	очиқ
BV-110	FV-110 ростловчи клапан ажраткичлари	очиқ
HV-001	Маҳсулотни Т-1 га узатиш линиясидаги ажраткич	очиқ
HV-002	Иссиқлик элтгични Т-1 га узатиш линиясидаги ажраткич	очиқ
HV-003	Маҳсулотни Т-1 дан чиқариш линиясидаги ажраткич	очиқ
HV-004	Иссиқлик ажраткични Т-1 дан чиқариш линиясидаги ажраткич	очиқ

H-1A	Маҳсулотни Т-1 га узатувчи асосий насос	уланг
H-1B	Маҳсулотни Т-1 га узатувчи асосий насос	узилг.
H-2A	Иссиқлик элтгични Т-1 га узатувчи асосий насос	уланг.
H2B	Иссиқлик элтгични Т-1 га узатувчи захира насос	узилг.

22.4.4. Стандарт тадбирлар

22.4.4.1. Совуқ старт

Умумий мулоҳазалар

«Совуқ старт» машқи иссиқлик алмаштиргични хавфсиз ва тўғри ишга тушириш учун зарур бўлган ҳаракатлар кетма-кетлигини ўрганишга имкон беради.

Иситиш узелигача ва ундан кейинги (яъни технологик занжир бўйича ундан юқори ва қуйи) зарур қурилма ишга туширишига тайёр ва барча энергетик тизимлар ишчи ҳолатида турибди, деб фараз қилинади.

Шунингдек, қуйидаги ситемалар ҳам ишга туширишга тайёр ҳолатда турибди, деб фараз қилинади:

1. Маҳсулот ва иссиқлик элтгич идишлари;
2. Иситилган ҳавони қабул қилиб олувчи аппаратлар ва иссиқлик алмаштиргичдан чиқаётган совитилган иссиқлик элтгич;
3. Умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:
 - Завод ва асбоб ҳавоси;
 - Дренаж тизим.

Қуйида санаб ўтилган ҳамма ишга туширишидан олдинги операциялар бажарилганига ва қурилма ишга туширишни бошлашга тайёр эканлигига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга туширишдан олдинги операциялар:

1. Линияларни ва асбоб-ускунани ювиш ҳамда тозалаш.

2. Бутун технологик занжир бўйлаб, босимнинг мавжудлигини албатта назорат қилган ҳолда қувурнинг ўтказувчанлигини текшириш.
3. Қурилмага электр энергия, НЎА ҳавоси ва технологик ҳавони қабул қилиш.
4. Қурилманинг ишлаш қобилиятини текшириш, ишлашга тайёрлаш ва насосларни ишлатиб қўриш.
5. НЎА ни текшириш ва ишга тушириш (ҳамма ростлагичлар ростловчи клапанлари беркилган ҳолдаги дастаки режимда туриши керак).
6. Ишга тушириши тўғрисидаги қизитиш узели иши билан боғлиқ барча хизматлар ходимларини хабардор қилиш.

Қуйида ишга тушириш тадбири тавсифланади, яъни технологик узелни ишга туширишдаги Сизнинг ҳаракатларингиз баён қилинади.

Тадбир

1. Т-1 иссиқлик алмаштиргичнинг кириш ва чиқиш қувурларида (трубопроводларида) маҳсулот ва иссиқлик элтгич бўйича HV-001 ва HV-003, HV-002 ва HV-004 ажраткичларни очинг.
 2. Н-1А маҳсулот насосини ишга туширинг.
- Эслатма. Иссиқлик алмаштиргични ишга туширишда доимо аввал анча совуқроқ суюқлик узатилади.
3. FIRC-100 асбоби клапан йиғмасининг ростловчи клапани олдидаги BV-100 ажраткичларни очинг.
 4. Маҳсулот сарфи ростлагичи FV-100 нинг клапанини қуйида секин қўлда очинг.
 5. Сарф меъёридаги катталиқка ($10\text{м}^3/\text{соат}$) етмагунча оқимни аста-секин ошириб боринг.
 6. FIRC-100 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
 7. Иссиқлик элтгични (иссиқ суюқликни) узатиш учун Н-2А насосни ишга туширинг.
 8. FIRC-110 асбобининг клапан йиғмасида ростловчи клапан олдида BV-110 ажраткичларни очинг.

9. Т-1 иссиқлик элтгични узатиш қувурида FV-110 клапанни қўлда бироз очинг.
 10. Сарф меъёрадаги катталиққа ($20.0\text{ м}^3/\text{соат}$) етмагунча оқимни аста-секин кўпайтира боринг.
 11. FIRC-110 ростлагични автоматик режимга ўтказинг.
 12. Иситилган маҳсулотнинг ҳарорати Т-1 иссиқлик алмаштиргичдан чиқишда барқарорланганда, зарур бўлса, иссиқлик элтгич сарфини шундай қийматга ўзгартириб қўйингки, бунда TIRC-330 нинг ҳарорати меъёрадагига (70.0°C) яқин бўлсин.
 13. FIRC-110 ростлагични узоқлаштирилган режимга ўтказинг.
 14. TIRC-330 ҳарорат ростлагичига 70.00°C қийматни ўрнатинг ва уни автоматик режимга ўтказинг.
 15. Ўлчанаётган ҳамма катталиқларни назорат қилинг ва ростлагичларнинг ўрнатилган қийматларини иситиш узелининг талаб этилган режимини таъминлаш учун ўзгартиринг.
- Иситиш узели меъёрида ишлаш режимига чиқарилган.

22.4.4.2. Меъёрадаги тўхтатиш

Умумий мулоҳазалар

«Меъёрадаги тўхтатиш» машқидан мақсад – иссиқлик алмаштиргични тўғри ва хавфсиз ўчириш учун зарур ҳаракатлар кетма-кетлигини билиб олиш. Иситиш узелини тўла тўхтатиш одатда асосий қурилмани таъмирлашдан ўтказиш учун ёки ишлаб чиқариш заруриятига кўра амалга оширилади.

Тадбир

1. Иссиқлик элтгични (иссиқ суюқликни) узатиш насоси Н-2А ни тўхтатинг.
2. FIRC-110 иссиқлик элтгич ростлагичини дастаки режимга ўтказинг. Иссиқлик элтгич оқими нолга тушиб қолганда, FV-110 клапанни беркитинг. Бунда иссиқлик алмаштиргични совитиш учун маҳсулот узатишни давом эттиринг.

3. Маҳсулотни сарфлаш ростлагичи FIRC-100 ни дастаки режимга ўтказинг. T-1 дан чиқишда қизиган маҳсулотнинг ҳарорати (TIRC-330 нинг кўрсатиши) T-1 га киришдаги маҳсулот ҳароратига яқин бўлса (TIR-300 нинг кўрсатиши), у ҳолда Н-1А насосни тўхтатинг ва FV-100 клапанни беркитинг.
4. Иссиқлик алмаштиргичнинг барча кириш ва чиқиш қувурларидаги HV-001, HV-002, HV-003, HV-004 ажраткичларни беркитинг.

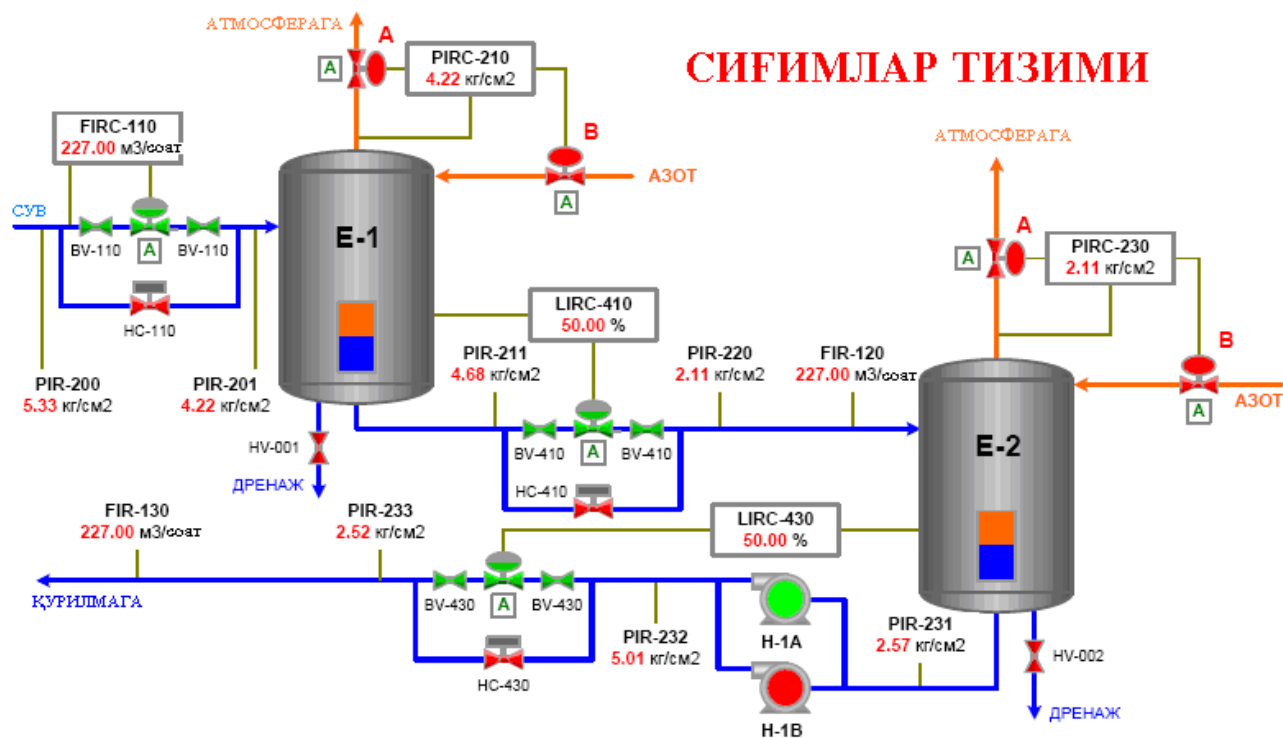
Иситиш узели тўхтатилди ва техник хизмат кўрсатилиши учун ёки асбоб-ускунани таъмирлаш учун тайёр. Иссиқлик алмаштиргични таъмирлашга тайёрлаш операциялари (корпусни дренаж қилиш, қувурлар дастасини ҳаво босими билан тозалаш ва ҳоказо) моделлаштирилмайди. Реал қурилмада улар корхонада амалда бўлган йўриқномаларга мувофиқ бажарилиши керак.

22.5-§. СИҒИМЛАР ТИЗИМИ

22.5.1. Технологик узелнинг тавсифи

Икки идишдан иборат тизим моделлаштирилади, улар орасидан ишчи суюқлик ўз-ўзидан оқиб ўтади (22.5-расмга қаранг). Бу тизим гидростатика принципларини намоёни қилишга имкон беради. Идишлар ҳар хил баландликка ўрнатилган. Идишлар орасидаги оқим йўлларида ишчи суюқликнинг сарфини ўзгартириш учун идишлардаги босимни ва сатҳларни ўзгартириш мумкин.

Ишчи суюқлик сифатида сувдан фойдаланилади.



22.5-расм. Идишлар тизими схемаси

22.5.2. Бошқариш принциплари

Е-1 идишга сувни узатиш қувирида жойлашган FV-110 клапан ёрдамида FIRC-110 ростлагич билан тутиб туриладиган сарф билан Е-1 идишга сув узатилади. PIR-200 датчиги кириш қувиридаги босимни назорат қилади, PIR-201 датчик эса Е-1 га киришдаги босимни назорат қилади.

Е-1 идишдаги босимни икки каналли ростлагич PIRC-210 таъминлаб туради. Ростлагичнинг «А» клапани босим ростлагичда белгиланган қийматдан ошиб кетганда атмосферага азотни чиқариб юборади, агар босим белгиланганидан паст бўлса, идишга «В» клапан орқали азот узатилади. Иккала клапан ёпилганда носезгирлик зонаси мавжуд бўлади: азот идишдан чиқарилмайди ҳам, идишга узатилмайди ҳам.

Сув Е-1 идишнинг пастки қисмидан Е-1 идишга берилган сатҳни сақлаб турувчи LIRC-410 ростлагичли LV-410 клапани жойлашган қувур бўйича оқиб чиқиб кетади. Босим датчиги PIR-211 Е-1 идишдан чиқишдаги босимни кўрсатади.

Сув Е-2 идишга оқиб ўтади, PIR-120 датчиги Е-2 ўтишдаги сув сарфини кўрсатади, PIR-220 датчиги эса Е-2 га киришдаги босимни кўрсатади. Е-2 идишдаги босим, Е-1 идишдаги босим каби азот ёрдамида тутиб турилади ва PIRC-230 икки каналли ростлагич билан ростланади.

Е-2 идишдан сувнинг берилган сатҳини таъминлаб турувчи LIRC-430 ростлагичининг LV-430 клапанли қузури бўйлаб Н-1А асосий насос ёки Н-1В захира насос Е-2 даги сувни тортиб (хайдаб) чиқаради. PIR-231 датчиги Е-2 дан чиқарилаётган сув босимини, PIR-232 датчиги Н-1/А,В насосларнинг хайдаш босимларини, PIR-233 датчиги LV-430 клапандан кейинги босимни, FIR-130 датчиги эса, Е-2 дан сувнинг сарфланишини кўрсатади.

22.5.3. Ўлчанувчи ва бошқарувчи идишларнинг ўзгарувчан тизими ҳамда уларнинг меъёردаги иш режимидаги қийматлари

22.5.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

Позиция №	Ўлчанадиган ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъерий режимдаги қиймати
FIRC-110	Е-1 даги сув сарфи	м ³ /соат	227.00
FIR-120	Е-1 дан Е-2 га сув сарфи	м ³ /соат	227.00
FIR-130	Е-2 дан сув сарфи	м ³ /соат	227.00
LIRC-410	Е-1 идишдаги сув сатҳи	%	50.00
LIRC-430	Е-2 идишдаги сув сатҳи	%	50.00
PIR-200	Кирувчи қувурдаги сув босими	кг/см ²	5.33

PIR-201	Е-1 га киришдаги сув босими	кг/см ²	4.22
PIRC-210	Е-1 идишдаги босим	кг/см ²	4.22
PIR-211	Е-1 дан чиқишдаги сув босими	кг/см ²	4.68
PIR-220	Е-2 га киришдаги сув босими	кг/см ²	2.11
PIRC-230	Е-2 идишдаги босим	кг/см ²	2.11
PIR-231	Е-2 дан чиқишдаги сув босими	кг/см ²	2.58
PIR-232	Н-1/А,В насосларнинг ҳайдаш босими	кг/см ²	5.02
PIR-233	LV-430 клапандан кейинги босим	кг/см ²	2.52

22.5.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар).

Позиция №	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш (%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури
FIRC – 110	Е – 1 идишга тушаётган сув оқими	50.00	Авто	Лок
НС – 110	FIRC – 110 асбоби ростловчи клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст	—
НС – 410	LIRC – 410 асбоби ростлаш клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст	—
НС – 430	LIRC – 430 асбоби ростлаш клапани байпасидаги қулф	0.0	Даст	—
LIRC – 410	Е – 1 даги сув сатҳи	40.3	Авто	Лок
LIRC – 430	Е – 2 даги сув сатҳи	39.6	Авто	Лок
PIRC – 210	Е – 1 идишдаги босим	“А” 0.0 “В” 0.0	Авто	Лок

PIRC – 230	Е – 2 идишдаги босим	“А” 0.0 “В” 0.0	Авто	Лок

22.5.3.3 Дискрет бошқарувчи параметрлар (калитлар)

Калит номи	Асбоб-ускуна вазифаси	Калитнинг ҳолати
BV – 110	FV – 110 ростловчи клапан ёнидаги ажраткичлар	Очиқ
BV – 410	LV – 410 ростловчи клапан ёнидаги ажраткичлар	Очиқ
BV – 430	LV – 430 ростловчи клапан ёнидаги ажраткичлар	Очиқ
HV – 001	Е – 1 идишнинг дренаж линиясидаги ажраткичлар	Берк
HV – 002	Е – 2 идишнинг дренаж линиясидаги ажраткичлар	Берк
H – 1А	Асосий сув насоси	Уланг
H – 1В	Захира сув насоси	Узилг

22.5.4. Стандарт тадбирлар

22.5.4.1. Совуқ старт

Умумий мулоҳазалар

“Совуқ старт” машқи идишлар тизимини хавфсиз ва тўғри ишга тушириш учун зарур ҳаракатларнинг кетма – кетлигини ўрганиб олишга имкон беради. Зарур қурилма идишлар тизимигача ва ундан кейин (яъни технологик занжир бўйича ундан юқори ва паст) ишга тушириш учун тайёр деб, фараз қилинади.

Технологик узелга ишчи суюқликни узатишдан олдин умумий фойдаланишдаги барча тизимлар ишга туширилган, текширилган ва ишга тайёр бўлиши зарур.

Моделлаштирилмайдиган қуйидаги тизимлар ишга тушириш учун тайёр ҳолатда турибди деб, фараз қилинади:

1. Ишчи суюқликни узатиш учун қурилма;
2. Ишчи суюқликни қабул қилиш учун идиш;

3. умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:

- Завод ва асбоб ҳавоси;
- Электр таъминот тизими;
- Азотни узатиш тизими;
- Дренаж тизими.

Қуйида санаб ўтилган барча ишга туширишдан олдинги операциялар бажарилганига ва қурилма ишга туширишни бошлашга тайёр эканига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга туширишдан олдинги операциялар:

1. Қувурларни ва асбоб-ускунани ювиш ҳамда тозалаш, тикинларни олиб ташлаш.
2. Босимнинг мавжудлигини албатта текшириб, қувурларнинг бутун технологик занжир бўйича ўтказувчанлигини текшириш.
3. Электроэнергия, НЎА ҳавоси ва технологик ҳавони, азотни қурилмага қабул қилиб олиш.
4. Қурилманинг ишлаш қобилиятини текшириш, насосларни ишлашга тайёрлаш ва ишлатиб кўриш.
5. НЎА асбобларини текшириш ва ишлашга киритиш (ҳамма ростлагичларнинг ростловчи клапанлари берк бўлиб, дастаки режимда бўлиши керак).
6. Узелнинг ишлаши билан боғлиқ ҳамма хизматлар ходимларини ишга туширишнинг бошланиши тўғрисида хабардор қилиш.

Қўйида ишга тушириш тадбири тавсифланади, яъни технологик узелни ишга туширишда Сизнинг ҳаракатларингиз кетма – кетлиги тавсифланади.

Тадбир.

1. Е – 1 идишга сув узатинг. Бунинг учун FIRC – 110 асбобининг клапан йиғмасидаги ростловчи клапаннинг BV – 110 ажраткичларини очинг, FIRC– 110 сарф растлагичи клапанини 25%га очинг.
2. Е – 1 идишга азот киритиш учун PIRC – 210 ростлагичининг “В” клапанини тахминан 50%га очинг.

3. Е – 1 даги босим 4.22 кг/см^2 га яқин бўлганда, PIRC – 210 ростлагични 4.22 кг/см^2 ўрнатмага қўйиб, автоматик режимга ўтказинг.
4. Е – 1 идишдаги суюқлик сатҳи (датчик LIRC – 410) 30%ли белгига яқинлашса, LIRC – 410 асбобининг клапан йиғмасида ростловчи клапаннинг BV – 410 ажраткичларини очинг, суюқликни Е – 2 идишга узатиш учун оқим йўлидаги LV – 410 клапанни қўлда очинг.
5. LIRC – 430 датчиги Е – 2 идишда сатҳнинг тахминан 10% гача ортганини қайд этса, азотни киритиш учун PIRC – 230 ростлагичнинг “В” клапанини тахминан 20%га очинг.
6. Е – 2 идишдаги босим 2.11 кг/ см^2 га яқинлашганда PIRC – 230 ростлагичини 2.11 кг/ см^2 ўрнатмага қўйиб, автоматик режимга ўтказинг.
7. Е – 1 идишдаги сатҳ 50% гача кўтарилганда, LIRC – 410 ростлагичи 50% ли ўрнатмага қўйиб, автоматик режимга ўтказинг.
8. Е – 2 идишдаги сатҳ тахминан 40% гача кўтарилганда Н – 1А насосни ишга туширинг.
9. LIRC – 430 асбобининг клапанли йиғмасида BV– 430 ростловчи клапаннинг ажраткичларини очинг.
- 10.Е – 2 идишдан биров суюқликни чиқариш учун LIRC – 430 ростлагич клапани LV – 430 нинг клапанини секин қўлда очинг.
- 11.Е – 2 даги сатҳ 50% гача кўтарилганда, LIRC – 430 ростлагични 50%ли ўрнатмага қўйиб, қиймат ўрнатиб, автоматик режимга ўтказинг.
- 12.FIRC – 110 сув сарфи ростлагичини автоматик режимга ўтказинг ва секин аста сарфлашга белгиланган ўрнатмани $227.0 \text{ м}^3/\text{соат}$ гача аста – секин орттира боринг.

Шундан сўнг идишлар тизими ҳисобдаги иш режимига чиқади.

22.5.4.2. Меъёردаги тўхтатув

Умумий мулоҳазалар

“Меъёрдаги тўхтатув” машқининг мақсади – курилмани тўғри ва хавфсиз узиб ташлаш учун зарур ҳаракатларининг кетма – кетлигини ўрганиб олиш.

Технологик узелни тўла тўхтатиш одатда асосий курилмани режадаги таъмирлашни ўтказиш учун ёки раҳбариятнинг кўрсатмаси билан ишлаб чиқариш заруратига кўра амалга оширилади. Барча манфаатдор хизматлар бўлажак ўчириб қўйиш тўғрисида хабардор қилинишлари керак.

Тадбир

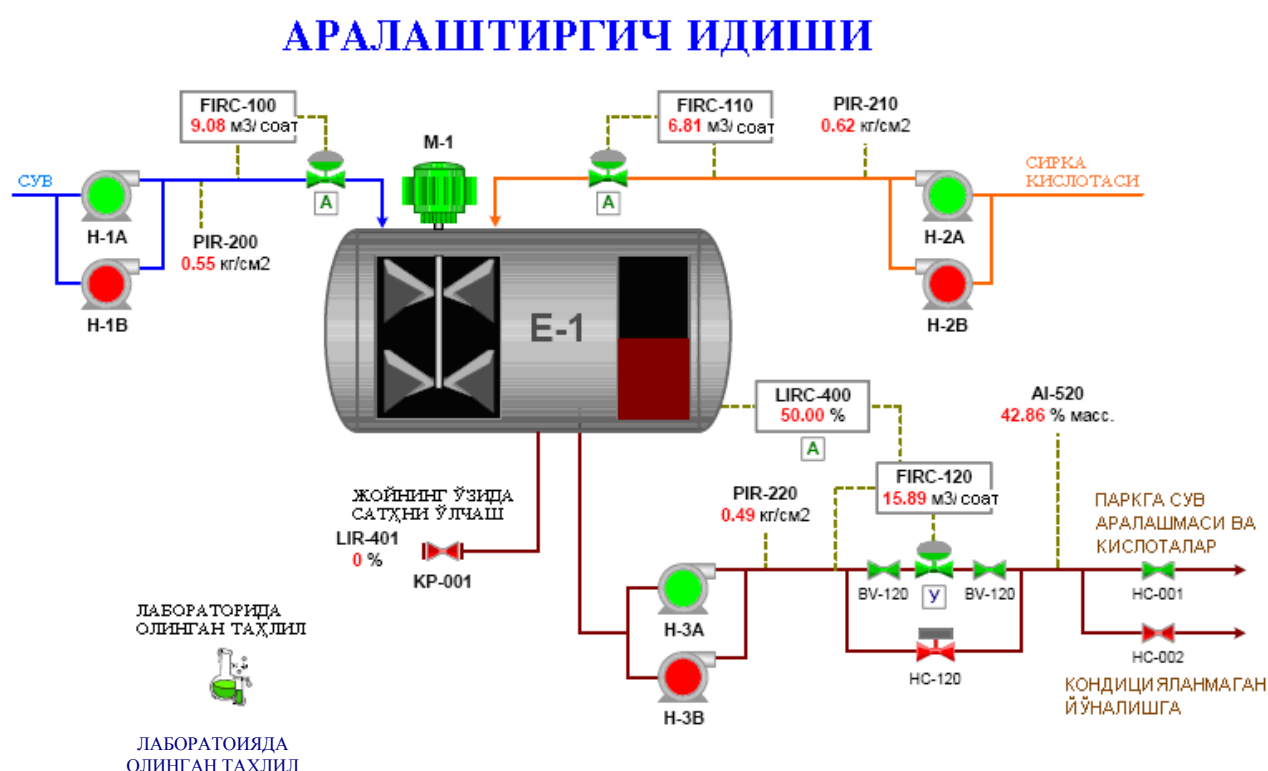
1. E – 1 идишга сув узатишни тўхтатинг. Бунинг учун FIRC – 110 ростлагични дастаки режимга ўтказинг ва унинг клапанини тўла беркитинг.
2. LIRC – 410 ростлагични дастаки режимга ўтказинг ва E – 1 идишни бўшатиш учун клапанни очиқ қолдиринг.
3. E – 1 идишдаги сатҳ тахминан 5% га яқинлашганда, LIRC – 410 ростлагич клапанини беркитинг.
4. LIRC – 430 ростлагични E –2 идишни бўшатиш учун клапанини очиқ ҳолда дастаки режимга ўтказинг.
5. E – 2 идишнинг сатҳи (LIRC – 430 датчиги) 5-10% ни ташкил этганда, H–1A насосни ўчиринг.
6. Мос равишда E –1 ва E –2 идишлардаги суюқлик қолдиқларини дренаж қилиш (қуритиш) учун HV – 001 ва HV – 002 ажраткичларни очинг. Идишлар бўшагандан сўнг HV – 001 ва HV – 002 ажраткичларни беркитинг.
7. PIRC – 210 ва PIRC – 230 босим ростлагичларини дастаки режимга ўтказинг. Босимни пасайтириш учун “B” клапанларни ёпинг ва “A” клапанларни очинг.
8. PIRC – 210 ва PIRC – 230 датчиклар 0 кг/см² ни кўрсатганда, барча ростловчи клапанларни беркитинг.
9. Клапанлар йиғмаларидаги барча BV – 110, BV – 410, BV – 430 ажраткичларни беркитинг.

22.6-§. АРАЛАШТИРГИЧ РЕЗЕРВУАР

22.6.1. Технологик узелнинг тавсифи

Талаб қилинган концентрациядаги аралаштирилган эритма ҳосил қилиш мақсадида тоза сув ва сирка кислотаси оқимларини аралаштириш амалга ошириладиган идиш моделлаштирилади. Сув ва кислота насослар ёрдамида аралаштириладиган идишга узлуксиз узатиб турилади, у ерда аралаштиргич ёрдамида механик аралаштириш амалга оширилади. Аралаштирилган эритма идишдаги берилган сатҳ сақланган ҳолда озиқ – овқат насоси ёрдамида узлуксиз чиқариб олинади.

Технологик узелнинг схемаси 22.6– расмда келтирилган



Е-1 дан аралашмада
кислотанинг
концентрацияси

22.6.2. Бошқариш принциплари.

Аралаштириш тизимини бошқариш масаласи асбоб-ускунани хпвфсизлик ва самарали фойдаланиш талабларига мувофиқ технологик жараёни юритишдан иборат.

Сув Н – 1А (Н – 1В) насос ёрдамида Е – 1 аралаштиргич идишга ҳайдалади.

Сирка кислотаси шу идишнинг ўзига Н – 2А (Н – 2В) насос ёрдамида ҳайдалади. Ҳар бир оқимнинг берилган сарфини мос равишда сув ва кислота линияларидаги FV– 100 ва FV – 110 клапанлар ёрдамида FIRC – 100 ва FIRC– 110 ростлагичлари таъминлайди. Сув ва кислота оқимлари Е – 1 идишда М – 1 аралаштиргич ёрдамида аралаштирилади. Олинган аралашма идишдан (резервуардан) Н – 3А (Н – 3В) насос ёрдамида чиқариб олинади. Е – 1 идишдан чиқариб олинаётган эритма миқдорини клапани аралашмани чиқариш линиясида жойлашган FIRC – 120 ростлагичи белгилайди. Каскадда сарф ростлагичи учун ўрнатмани Е – 1 да сатҳни сақлаб турувчи LIRC – 400 ростлагич беради.

Идишдан чиқарилаётган эритма таркиби AI – 520 анализатори (тахлиллагичи) билан назорат қилинади, у аралашмадаги кислота концентрациясини аниқлайди. Агар аралашма таркиби спецификацияга мос келмаса, аралашмани ноқондиция линиясига чиқариш имконияти назарда тутилган. PIR– 200, PIR– 210 ва PIR– 220 датчиклари мос равишда Н – 1/А,В, Н – 2/А,В ва Н – 3/А,В насосларнинг ҳайдаш линиясидаги босимни назорат қилади.

22.6.3. Технологик узелнинг ўлчанадиган ва бошқарувчи ўзгарувчилари ҳамда меъёردаги иш режимида уларнинг қийматлари.

22.6.3.1. Ўлчанадиган ўзгарувчилар (датчиклар)

Позиция №	Ўлчанадиган ўзгарувчи	Ўлчов бирлиги	Меъёрий режимдаги

			қиймат
AI – 520	Аралашма концентрацияси	% масс	42.86
AI – 521	Е–1 да аралашманинг концентрацияси (лаборатория таҳлили)	% масс	42.86
FIRC – 100	Е–1 идишдаги сув сарфи	м ³ /соат	9.08
FIRC – 110	Е–1 да кислота сарфи	м ³ /соат	6.81
FIRC – 120	Е–1 дан чиқадиган аралашма сарфи	м ³ /соат	15.89
LIR – 401	Е–1 идишдаги аралашма сатҳи (жойига караб ўлчаш)	%	0.00
LIRC – 400	Е–1 даги аралашма сатҳи	%	50.00
PIR – 200	Н–1 чиқишдаги босим	кг/см ²	0.55
PIR – 210	Н–2 чиқишдаги босим	кг/см ²	0.63
PIR – 220	Н–3 чиқишдаги босим	кг/см ²	0.49

Эслатма.

AI – 521 датчиги аралашма концентрациясининг лаборатория таҳлилини имитациялайди. Технологик узелнинг меъёردаги ишлаш режимида AI – 521 датчигининг кўрсатишлари экранга чиқарилмайди. Уларни кўриш учун колба тасвири туширилган тугмачага сичқонча билан чертинг.

22.6.3.2. Аналогли бошқарувчи параметрлар (ростлагичлар)

Позиция № (тэг)	Ростланувчи ўзгарувчи	Клапанга чиқиш (%)	Бошқариш режими	Ростлаш тури
FIRC – 100	Е–1 идишга сув сарфи	50.00	Авто	Лок.
FIRC – 110	Е–1 идишга кислота сарфи	50.00	Авто	Лок.
FIRC – 120	Е–1 дан чиқаётган аралашма сарфи	50.00	Авто	Масоф.
НС – 120	FIRC–120 асбоби ростлаш	0.0	Даст.	—

	клапани байпасидаги қулф			
LIRC – 400	Е–1 даги аралашма сатҳи	—	Авто	Лок.

22.6.3.3. Дискрет бошқарувчи параметрлари

Калит номи	Асбоб-ускунанинг вазифаси	Калитнинг ҳолати
BV-120	FV-120 ростловчи клапани ажраткичлари	Очиқ
NV-001	Парка аралашмани чиқариш линиядаги ажраткич	Очиқ
NV-002	Нокопдиция линияга аралашмани чиқариш ажраткичи	Ёпиқ
KP-001	(Ўлчаш шиша) жойи бўйича Е-1 сатҳини ўлчовини олиш	Ёпиқ
M-1	Аралаштиргични электродвигатели	Уланг.
H-1A	Сувнинг асосий насоси	Уланг.
H-1B	Сувнинг захира насоси	Ўчир.
H-2A	Сирка кислотанинг асосий насоси	Уланг.
H-2B	Сирка кислотанинг захира насоси	Ўчир.
H-3A	Е-1 аралашмани чиқариш асосий насоси	Уланг.
H-3B	Е-1 аралашмани чиқариш захира насоси	Ўчир

22.6.4. Стандарт талаблар

22.6.4.1. “Совуқ стандарт”.

Умумий мулоҳазалар.

“Совуқ стандарт” машқи силжиш узелини хавфсиз ва тўғри ишга тушириш учун зарур ҳаракатлар кетма – кетлигини ўрганиб олишга имкон беради.

Аралаштирувчи идишгача ва ва ундан кейинги зарур асбоб-ускуна (яъни технологик занжир бўйича ундан юқори ва паст) ишга туширишга тайёр ва барча энергетик тизимлар ишга тушириш учун тайёр ҳолатда турибди деб, фараз қилинади.

Шунингдек, моделлаштирилмайдиган қуйидаги тизимлар ишга тушириш учун тайёр турибди деб, фараз қилинади:

1. Сув ва сирка кислота идишлари;
2. Аралашмани қабул қилиб олиш учун идиш;
3. Умумий вазифани бажарувчи завод тизимлари:
 - Завод ва асбоб ҳавоси;
 - Электр таъминот тизими;
 - Дренаж тизими;
 - Вентиляция тизими.

Қуйида санаб ўтилган ишга туширишдан олдинги операциялар бажарилганига ва асбоб-ускуна ишга тушириш учун тайёр эканига ишонч ҳосил қилинг.

Ишга туширишдан олдинги операциялар:

1. Қувурларни ва қурилмани ювиш ҳамда тозалаш, тиқинларни олиб ташлаш.
2. Босимнинг мавжудлигини албатта назорат қилиб, бутун технологик занжир бўйича қувурларнинг ўтказиш қобилитини текшириш.
3. Қурилмага электроэнергия, НЎА ҳавоси, технологик ҳаво ва азотни қабул қилиш.
4. Асбоб-ускунанинг ишлаш лаёқатини текшириш, насослар ва вентиляция тизимларини ишга тайёрлаш ҳамда ишлатиб синаш.
5. НЎА асбобларини текшириш ва ишлашга киритиш (ҳамма ростлагичлар унинг клапанлари беркитилгани ҳолда дастаки режимда бўлиши керак).
6. Узелнинг ишлаши билан боғлиқ ва барча хизматлар ходимларини ишга тушириш бошлагани тўғрисида хабардор қилиш.

Қўйида ишга тушириш тadbири, яъни технологик узелни ишга туширишда Сизнинг ҳаракатларингиз кетма – кетлиги тавсифланади.

Тadbир.

1. Сув билан таъминловчи Н – 1А насосни туширинг (уланг).
2. Сирка кислота билан таъминловчи Н – 2А насосни ишга туширинг(уланг).
3. Сув (FV–100) ва кислота (FV–110) сарфи ростлагичлари клапанларини қўлда бироз очинг.
4. Сарфлар қуйидаги меъёрий қийматларга етгунга қадар оқим миқдорини аста – секин ошира боринг: FIRC–100 – 9.08 м³/соат ва FIRC–110 – 6.81 м³/соат.
5. FIRC–100 ва FIRC–110 ростлагичларни автоматик режимга ўтказинг.
6. Е – 1 резервуар (идиш) даги сатҳни LIRC – 400 датчигининг кўрсатишларига кўра назорат қилинг. Е – 1 даги сатҳ тахминан 25% га етганда, М – 1 аралаштиргични ишга туширинг.
7. Аралашмани сўрувчи Н – 3А насосни ишга туширинг. Аралашмани поркка чиқариш линиясидаги HV – 001 ажраткични очинг.
8. FIRC – 120 асбобининг клапанлари йиғмасидаги ростловчи клапаннинг кесма қулфларини (BV – 120) очинг.
9. Е – 1 идишдан аралашмани чиқаришни бошланг — FV – 120 ростлагич клапанини шундай очингки, бунда аралашма сарфи унча кўп бўлмасин.
10. AI – 520 таҳлиллагич (анализатор) нинг кўрсатишларига кўра эритманинг концентрациясини текширинг, бунда олинаётган маҳсулот концентрацияси меъёрга яқин (42.8%) бўлишини текширинг.
11. Е – 1 резервуардаги сатҳ тахминан 50% га етганда резервуардаги сатҳ ростлагичи LIRC – 400 ни 50% ли ўрнатма билан автоматик режимга ўтказинг, FIRC – 120 ростлагични эса, узоқлаштирилган режимга ўтказинг.

12. Ўлчанаётган ҳар бир катталиқни назорат қилинг ва жараёни шундай тартибга солинган, бунда узел ишини исталган ҳолатга силжитиш учун зарур бўладиган бўлсин.

Технологик узел меъёрадаги иш режимида чиқарилган.

22.6.4.2. Меъёрадаги тўхтатиш

Умумий мулоҳазалар.

“Меъёрадаги тўхтатиш” машқидан мақсад – асбоб-ускунани тўғри ва хавфсиз узиш (ўчириш) учун ҳаракатларнинг зарур кетма – кетлигини ўрганиш.

Силжиш узелини тўла тўхтатиш одатда асосий асбоб-ускунани таъмирлаш учун ёки ишлаб чиқариш зарурати билан амалга оширилади.

Меъёрадаги (режали) тўхтатиш қўйида баён қилинган олдиндан белгиланган операциялар кетма – кетлигини бажаришдан иборат. Кейин “Тадбир” бўлимида улар муфассал баён қилинади.

Меъёрий тўхтатишдаги операциялар кетма – кетлиги:

1. Силжиш узели томон келаётган сирка кислота оқимини тўхтатиш.
2. Сув оқимини тўхтатиш.
3. Резервуар (идиш) ни бўшатиш.
4. Таъмирлаш вақтида ёки қурилмага хизмат кўрсатишда ходимларнинг хавфсиз ишлаши учун тизимни тайёрлаб қўйиш.

Тадбир.

1. Аралаштиргич резервуарни тўхтатишни бошлаш тўғрисида технологик занжир бўйича (силжиш узелигача ва ундан кейин) операторларни хабардор қилиб қўйинг.
2. Сарф ростлагичлари FIRC – 110 ва FIRC – 100 ни дастаки режимга ўтказинг. Мос равишда FV – 110 ва FV – 100 ростлагичларнинг клапанларини беркита бориб, сирка кислота ва сув оқимларини аста – секин ва тенг миқдорда нолгача камайтиринг.
3. Сув ва сирка кислота оқимлари нольгача камайганда, Н – 1А ва Н – 2А насосларни ўчиринг.

4. LIRC – 400 сатҳ ростлагич ўрнатилган қийматини аста – секин, қадам ба қадам 5% гача камайтира боринг. Резервуардаги сатҳ 25% бўлганда, М – 1 аралаштиргични ўчиринг.
5. Аралашма сарфи ростлагич FIRC – 120 ни дастаки режимга ўтказинг.
6. LIRC – 400 датчикнинг кўрсатишларини кузатинг. Е – 1 даги сатҳ 0% гача пасайганда бу резервуарнинг бўшаганини англатади. Аралашма сарфи ростлагичи FV – 120 нинг клапанини беркитинг.
7. Н – 3А насосни ўчиринг. НВ – 001 ажраткични беркитинг.

Реал ишлаб чиқаришда кейин асбоб-ускунани таъмирлашда ёки техник хизмат кўрсатишда ходимларнинг хавфсиз ишлаши учун тизимни тайёрлаб қўйиш лозим. Бу операциялар моделлаштирилмайди ва корхонада амал қилувчи йўриқномаларга мувофиқ бажарилиши керак.

22- БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Компрессор
2. Насос
3. Клапан
4. Сепаратор
5. Сигимлар тизими
6. Иссиқлик алмаштиргич
7. Аралаштиргич резервуар

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Марказдан қочма компрессор қурилмасининг базавий жиҳозлар таркиби.

2. Қандай асосий автоматик автоматик назорат контурлари ва марказдан қочма компрессор бошқаруви.
3. Ишга тушириш жараёнида оператор ҳаракатларининг кетма – кетлиги ва марказдан қочма компрессорни тўхтатиш.
4. Марказдан қочма компрессорни совуқ ишга тушириш машқинин бажарилиш алгоритмини кўрсатинг.
5. Сиқилган газни ишга тушириш тадбирининг кетма – кетлик амалини кўрсатинг.
6. Компрессорни тўғри ва хавфсиз тўхтатишда оператор ҳаракатларининг кетма – кетлиги қандай?
7. “Насос ва клапан” узелнинг технологик схемасини келтирининг.
8. “Насос ва клапан” узелининг бошқариш асосий принципи қандай?
9. Ўлчашда “Насос ва клапан” технологик узел ўзгарувчиларнинг синфланиши ва бошқариш параметрлари.
10. “Насос ва клапан” типик технологик узелининг совуқ ишга тушириш стандарт тадбири қандай?
11. “Насос ва клапан” узелининг нормал тўхтатиш машқининг мақсади ва вазифаси.
12. Сепарацияловчи технологик узел қандай асосий аппаратлардан ташкил топган.
13. Сепарацияловчи технологик узелининг ишини бошқаришнинг асосий услубларини келтиринг.
14. Сепарациялаш узели параметрларининг синфланиши.
15. Сепарациялаш узелини назорат, ростлаш ва блакировка қилишнинг қандай асосий контурлари бор.
16. Сепарациялаш технологик узелини стандарт “совуқ ишга тушириш”, “ишга тушириш”, “тўхтатиш” тадбирлари.
17. Сиғимлар тизимининг технологик схемасини келтиринг.
18. Сиғимлар тизимининг технологик бошқариш асосий принципларини келтиринг.

- 19.Сиғимлар тизимида қўзғатувчи таъсирлар ва бошқарув ўлчов синфларини келтиринг.
- 20.Сиғимлар тизимида совуқ ишга тушириш.
- 21.Сиғимлар тизими технологик узелини ишга туширишда ўз харкатларингизнинг кетма – кетлигини тушинтириб беринг.
- 22.Сиғимлар тизимида нормал тўхтатув машқини бажаринг.
- 23.Аралаштирувчи идиш технологик узелини бошқариш таамойили.
- 24.Аралаштирувчи идишлар стандарт “совуқ ишга тушириш”, “ишга тушириш”, “тўхтатиш” тадбирлари.

Ф О Й Д А Л А Н И Л Г А Н А Д А Б И Ё Т Л А Р

1. И.А. Каримов. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори – Т.: “Шарқ”, 1997, 63 б.
2. Н.Р.Юсупбеков, Б.И.Муҳамедов, Ш.М. Ғуломов. Технологик жараёнларни бошқариш системалари: Техника олий ўқув юртлари учун дарслик, - Т.: “Ўқитувчи”, 1997, 704 б.
3. Н.Р.Юсупбеков, Х.З.Игамбердиев, А. Маликов. Технологи жараёнларни автоматлаштириш асослари, Т.: ТошДТУ, 2007,-237 б.
4. А.А.Артиков, А.К.Мусаев, И.И.Юнусов Технологик жараёнларни бошқариш тизими: Ўқув қўлланма, Т.: ТКТИ, 2002й.

5. Г.И.Лапшенков, Л. М.Полоцкий, Автоматизация производственных процессов химической промышленности. – М.: «Химия», 1991, -180 с.
6. Автоматическое управление в химической промышленности: - Учебник для вузов/под ред. Е.Г.Дудникова – М.: «Химия», 1987, -358 с.
7. А.И.Емельянов и др. Проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами: – М.: «Машиностроение» , 1984, 155 с.
8. О.Ф.Шестихин и др. АСУ предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебное пособие. - Л.: «Химия», 1986, - 200 с.
9. О.Е.Вершинин. Применение макропроцессоров для автоматизации технологических процессов .- Л.: «Энергоатомиздат», 1986, -208 с.
- 10.Н.Г.Фарзана и др. Технологические измерения и приборы. М.: «Высшая школа», 1989,- 456 с.
- 11.Промышленные приборы и средства автоматизации: - Справочник /под ред.В.В. Черенкова.- Л.: «Машиностроение», 1987, -847 с.
12. М.В.Кулаков. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: «Машиностроение», 1983, - 424 с.