

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА
И Н С Т И Т У Т И**

МАТБАБАЕВ М.М.

“ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАР”

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
Вазирлиги “Электроэнергетика” ва “Касбий педагогик
тайёргарлик” таълим йўналишлари ва уларга турдош
мутохассисликлар бўйича магистратура талабаларига
қўлланма сифатида тавсия этилади.**

Фарғона-2002

МАТБАБАЕВ МАХМУД МИРЗАЕВИЧ

“Электротехнологик қурилмалар”: ўқув қўлланма

Ўқув қўлланма бир қатор соҳаларда турли технологик жараёнларни амалга оширувчи юқори қувватли электр истеъмолчиларини инфодаловчи электротехнологик қурилмаларни ўрганиш учун мўлжалланган. Қўлланмада ўзига ҳос электр жиҳозлари билан характерланувчи электротермик қурилмалар (қаршилик, индукцион ва диэлектрик ҳусулида иссиқлик ишлови бериш қурилмалари ва печлари), электр ёй қиздириш қурилмалари, электр ёй пайвандлаш қурилмалари, электрокимёвий ишлов бериш қурилмаларининг белгиланиши, тузилиши, ишлаш принципи, асосий характеристикалари ва кўрсаткичлари ёритилган. Қўлланмада мавзуларга оид тилим сўзлар ва иборалар ҳамда қўлланма шловасида тестлар тўплами келтирилган.

Мазкур ўқув қўлланма техника олий ўқув юрғларининг бакалаврлар тайёрлаш “Электрэнергетика” ва “Қасбий педагогик тайёрғарлик (электрэнергетика соҳаси)” таълим йўналишлари ва уларга тўрдош мутахассисликлар бўйича магистратура талабаларига қўлланма сифатида тавсия этилади.

СЎЗ ВОШИ

Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида” ги қонуни ва “Кадрлар тайёрлаш бўйича Миллий Дастури” рақобатбардор миллий кадрлар тайёрлашга қаратилган бўлиб, шунингдек иқтисодимизни илмий-техник жиҳатдан ривожлантириш ва халқ ҳўжаланишининг барча жаҳазларини янги технологиялар билан қуроллантиришга кагга аҳамият берилган.

Халқ ҳўжаланишининг турли тармоқлари ишлаб чиқариш кўрсаткичларини ошириш, юқори даражада электрлантирилган янги технологик жараёнлар ва қурилмаларини ишлаб чиқишни тақазо этади. Электр энергиясини қўллаб ишлаб чиқиш, ташқи муҳитга зарарли чиқиндилар чиқаришни камайтиришга бўлган талаблар ва қилдириш орқали технологик жараёнларда ёқиларнинг сарфини камайтириш кабилар, электрэнергетиканинг технологик имкониятлари тўғрисидаги фан сифатида электротехнологияни жадал сурьатлар билан ривожланишини белгилаб беради. Ушбу ривожланишнинг амалий натижаси-металлургия, кимё, машинасозлик ва халқ ҳўжаланишининг бошқа тармоқларидаги ишлаб чиқаришларида, электр энергиясидан эффектив фойдаланишни таҳминловчи қатор электротехнологик қурилмаларини яратилаётгани аниқ далил бўлиб ҳисобланади.

Мустақил Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг 2005 йилгача ва ундан кейинги даврларга бўлган истиқбол ривожланиш режаларида электротехнологик жараёнлар ва уларни амалга оширувчи қурилмалар билан бир қаторда электрлантиришнинг устивор йўналишларида бўлган паст температурали плазма, электронли - повли, импульсли ва лазерли техникалардан кенг фойдаланиш кўзда тутилган. Ушбу масалаларнинг муваффақиятли амалга оширилиши экологик жиҳатдан тоза бўлган ва юқори ишлаб чиқарувчанликка эга бўлган ишлаб чиқариш жараёнлари ва қурилмаларининг янги турларини яратиш имкониятини беради.

Бундай улкан режаларни амалга оширишнинг асосий вазифаларидан бири, замонавий илмий фикрларни қобилиятига эга бўлган, электр токи таъсирида ҳосил қилинган электр ва магнит майдонларида амалга ошириладиган технологик жараёнларини фундаментал томонларини чуқур билган, юқори маълуми электрик мутахассисларни тайёрлашни тақазо этади.

Электротехнологик қурилмаларнинг технологик жараёнлар билан чамбарчас боғланган специфик электр жиҳазларини фақатгина технология асосларини чуқур билганидигина яратиш ва улардан фойдаланиш мумкин.

Ушбу ўқув қўлланма юқоридаги масалаларни тўғри ҳал қилишни ўрганиш нуқтан назаридан ёзилган бўлиб, таркибига қуйидагилар киришган.

Қўлланманинг килини қисмида электротехнологик қурилмаларга таъриф берилиши билан бир қаторда уларнинг асосий кўрсаткичларга кўра турлари, қурилмаларининг афзалликлари, истиқболдаги имкониятлари келтирилган. Бунда келажакда фан ва техниканинг, шунингдек янги технология

нинг ютуқларидан фойдаланган ҳолда имкони борича кам энергия сарф қиладиган ва юқори ишлаб чиқарувчанликка эга бўлган электротехнологик қурилмалар яратилиши лозимлигига алоҳида урғу берилган.

Тўнланнинг биринчи ва иккинчи бўлимларида электротермик жараёнлар ва уларни амалга оширувчи электротермик қурилмалар ёритилган. Жумладан, қаришлик усулида иссиқлик ишлови берилган қурилмалари, индукцион ва диэлектрик қиздириш қурилмаларининг тузилиши, ишлаш принципи, асосий характеристикалари ва параметрлари келтирилган.

Учинчи бўлимда электр ёйи, унинг асосий характеристикалари ва ёйни барқарор ёйишни таъминловчи шартлар келтирилган бўлиб, электр ёйида ажратиб чиқаётган иссиқлик энергияси асосида ишловчи электр ёй печларининг қатор вақиллари тўғрисидаги асосий маълумотлар келтирилган.

Шунингдек, қўлланмада электр ёй ва контактни пайвандлаш қурилмаларининг турлари, уларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва асосий характеристикалари берилган, Қўлланманing бешинчи бўлимида электрокиёмвий ишлов берилган қурилмалари, электролиз кабиларга тааллуқли асосий маълумотлар берилган.

Ўқув қўлланмани яратишда талабалар билимини мустақил равишда мустаҳкамлаб боришни ташиқил қилишга алоҳида аҳамият берилган бўлиб, ҳар бир мавзудан олдин мавзуга оид бўлган таянч сўзлар ва иборалар келтирилган. Қўлланманing иловасида эса барча мавзуларга оид бўлган тестлар тўнлами берилган.

Мазкур қўлланма техника олий юрларининг бакалаврлар тайёрлаш бўйича В. 520200 - “Электро- энергетика” ва В. 161900 - “Касбий педагогик тайёрларлик (электроэнергетика соҳаси)” таълим йўналишларининг ишчи ўқув дастурлари асосида тайёрланган.

КИРИШ

Талич сўзлар ва иборалар: Электр ёши; электротехнология; электротехнологик жараёнлар; электротехнологик қурилмалар (ЭТҚ); ЭТҚ турлари; иссиқлик ишлови бериш ЭТҚ лари; электротехнологик ишлов бериш ЭТҚ лари; электромеханик қурилмалар; электротехнологик қурилмалари; ЭТҚ ларнинг афзалликлари ва ривож.

Электр энергиясини истеъмол қилиб, уни бошқа турдаги энергияга айлантириши орқали ва шу вақтнинг ўзида технологик жараёнларни амалга ошириши учун белгиланган қурилмалар **электротехнологик қурилмалар** деб аталади. Бундай қурилмалар мураккаб тузиллишта эга бўлиб, уларнинг таркибига ички орган, яъни плазматрон, плазмали реактор, электрон тўп, ёй ва ион агрегатларининг электродлар тизими ва белгиланган иш режимида автоматик таъминловчи ёки микропроцессорли техника ёрдамида бошқарилувчан махсус энергия манбалари киради. Сув, газ таъминланган ва вакуум ҳосил қилиш, ҳамда уни сақлаш тизимлари эва электротехнологик қурилмалар таркибига ёрдамчи жиҳоз сифатида киради. Электротехнологик қурилма қандай технологик жараённи бажариши учун белгиланган эҳалигини билмай, уни талаб доирасида монтаж қилиш, сошлаш ва ишлашнинг мумкин эмас.

Ишонилтининг ишлаб чиқариш фаолияти ва уй рўзгор эҳтиёжлари электротехнологик қурилмалар билан тобора тўйиниб бормоқда. Бундай тўйиниш фақатгина мазкур қурилмаларга бўлган эҳтиёжнинг ўсиши билангина асосланиб қолмасдан, балки углеводородли ёқилги тан варахининг маълум даражада ошиши, таниқи муҳитини муҳофаза қилиш бўйича аниқ чоралар белгиланган зарурлиги, шқиндисиз технологиялар яратилган кабилар билан ҳам боғлиқдир. Электротехнологик жараёнларни ривожлантириш мамлакатимизнинг ривожланиб бораётган энергетик тизимини, яъни электр станциялари ва юқори қувватли электр тармоқларини қуриш орқали амалга оширилади.

Электротехнологиянинг тобора такомилланиб бориши юқори бикрликга эга бўлган, катта миқдордаги иссиқликка бардош берувчи, кимёвий реакциянинг агрессив таъсирига турғун бўлган ва кичик иссиқлик ўтказувчанликка ҳамда юқори даражадаги изоляция хусусиятга эга бўлиш каби янги хоссларга эга бўлган янги материаллар ишлаб чиқиш имкониетини беради. Электротехнологик жараёнлар ёрдамида сифатли ўтказичи ва ярим ўтказичилар учун материаллар, шунишдек эски технологиялар ёрдамида илгари олинб бўлмаган ва ишлаб чиқиш қийиндирлиқдан ҳамда ишлаб бўлмайдиган хом ашёлардан турли материаллар ишлаб чиқиш йўлга қўйилган. Кўплаб саноат тармоқлари ва фақда эришилган ютуқлар электротехнологик жараёнлар ривожига кўра эришилмоқда.

Электротехнологик жараёнларни такомиллантириб боришини ва

тижааларига кўра энг диққатга сазовор бўлган ютуқлар, айниқса микро-электроника соҳасида кўзга ташланади. Радиотехник жиҳозлар, электрон ҳисоблаш машиналари ҳамда саноатдаги бошқаришувчан комплекслар таркибиде юз миңлаб, айрим ҳолларда эса ўнлаб миллион элементларни мишгаб тутанишма билан бириштирувчи тизимлар мавжуд.

Агарда мазкур тизимлар бундан 40 - 50 йил муқаддам фойдаланилган ёки технологиялар ёрдамида яратилганда эди, буида юқоридеги қурилмалар массалари ўнлаб тоннаи, ҳажмлари ўнлаб куб метрни ва истеъмоқ қувватлари юзлаб киловаттни ташкил қилган бўлар эди.

Ҳозирги кунда "юзларга плазмали ишлов" орқали юзаларга қошлама ёки қатлам беришни жорий этилиши нонли - шурин легирулаи, плазмали травление, лазерни пайвандлаи, фотолиитография каби ишлов бериш усулларидаи фойдаланиш, ҳамда электротехнологик қурилмалар ёрдамида олиниган янги материалларни қўллаиш оқибатида таркиб жиҳатидаи янги бўлган микроэлектрон элементлар ва жиҳозлар яратилмоқда. Электрон микрохемаларни конструкциялаи ва тайёрлаишнинг янги ва сифатли усуллари ишлаб чиқилди. Бунда биргина технологик жараёнининг ўзида микроларда ўлчанувчан ҳажмдаги ярим ўтказувчанликка эга бўлган кристалл ёки диэлектрик юзиде барча актив, пасив ва туташтирувчи элементлар ўзаро бириштирилиши амалга оширилади. Микрохематаркибига кирувчи элементлар (транзисторлар, диодлар, конденсаторлар, резисторлар ва бошқалар) ҳеч қандай ташқи тутанишга эга бўлмаган ҳолда, механик кучлар ва ташқи муҳит таъсиридаи сақловчан умумий герметик қошламага эга ва юзлаб микроэлементларни шундай тартибда ўзида муҳасамалаштирган, ягона корпусга эга бўлган микрохемалар ўз павбатида комплекслар таркибига киради. Шу сабабли микрокалькулятор ва микротелевизорлар билан таъминланган миши - қўл соатлари, кичик габаритли раишли телевизорлар, катта эслаш қобилиятига эга ва юқори тезликда математик амалларни бажарувчи ОХМ лар биз учун оддий бир қурилмалар ва жиҳозлардай бўлиб қолди.

Саноатнинг симолётсозлик ва автомобилсозлик соҳаларидаи контактли пайвандлаи усулини жорий этилиши, йнгиш ишларини юқори даражада механизациялашга ва оқибатда транспорт воситаларини тезкор усулда тайёрлашга олиб келди.

Юқори сифатли металлларни олишда электрошлакли қайта эригиш жараёнининг табиқ этилиши муҳим аҳамият касб этган.

Электротехнологик жараёнлар, айниқса янги ташқи этилаётган электротехнологик жараёнлар жуда қисқа муддат ичиде лабораториялар сипонидан фаица, техниканинг турли йўналишларига, уй рўзгор ва ишлаб чиқаришга жорий этилмоқда. Бу айниқса электр энергиясиз амалга оширилувчан ёки электр энергиясидан фойдаланиш чексиз катта фойда келтирувчи жараёнларга тааллуқлидир. Физика ва электротехниканинг янвожланишии электр ёки магнит майдониде ишлов бераётган мода ёки

материалларнинг шу майдонлар таъсиридаги хоссаларига асосланган технологик жараёнларни ишлаб чиқаришга таъсия этиш имконини бермоқда. Масалан, диэлектриклар поляризацияси, электромагнит индукцияси қонуниятлари асосида ҳозирги кунда таянч технологик жараёнлардан ҳисобланган, товак ва кукун кўринишидаги ток ўтказмайдиган материалларни юқори частотали қурилмаларда қуришни, индукцион усулда материалларни қиздириш ва эритиш каби технологик жараёнлар ишлаб чиқилган ва кенг қўламда қўлланилмоқда.

Маълумки, моддалар тўрт хил агрегат ҳолатда бўлишлари мумкин - қаттиқ, суюқ, газ ва плазма ҳолатларида.

Қаттиқ ҳолатдагилар, булар - ўтказгичлар, ярим ўтказгичлар ва диэлектриклар, металллар ва нometаллар (металл эмаслар), кристалл ва аморф моддалар.

Суюқ ҳолатдагилар, булар - ўтказгичлар (металллар, тузлар, ишқорлар ва оксидлар эритмалари), диэлектриклар (минерал ва органик), махсус кўринишдагилар, булар - суюқ кристаллар.

Газ ҳолатдагилар, булар - мураккаб актив моддалар бўлиб улар оддий моддалар билан бириккан ҳолда кейинчалик конденсация усули билан ажралиб чиқадиган тайёр маҳсулот ҳисобланувчи бошқа бирикмалар ҳосил қилувчи системаларни ташкил қилади.

Плазма ҳолатдагилар, булар - ионлар даражасидаги транспорт жараёнлари ва алмашув реакцияларини таъминловчи электр ўтказувчан муҳитлар бўлиб, нурланмиш энергия манбаи сифатида ва моддалар ҳамда аниқ маҳсулотларни қиздириш воситаси ҳисобланади.

Электр ва магнит майдонлари, майдон кучланишлилиги катта диапазонда ўзгариши мумкин бўлган, доимий ёки вақт ва фазода тез ўзгариувчан кўринишларда бўлади.

Агрегат ҳолатининг ҳоҳлаган маълум бир турида бўлган модда ҳамда электр ёки магнит майдонлари ёрдамида жуда кўп кўринишдаги жараёнларни бажариш мумкин, масалан, моддалар (материаллар) ҳароратини, формасини, таркибини, тузилшини, турли йўналишлардиги хоссаларини ва бошқа шу қабиларни ўзгартирни мумкин. Кўплаб технологик жараёнларни бажариш учун мўъжааланган ва шидивдуал тартибида ёки серияли ишлаб чиқарилаётган электротехнологик қурилмалар ўзига хос тартибда системалантирилган. Улар, асосан турли шароитларда намоён бўлувчи, электр токи ва магнит майдонининг пировард таъсирига кўра турхўларга бўлинган.

1. Электр токининг пировард иссиқлик таъсирига асосланган қурилмалар. Бу турхў қурилмаларига уй рўзгор қиздириш жиҳозлари, бевосита ва бивосита қиздириш қаршиллик ишчалари, суюқлик ва газларни қиздириш қурилмалари - турли кўринишдаги электр қозонлари ва электрқалориферлар, шунингдек қиздирувчи элементлар вазифасини ишқорлар ёки оксидлар эритмалари бажарувчи, электродли ванналар.

Металларни электрошлак усулида қайта эритиш ва электрошлак усулида пайвандлаш қурилмаларининг ишлаш принципи, электродлар орасидаги муҳитни (бўшлиқни) тўлдирувчи шлакларда электр токи таъсирида ажралиб чиқадиган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланади.

Контактли пайвандлаш қурилмаларида электр энергияси икки деталнинг туташ нуқталаридати ўтиш қаринчилигида иссиқлик энергиясига айланади. Ушбу жараён фақатгина токнинг импульси режимида амалга оширилиб, мазкур кўринишидаги пайвандлаш қурилмаларининг схемаси ва электр таъминотиининг ўзига хос хусусиятларини белгилайди.

Индукцион қиздириш қурилмаларининг ишлаш принципи саноат частотаси ва ундан юқори частотадаги ўзарувчан ток электр энергиясини аввал ўзарувчан магнит майдон энергиясига, бу энергияни эса ана электр энергиясига ва сўнгра охириги кўринишидаги энергияни қиздиришувчи материалда иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланади. Ушбу усулдан фақат ток ўтказувчан материалларни қиздиришда фойдаланилади.

Диэлектрик материалларни қиздиришда эса модаларни поляризациялаш жараёнида юқори частотали электр майдон энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланган қурилмалардан фойдаланилади.

Ишлаш принципи электр ёйида ажралаётган иссиқликдан фойдаланишга асосланган қурилмаларга металлларни ва ўтта чидамли материалларни эритиш, фосфор ва бошқа металлларни олиш учун белгиланган электр ёйи пешлари ва руднотермик пешлар, шунингдек металлларни қайта эритиш ва рафинация қилиш учун белгиланган вакуум - ёйи пешларини мисол қилиш мумкин. Бундай қурилмалар сифатида металл ва нометалл (металл бўлмаган) материалларга плазмали ва плазма ёйи усулида ишлов берувчи қурилмаларни кўрсатиш мумкин. Мазкур қурилмаларда металлларни қайта эритиш, юзаларга химоя қопламаларини бериш ва шу каби бошқа жараёнларни амалга ошириш мумкин.

Электр ёйи пайвандлаш қурилмаларида ажралиб чиқадиган иссиқлик энергиясининг асосий миқдори (куват) ёйининг таъйинч нуқталарига (катод ва анод “доғ” ларига) тўғри келиши билан бирга электр ёйи пайвандлаш жараёнининг боришига электр ёйининг “устун” қисми ҳам ўз таъсирини кўрсатади.

Электрон - нурли ва лазер қурилмаларида иссиқлик энергияси разряд каналидаги суюқликдан катта кучдати токнинг импульс режимида оқиниш патижасида ажралиб чиқади.

2. Электр токининг пировард электрохимёвий таъсирига асосланган қурилмалар. Бундай қурилмалар тоифасига эритма ёки қоринма билан тўлдирилдиган электролиз ванналари, юзаларга химоялаш ёки декоратив қопламалар берувчи қурилмалар, шунингдек гальванопластика усулида маҳсулот олиш қурилмалари ва электролизларда электрохимёвий - механик ишлов бериш қурилмалари киради.

3. Электромеханик қурилмалар. Бундай қурилмаларда ишлов бе

риллаётган материаллардан импульс режимидаги токнинг оқиб ўтиши механик кучлар ҳосил бўлишига олиб келади.

Маазкур қурилмаларнинг махсус синфини ультратовуш таъсирида ишловчи қурилмалар ташкил қилиб, ультратовуш генераторларидан бериллаётган юқори частотадаги механик тебранишлар таъсирида технологик жараёнлар амалга оширилади.

4. Электрокинетик қурилмалар. Уларнинг ишлаш принципи электр майдон энергиясини ҳарактадаги заррачалар энергиясига айлантиришга асосланган. Бундай қурилмалар тонфасига электрон - ион технологияларга асосланган электр филтрлари, порошок материаллари ва эмulsionларни ажратиш қурилмалари, электр бўёқдан ва оқава сувларни тозалаш қурилмалари кирди.

Электротехнологик қурилмаларни юқоридаги тартибда гуруҳларга бўлиш юқори даражада шартли равишда амалга оширилган, чунки кўпчилик технологик жараёнлар бир пайтнинг ўзида бир печта энергия ўзгариши асосида амалга оширилади. Бу эса ўз ўрнида электротехнологик жараёнларнинг имкониятларини янада кўшиштириб берибди.

Электр пайвандлаш ва электротехнологик жараёнларининг ривожланиш тарихи, рус физики В.В. Петров томонидан 1801 йилда электр ёйиши катод этилиши билан бошланган деб ҳисоблаб келинади. Лекин ўша даврда катта қувватдаги электр энергия манбалари ёки катта қувватдаги электр энергиясини мизланиш масофасига узатиш ҳали кам ривожлангани сабабли, электротехнологик жараёнлар XIX асрнинг охиридагина сезиларли даражада ривожланиш олмаган. Биринчи электр печлари, лекин чет давлатларда тайёрланган печлар, Россияга айнан XIX асрнинг охирида келтирилган. Биринчи " рус электр печи " 1901 йилда рус муҳандис физики В.П. Пижевский лойиҳаси асосида яратилган. Электротехнологик жараёнларининг кейинги ривожига А.Н. Лодыгин, С.С. Штейнберг ва А.Ф. Гармолинлар электр металлургияси соҳасида, С.П. Тельвиний ўзгарувчан ток электр ёйишининг электр занжирини назарияси бўйича, М.С. Максименко - металллар электротермияси соҳасида, В.П. Волгоддин - металлларини индукцион қиздириш усуллари соҳасида, Н.Н. Бенардос, Н.Г. Славянов, О.Е. Цитонлар электр пайвандлаш соҳасида, А.В. Петушич ярим ўтказгич ва диэлектрикларни қиздириш назарияси соҳасида ва А.Д. Свенчанский электр қаршилик печлари ва вакуум ёй печлари назарияси соҳасида изланишлар олиб борган ҳолда ўзларининг салмоқли хиссаларини қўшдилар.

Ҳозирги кунда эса электротехнологик жараёнларни такомиллаштириш бўйича олиб бориллаётган изланишлар, келажакда имкони борича электр энергиясини кам истеъмол қилган ҳолда юқори ишлаб чиқарувчанликка эга бўлган электротехнологик жараёнлар яратилишга йўналтирилган.

БИРИНЧИ БЎЛИМ.

ЭЛЕКТРОТЕРМИК ЖАРАЁНЛАР ВА ҚУРИЛМАЛАР

§ 1. Электротермия ва иссиқлик шиллови бериш усуллари

Таянч сўзлар ва иборалар: Электротермия; электротермик жараёнлар ва қурилмалар; иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция; нурли иссиқлик ағлашуви; қаршиллик усулида иссиқлик шиллови бериш; индукцион усул; диэлектрик усул; электр ёйи ҳисобига иссиқлик шиллови бериш.

“Электротермия” - тушунчаси кенг маънога эга бўлиб, саноатнинг турли соҳаларида электр энергиясини истеъмол қилган ҳолда иссиқлик шиллови берувчи қўллаб-технологик жараёнларни ўзида муҳасамманттилади.

Органик ёқилги ҳисобига иссиқлик шиллови беришга нисбатан электр энергиясидан фойдаланиб иссиқлик шиллови бериш жараёнлари қатор афзалликларга эга. Булар таъқиқ муҳити флюорланганининг кескин камайиши; ҳароратнинг аниқ белгиланган қийматларини олин имконияти; аниқ йўналтирилган ишқенив иссиқлик оқимларини ҳосил қилиш имконияти; ажратиб чиқаришга иссиқлик энергиясининг миқдорини қатъий назорат қилиш ва аниқ бошқариш имконияти; турли кимёвий таркибдаги газ муҳитлари ва вакуумда иссиқлик шиллови бериш имконияти; иссиқлик шиллови берилган материалнинг ўзида бевосита иссиқлик энергияси ажратиб чиқилиши таъминланган имконияти; ҳар қандай иссиқлик шиллови бериш учун белгиланган ҳажмда қатта миқдордаги иссиқлик энергияси ажратиб чиқилиши таъминланган ва ҳ.к.

Электротермияда электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантириши таъминловчи қуйидаги усуллари қайд этиш мумкин.

Қаршиллик усулида иссиқлик шиллови бериш ўтказувчан материаллардан ток оқиб ўтгиш оқибатида иссиқлик ажратиб чиқилишига асосланган. Ушбу усул Джоуль - Ленц қонунига асосланган бўлиб, бевосита ва бивосита иссиқлик шиллови бериш қурилмаларида қўлланилади.

Индукцион усулда иссиқлик шиллови бериш қиздирилган материалда уюрма тоқлар ҳосил қилиш оқибатида электромагнит майдон энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришига ва Джоуль - Ленц қонуни асосида иссиқлик ажратиб чиқилишига асосланади.

Диэлектрик усулда иссиқлик шиллови бериш юқори частотадаги электр майдонига киритилган ток ўтказмайдиган ёки ярим ўтказгич металлларда поляризация патижасида ҳосил бўлувчи силлини тоқлари вужудга келишига асосланган.

Электр ёйи ҳисобига иссиқлик шиллови бериш усулида материалларга электродлар орасида ҳосил қилинган иссиқлик энергияси ҳисоби

га тегишли иссиқлик шиллови (ёй ёрдамида металлларни кесини, уланн, эритиш ва ҳоказо) бериллади.

Электрон ва ионли нузли қиздириш усули электр майдони таъсирида тезланиш олган ва тез ҳаракатланаётган электронлар ва ионлар ўзаро тўқнашиницлари натижасида ажралаётган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланган.

Плазмали қиздириш усули ёй разряди муҳитидан ёки юқори частотали электромагнит ёхуд электр майдонидан газни ўтказиш оқибатида ажралаётган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланган.

Лазер ёрдамида иссиқлик шиллови бериш лазерларда яъни оптик квант генераторларида ҳосил қилинган юқори концентрациядаги ёруғлик энергияси оқимларини қиздирувчи юзалар томонидан ўзлаштирилишига асосланган.

§ 1.1. Электротермик қурилмаларида иссиқлик узатиш усуллари

Электротермик қурилмаларда иссиқлик алмашуви мавжуд бўлган барча усулларда, яъни, *иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нузли иссиқлик алмашуви* усулларида амалга оширилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик усули - қаттиқ жисм ичида ёки ҳаракатда бўлмаган суюқликда (газда) амалга ошириладиган иссиқлик алмашуви усули бўлиб, бунда молекулалар - кинетик назарияга кўра жисмлар заррачаларининг (молекула, атом, электрон) иссиқлик таъсиридаги ҳаракати ва ўзаро таъсирлашуви оқибатида жисмнинг ивбатан юқори ҳароратга эга қисмидан камроқ қизиган қисмига қараб узатиш кўринишида намоён бўлади.

Фурье гипотезасига кўра узатилаётган иссиқлик энергияси микдори:

$$q = -\lambda \frac{\partial}{\partial n} d\tau \cdot dF \quad (1)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

λ - жисм ёки модданинг иссиқлик ўтказиш хусусиятига боғлиқ бўлган иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти;

$\frac{\partial}{\partial n}$ - иссиқлик энергияси йўналиши бўйича ҳарорат градиенти;

$d\tau$ - элементар вақт;

dF - иссиқлик оқимида перпендикуляр бўлган элементар юза.

Конвекция усули асосан суюқлик ва газларда кузатилади. Бунда ҳажмдаги модданинг иссиқлик энергиясига эга бўлган қисмигига ҳаракатда бўлади. Модда массаси ҳаракати билан бирга ундаги иссиқликни узатиш усули *конвектив усулидаги иссиқлик алмашуви* усули деб аталади.

Ньютон - Рихман қонунига кўра конвектив иссиқлик алмашуви орқали узатишган иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = \alpha_K (t_C - t_{TM}) F \quad (2)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

α_K - конвектив усулда иссиқлик узатиш коэффициенти, Вт/М² К;

t_C - ички девори ҳарорати, °С;

t_{TM} - ташқи муҳит ҳарорати, °С;

F - конвектив иссиқлик алмашуви юзаси; М².

Нурли иссиқлик алмашуви усули - спектрнинг кўринар ва кўринмас қисмларида электромагнит тўлқинлар кўришишида иссиқлик узатиш усулидир.

Нурли иссиқлик узатиш 0,4 дан 40 мкм гача бўлган тўлқин узунлигида амалга оширилади (0,4 дан 0,8 мкм гача кўринар ёруклик нурлари ва 0,8 дан 40 мкм гача кўринмас инфрақизил нурлар).

Иссиқликни нурли узатиш усули *асосан Стефан - Больцман қонунига* бўйсуниб, унга кўра узатишган иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = C_S \cdot \varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (3)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

C_S - абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти, Вт²/м²К;

ε - жисмнинг қоралик даражаси (абсолют қора жисм учун $\varepsilon = 1$).

T - абсолют ҳарорат, К.

§ 2. ҚАРШИЛИК УСУЛИДА ИССИҚЛИК ИШЛОВИ БЕРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Электр қаршилиги ва ҳарорат; биринчи ва иккинчи тартибли ўтказгичлар; қиздирувчи элементлар (ҚЭ); ҳароратига кўра ҚЭ; очиқ ва ёпиқ конструкциядаги ҚЭ, ТЭН лар; электрокалориферлар; қаршилик усулида иссиқлик ишлови берувчи қурилмалар; электр қуришгичлар; электр центри қурилмалари.

Маълумки, электр майдон таъсирида мусбат ва манфий электр зарядларининг йўналган (тартибли) ҳаракатини электр токи деб атаيمиз. Бунда фақат электронлар ёки фақат ионлар ҳаракати кузатилиши мумкин. Шунга кўра фақат электрон ўтказувчанликка эга бўлган моддалар биринчи тартибдаги ўтказгичлар деб аталади (металлар), фақат ион ўтказувчанликка эга бўлган моддалар эса иккинчи тартибли ўтказгичлар деб аталади (электролитлар - қоринма, эритма); Плазмалар эса аралаш ўтказувчанликка эга.

Электронлар назариясига кўра металллар кристалл моддалар ҳисоб-лашиб, кристалл катакчалар тугуналарида атом ядролари жойлашган бўлиб, тугуналар атрофидаги бўшлиқ эса электронлар билан тўлдирилган. Металллардаги эркин электронлар чексиз кўп бўлиб, мисол учун мисда бу сон $10^{29}/\text{м}^3$ ни ташкил қилади.

Электронлар назариясига биноан идеал кристалл катакчага эга бўлган металлнинг ўтказувчанлиги чексизга тенг бўлиши керак. Лекин металл структурасига боғлиқ бўлган ўтказувчанлик чексизга тенг бўлмай маъlum қийматига эга бўлади.

Металл ҳарорати ошгани билан тугуналардаги атомлар борган сари катталашиб борадиган амплитуда билан тебрана бошлайдиган атом билан ҳаракатдаги эркин электронларнинг турткини эҳтимоллигини ошириб боради. Демак ҳарорат ортгани билан ўтказгичнинг электр токига бўлган қаршилиги ортиб боради экан.

Қиздириш жараёналарида иккала, яъни электрон ўтказувчанликли ҳамда ион ўтказувчанликли ўтказгичлардан кенг фойдаланилади.

Испиклик эффективлиги асосан электр токининг электрон ўтказувчанлигига тўғри пропорционалигидан келиб чиқиб қуйидаги мулоҳазаларни қўриб чиқамиз.

Ом қонунига кўра ток зичлиги.

$$j = (n_e \cdot e_0 \cdot \mu_e + n_i \cdot e_0 \cdot \mu_i) E \quad [\text{А}/\text{см}^2] \quad (1)$$

билан аниқланади, бу ерда.

n_e, n_i - электрон ва ион заряд ташувчиларининг зичлиги, $1/\text{см}^3$

μ_e, μ_i - электрон ва ионларнинг ҳаракатланувчанлиги ;

E - электр майдон кучланганлиги, В/см;

e_0 - электрон заряди.

(1) тенглама фақат электрон ўтказувчанлик ҳолати учун қуйидаги кўришишда бўлади:

$$j = n_e e_0 \mu_e \cdot E \quad (2)$$

Бу ерда

$$\sigma = n_e e_0 \mu_e \quad (3)$$

кўшайтма билан аниқланувчи σ ўтказувчанликни ифодалайди. (3) га кўра

$$j = \sigma E \quad (4)$$

эга тескари бўлган, яъни $\rho = \frac{1}{\sigma}$ - катталик, солиштирма электр қаршилигини ифодалайди.

Белгиланган t қийматдаги ҳароратдаги солиштирма электр қаршилик

$$\rho_t = \rho_{20} [1 + \alpha(t - 20)] \quad (5)$$

ρ_{20} - $t = 20^\circ \text{C}$ даги солиштирма электр қаршилиги.

α - қаршиликнинг ҳарорат коэффициенти [Ом/К].

Потенциаллар фарқи U , майдон кучланганлиги E бўлган электр майдонидан ўтган электрон тезлиги:

$$U_e = 5,93 \cdot 10^5 \sqrt{4} \quad (6)$$

Агар $U = 40 \text{ кВ}$ бўлса, $U_e = 118,6$ миң км/с.

Джоуль - Ленц қонунига кўра ўтказгичдан 1 токи оқиб ўтганда ажралиб чиққан иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = I^2 R \tau = I^2 \rho \frac{\ell}{S} \cdot \tau \quad (7)$$

Ўтказгичдан ҳосил қилинган қувват:

$$P = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot \ell} \quad (8)$$

R - қаршилик, Ом

τ - вақт, с

S - ўтказгичнинг кесим юзаси, М^2

ℓ - ўтказгич узунлиги, М.

§ 2.1. Қиздирувчи элементлар

Қиздирувчи элементлар - билвосита қаршилик ҳолида иссиқлик ишловини берувчи қурilmаларининг асосий ишчи қисми ҳисобланиб, электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантириб бериш учун хизмат қилади. Қиздирувчи элементларга қуйидаги талаблар қўйилади. Улар юқори даражадаги ҳароратда турғун (юқори ҳароратларда оксидланмаслик хусусиятига эга), юқори даражадаги ҳароратларда биқирлик (юқори ҳароратларда ўз хоссаларини йўқотмаслик хусусиятларига эга) ва улар юқори даражадаги ҳароратларда ишлов берилувчанлик каби хусусиятларга эга бўлишлари керак. Шунингдек, улар юқори солиштирма қаршиликка эга бўлишлари, қаршиликнинг кичик ҳарорат коэффициентига ва ўзгармас электр қаршилигига эга бўлишлари керак.

Ҳароратига қараб қиздирувчи элементлар қуйидагиларга бўлинади:

- паст ҳарорат қиздирувчи элементлари - 500 - 700 К;
- ўрта ҳарорат қиздирувчи элементлари - 900 - 1200 К;
- юқори ҳарорат қиздирувчи элементлари - 2500 - 3300 К.

Қиздирувчи элементлар асоси таркибига бир неча металл кирган

қоринмалардан ясалади. Мисол учун нигуром деб аталувчи қоринма таркибига (75 - 85) % никель, (22-27)% хром ва бошқа қўшилмалар кириди, ёки федуралд деб аталувчи ўтказгич таркиби 13% гача хром, 4% гача алюминий ва 83% гача темирдан иборатдир. Титан, бор ва бошқа легирловчлар қўшни орқали қиздирувчи элементларнинг ишчи ҳароратини анча кўтарishi мумкин.

Конструкциясига кўра қиздирувчи элементлар (кейинчалик қ.э) - очиқ конструкцияли қ.э ларга ва ёниқ конструкциядаги қ.э ларга бўлинади. Ўз ўрнида очиқ конструкциядаги қ.э лар - кесим юзаси доира шаклидаги ўтказгичдан ясалган спиральсимон ва зиг заг кўринишдаги ҳамда кесим юзаси тўғри тўртбurchак (квадрат) лентга кўринишдаги зиг заг симон қ.э ларга бўлинади.

Ёниқ конструкциядаги қ.э лар тоифасига наest ҳароратларда ишловчи трубкасимон қ.э лар (ТЭН лар) кириди.



1- раем

1- раемда ТЭН иши тузилиши кўрсатилган бўлиб, очиқ конструкциядаги қ.э га нисбатан электр муҳитида ишлатилишига кўра хавфсиздир. Шунингдек ТЭН лар сувда, суyoқ углеводородлар, туз қоринмалари суyoқ металл муҳитларида ишлатилиши мумкин. ТЭН лар қуйидаги характеристикаларга эга, яъни, қуввати 100 Вт дан 15 Квт гача, кучланиши 36 В дан 380 В гача, ишчи ҳарорати 400 дан 1000 К гача, ишлаш муддати 10 минг соатдан 40 минг соатгача.

Суyoқлиқ ва газларни қиздиришда ювакалик даражаси 40 - 80 мкм бўлган ювак металл-окерамик металллардан ясалган қ.э лар ишлатилади. Уларнинг солинтирма иссиқлик қуввати 1 Квт / см², ишчи ҳарорати 400 - 600 К, бир элементдаги кучланиш 1 - 12 В га тенгдир.

Ишчи ҳарорати 1700 К бўлган юкори ҳароратдаги иссиқлик ишловчи бериш учун корборундан ясалган қ.э лар ишлатилади. (корборунд 1900 - 2000 К ҳароратда кўшр ва кремний карбидни қоршатириш йўли билан олинади). Бундай қ.э лар диаметри 6 - 30 мм бўлган стержень шаклида ясалади.

Ҳарорати 2000 К бўлган оксидловчи муҳитларда молибден дисилицидидан (MoSi₂) ясалган қ.э лар ишлатилади.

Ишчи ҳарорати 2300 К ва ундан юкори бўлган шароитда қийин

эрувчан металллар (тантал, вольфрам, молибден ва б.), кўмир ва графитдан ясалган қ.э. лар ишлатилади.

§ 2.2. Электр иситиш ва электр қиздириш қурилмалари

Бундай қурилмалар тоифасига электрокалориферлар, радиацион қиздиргичлар, электр қуригитчлар, электр иситиш қурилмалари, шунингдек, трубаларини, бетон ва ер сатҳини қиздириш қурилмалари киради. Қурилмалар синфининг кўпчилиги улар томондан бажариладиган технологик жараёнларининг турли - туманлигидан далолат беради.

Электрокалорифер - қ.э. ва вентилятордан иборат бўлган қиздириш қурилмасидир. Асосий параметрлари - қуввати 10 - 60 кВт; солиштирма юза қуввати - 1 - 10 Вт/см²; Кучлангани - 127, 220, 380 В; ишчи ҳарорати 100 - 500 °С ; ҳаво тезлиги 5 - 20 м/сек.

Ишчи ҳарорати 500 К бўлган электрокалориферларда изоляторларга осиб қўйилиши мўлжалланган спиральсимон қ.э. лар қўлланилади. 400 К гача ҳаво муҳитини қиздириш учун мўлжалланган электрокалориферларда ТЭН лар қўлланилади. 1200 К ва ундан юқори даражада ҳавони қиздиришида, қиздирувчи элементни металл трубадан ясалган электрокалориферлар қўлланилади.

Радиацион қиздиргичлар саноат ва қишлоқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатилади. Улар тоифасига оч рангли лампали нурлатгичлар, оч рангли кварц нурлатгичлари ва тўқ рангли нурлатгичлар киради.

Электр қуригитчлар - радиацион ва аравлан усулларда ишлан иринчишга эга. Бу ўзинга хос камера бўлиб, ундаги ҳаво муҳити калорифер, ТЭН ва турли очиқ конструкциядаги қ.э.лар ёрдамида қиздирилади. Иссиқлик эффективлигини ошириш учун қуригитч панели кўзгуди қилиб ясалади. Ишлаб чиқарувчанликни ошириш учун узлуксиз ишловчи қуригитчлардан фойдаланилади.

Электр иситиш қурилмалари. Улардан иқтисодий жиҳатдан афзаллик бўлган ҳолларда фойдаланилади. Электр иситишнинг қуйидаги усуллари мавжуд:

- ҳавони электрокалорифер ёрдамида қиздириш орқали иситиш;
- панелли қ.э. лар ёрдамида иситиш;
- нурли иссиқлик алмашинуви ёрдамида иситиш.

Трубаларини, бетон ва ер сатҳини қиздириш қурилмалари ёрдамида труба қувурларидаги суюқликларни қиздириш, қатламларидан электр токи оқини ҳисобига бетон қатламларини қиздириш, музлаган ер қатламини эритиш ва шунингдек шаҳар электр таъминоти тизимига кирувчи тротуар, чорраҳалар ва аэропортлардаги самолётлар қўйини йўлакларини қиздириш жараёнлари амалга оширилади.

§ 3. ЭЛЕКТР ҚАРШИЛИК ПЕЧЛАРИ

Тяғи сўзлар ва иборалар: Ёл эшикчали камерали ЭҚН лар; шахта тишидаги ЭҚН лар; қалпоқ тишидаги ЭҚН лар; туби чиқариладиган камерали ЭҚН лар; элеватор тишидаги ЭҚН лар; узлуксиз режим ЭҚН лари (туннель тишидаги ва б.), ЭҚН ларнинг белгиланиши ва бошқа кўрсаткичларга кўри турлари; бевосита ишловчи ЭҚН лар; билвосита ишловчи ЭҚН лар; даврий режим ЭҚН лари; узлуксиз режим ЭҚН лари,

Электр қаршилик печлари (ЭҚН лар) машинасозлик, металлургия, сенил ва кимё саноати, қурилиш ва коммунал хўжаликда кенг қўлланилган муносибати билан улар турли хил конструкцияга эга. Улар турли кўрсаткичларига кўри турларга бўлинади.

Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантирилиши усулига кўра ЭҚН лар икки топфага бўлинади, яъни билвосита ишловчи ЭҚН лар ва бевосита ишловчи ЭҚН лар. Билвосита ишловчи ЭҚН ларда электр энергияси иссиқлик энергиясига махусе қ.э. ларда айлантирилади ва иссиқлик қиздириладиган махуселотта иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нули иссиқлик узатиш усулларида узатилади. Бевосита ишловчи ЭҚН ларда эса қиздириладиган махуселот бевосита электр манбасига узанади.

Ҳароратига кўра ЭҚН лар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- паст ҳарорат ЭҚН лари (900 - 1000 К) ;
- ўрта ҳарорат ЭҚН лари (1000 - 1600 К) ;
- юқори ҳарорат ЭҚН лари (1600 К дан юқори) .

Технологик белгиланишига кўра ЭҚН лар қиздирувчи ЭҚН ларга ва эритиш жарайонлари ЭҚН ларига бўлинади.

Иш режимига кўра эса ЭҚН лар даврий режим ЭҚН лари ва узлуксиз режим ЭҚН ларига бўлинади.

Ўз навбатида эса даврий режим ЭҚН лари топфасига камерали, шахта, қалпоқ тишларидаги, туби чиқариладиган, камерали ва элеватор тишидаги ЭҚН лар киради. Узлуксиз режим ЭҚН лари топфасига эса конвексёр, турткилаб ҳарикатлангиритувчи, рольганг, карусель, туби ҳарикатлангиритувчи, туби тебрагиритувчи, барабан тишларидаги ва тортиб қиздириш ЭҚН лари киради.

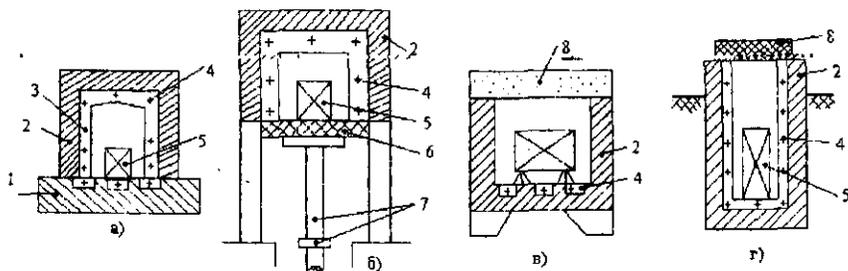
§ 3.1. Билвосита иссиқлик ишлови берувчи электр қаршилик печлари

Даврий режимда ишловчи электр қаршилик печлари.

Қуйида 2 - расмда даврий режим ЭҚН ларнинг тузилиши келтирилган. Бунда а- қалпоқ тишидаги; б - элеватор тишидаги; в - камерали; г - шахта тишидаги.

2 - расмда куйидаги белгилашиллар қўлланилган: 1-маҳсулот ўриштиладиган стенд; 2-печь камераси; 3 - юқори ҳароратга чидамли муфель; 4 - қиздирувчи элементлар;

5 - қиздирилаётган маҳсулот; 6 - печнинг пастга тушириладиган туби; 7 - кўтарувчи қурилма; 8 - печь қонқоғи.



2 - расм

“Қалноқ” типидagi печь - футеровкаланган (юқори ҳароратга чидамли) ва қўзғалмас стендга қиздирилувчи маҳсулот ўриштирилган бўлиб, устидан аввал ўтга чидамли муфель ўриштирилиб, сўнгга маҳсулотни қиздириш учун мўлкалланган қ.э. билан таъминланган “қалноқ” ўриштилади. Қ.э. лар қалноқнинг ички ён деворларига ўриштирилган. Қ.э. лар электр энергияси манбасига эгилювчан кабель ва штепселг ажраткичлари ёрдамида уланади. Маҳсулот ва “қалноқ” кўтариш кранлари ёрдамида стендга юкленади ва туширилади. Иссиқлик энергиясидан фойдаланишнинг эффективлиги ва ишлаб чиқарувчанлигини ошириш мақсадида 2-3 стенддаги маҳсулотга иссиқлик ишлови бериш учун битта “қалноқ” дан фойдаланилади (биринчи стенддаги маҳсулот қиздириб бўлинганч, “қалноқ” кран ёрдамида иккинчи ва сўнгги учинчи стендга олиб ўриштилади, бунда маҳсулотни соғутиш жараёни муфель ичида давом эттирилади ва оқибатда бор йўғи муфель ва қалноқда йиғилган ва 10 - 15 % ни ташкил қилган микдордаги иссиқлик энергияси йўқолишига эришилади). Бундай ЭЖН ларнинг ишчи ҳарорати 350 °C дан 1250 °C гачани ташкил этади. Мисол учун, 1,5 x 2,0 x 6,0 м катталиқдаги ва массаси 100 тонна бўлган маҳсулотни қиздириш печиининг қуввати 570 кВт ни ташкил этса, бундан 500 кВт “қалноқ” қувватини 70 кВт стенд қувватини ташкил этади.

Элеватор типидagi печь туби очиқ қўзғалмас камера ва пастга тушириладиган қисмга (тубга) эга. Камера цилиндр ёки тўрибурчак шаклга эга бўлиб, 3-4 м баландликка эга бўлган устунларга ўриштирилган. Печиининг туби гидравлик ёки электромеханик кўтариш қурилмаси ёрдамида туширилади ва янги маҳсулот юклинганч, камерасига кўтарилади. Печиининг ишчи ҳарорати 700, 1000, 1250 °C ни ташкил қилади, қуввати 600 кВт ни

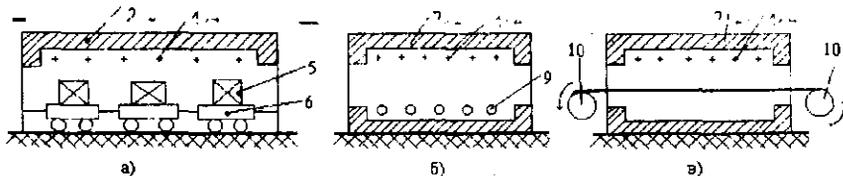
ташқил этади ва ўнлаб тонна маҳсулотга бир вақтнинг ўзиде иссиқлик шиллови беради.

Камералли печлар маҳсулотни юклаб, тушириш эшикчаси ён томондан бўлган тўғри бурчакли камерада ташқил тонган бўлиб, маҳсулот асосан қўлда юклаб туширилади. Камера туби юқори ҳароратта чидамли плита бўлиб, унга қ.э.лар ўриятилган. Ишчи ҳарорати 1000 - 1800 К, фойдали иш коэффициенти 65 - 70 % га тенг.

Шахта типидagi печь - қуввати 300 - 400 кВт, ишчи ҳарорати 1500°С га тенг бўлган юқори қисмида махсус механизм ёки кўтарин крани ёрдамида очилдиган қопқоққа эга бўлган ва ишчи камераси ер тубида жойлаштирилган печни афодалайди.

Узлуксиз режимда ишлови ЭҚН лар

Қуйида 3 - расмда мисол тариқасида узлуксиз режимда ишловчи ЭҚН лар намуналарининг кўриниши тасвирланган:



3 - расм

а - туннель типидagi печь ; б - ролланг типидagi печь ;

в - тортиб қиздириш печи;

6 - футеровкаланган арава; 7 - юқори ҳароратларга бардошли ролланглар ; 10, 10' - қабул қилувчи ва узатувчи барабанлар.

Туннель типидagi печларда маҳсулот футеровкаланган аравага юк-ланган ҳолда печнинг бир томонидан киритилиб, белгиланган ҳароратгача қиздирилгач ташқарига узатилади. Маълум вақтда барча аравалар бир арава узунлигига тенг масофага сурилади, бунда печнинг бир томонидан маҳсулот юкланган арава кирса, иккинчи томондан қиздирилган маҳсу-лот юкланган бир арава ташқарига узатилади. Бундай печларнинг ишчи ҳарорати 1300 - 1500 К га тенг.

Ролланг типидagi печь тубида юқори ҳароратта бардош беради-ган ролликлар ўриятилган бўлиб, улар соат стрелкасининг айланishiга тескари йўналишида айлантйрилади. Маҳсулот эса ушбу ролликлар устида-ги ҳаракати давомида белгиланган ҳароратгача қиздирилади.

Тортиб қиздириш печларида лента кўринишидаги ва тўнларга му-жассамлаштирилган ўтказгичлар (симлар) бир барабандан иккинчи бара-банга печ камераси орқали тортиб қиздирилиши натижасида иссиқлик шиллови берилади.

Умуман уздуксиз режимда иссиқлик ишлови берувчи ЭҚН лар ўзла-
рининг юқори ишлаб чиқарувчанлиги билан, иссиқлик энергиясининг ис-
батан кам йўқотилиши билан характерланадилар.

Билвосита иссиқлик ишлови берин ЭҚН лари умумий ҳолда қуйида-
ги параметрларга эга:

- печлар қуввати 170 кВт дан 2 - 3 мВт гача;
- ишчи ҳарорати 1150 - 2500 °С гача;
- қ.э. даги кучланиш 11 В дан 220 В гача (бир элементга);
- массаси 9 тоннадан 195 тоннагача;

Масалаи: СЛВ - 16 маркали туннель типидagi печь учун:

- қуввати - 2000 кВт;
- бир элементдаги кучланиш - 30 - 60 В ;
- максимал ишчи ҳарорат - 1455 °С ;
- габарит катталиклари - (44000 x 11800x 7200) мм ;
- массаси - 195 тонна

Печь 3 та ишчи зонага эга бўлиб, 2 қиздириш ва
1 та совутиш камерасига эга.

ИККИНЧИ БЎЛИМ

ИНДУКЦИОН ВА ДИЭЛЕКТРИК ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

§ 4. Индукцион қиздириш усули ва индукцион қиздириш қурилмаларининг турлари

Таянч сўзлар ва иборалар: Индукцион усулда қиздириш; индук-
цион канал типидagi печлар (ИҚН); ИҚН нинг тузилиши; ИҚН ва куч
трансформатори ўртасидаги фарқ; мотор (марказдан қочини); қисни; у-
јорма ва иссиқлик эффектларининг моҳияти; индуктор; канал.

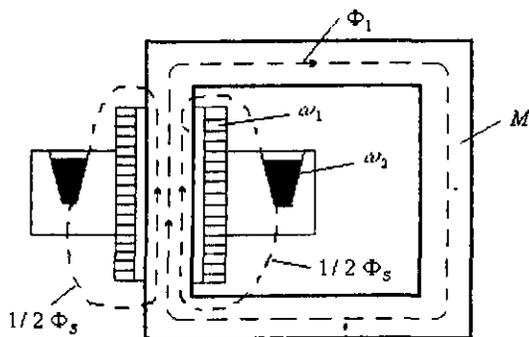
Ток ўтказувчи жисмлар, яъни биринчи ва иккинчи тартибли ўтказ-
гичларни индукцион усулда қиздириш, ўтказгичлар томонидан электро-
магнит энергияни ўзлаштириш оқибатида ҳосил бўлувчи ујорма тоқлар
таъсирида Джоуль - Ленц қонунига кўра ажраладиган иссиқлик энерги-
яси орқали амалга оширилишига асосланган. Ўзгарувчан электромагнит

майdonи индуктор томонидан ҳосил қилиниб, индуктор қиздириладиган жисмга (ўтказгичга) nisбатан трансформаторнинг бирламчи чулғами (галтаги) сифатида ҳисобланади. Қиздириладиган жисм эса битта қисқа туташган чулғам сифатида трансформаторнинг иккиламчи чулғами вазифасини бажаради.

Белгиланишига кўра барча индукцион қиздириш қурилмалари (ИҚҚ) эритиш печлари, миксерлар ва қиздириш қурилмаларига бўливади. Уз навбатида эритиш печлари пўлат ўзакли (каналсимон) индукцион печлари ва пўлат ўзаксиз (тигель) индукцион печларига бўливади. Индукцион қиздириш қурилмалари эса асосан икки гуруҳга, яъни **тўлиқ қиздириш** ва **юзга қиздириш** қурилмаларига бўлиб ўрғанилади. Бундай қурилмаларда паст ҳароратдаги ва юқори ҳароратдаги қиздириш технологик жараёнлари амалга оширилади.

§ 4.1. Пўлат ўзакли индукцион печлар

Пўлат ўзакли (каналсимон) индукцион печлари (ИҚП лар) тузилишига кўра икки чулғамли куч трансформаторини эслатиб, кўн қатламли пўлат ўзакка ўралган бирламчи чулғам (индуктор) ва шу ўзакка ўратилган иккиламчи чулғам вазифасини бажарувчи канал кўришидаги мослама ичига металл тўлдирилган қисқа туташган “галтак” дан иборат. Иккиламчи чулғам (каналдаги металл) да печь истеъмол қилаётган энергиянинг 90 - 95 фоизи ўзлаштирилади. 3 - расмда ИҚП нинг принципиал схемаси тасвир этилган. Тарқалини оқими - Φ_1 нинг миқдорини камайитириш мақсадида бирламчи W_1 ва иккиламчи W_2 (галтак) чулғамларининг иккаласи ҳам асосий магнит оқими Φ_1 оқиб ўтаётган магнит ўтказгичи M (пўлат ўзак) нинг битта стерженига ўрнатилган.



3-расм

3 - расмда ИҚП нинг принципиал схемаси тасвир этилган.

Индуктор электр манбасига улангач, магнит ўтказгичдан магнит юритувчи кучга тўғри ва ўзакининг магнит қаршилиги R_m га тескари пропорционал бўлган ўзгарувчан Φ_1 магнит оқими ҳосил бўлиб, электромагнит индукцияси қонунига биноан иккиламчи чулғам W_2 дан ўзгарувчан электр юритувчи куч e_2 ни ҳосил қилади:

$$e_2 = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Ушбу э.ю.к. нинг амалдаги қиймати :

$$E_2 = 4,44 \cdot \Phi_1 \cdot w_2 \cdot f \cdot 10^{-8} \quad [B] \quad (2)$$

бу ерда

Φ_1 - ўзгарувчан магнит оқими

W_2 - иккиламчи чулғамдаги ўрамлар сони ($W_2 = 1$)

f - ток частотаси

Металл тўлдирилган канал ўзидан ўрамлар сони бирга тенг бўлган ваттақни ифода этиши муносабати билан э.ю.к. e_2 таъсирида каналдаги металлда ток ҳосил бўлади. Джоуль - Ленц қонунига кўра ушбу ток таъсирида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = 0,24 \cdot I_2^2 \cdot R_2 \cdot \tau \quad [кал] \quad (3)$$

бу ерда :

I_2 - каналдаги металлдан оқайтган ток. [A];

R_2 - каналдаги металл қаршилиги [Ом];

τ - токнинг оқиб ўтиш вақти [сек]

ИКН лар куч трансформаторларидан қуйидаги хусусиятлари билан фарқ қилади :

1. Бир вақтнинг ўзида, иккиламчи чулғам, ўзидан электр токига юкламани ифодалаб, унинг баландлиги бирламчи чулғам баландлигига нисбатан кичик бўлади;

2. ИКН иккиламчи чулғами ўрамларининг сони 1га тенг;

3. Печь футеровкаланганлиги муносабати билан тарқални оқими катта қийматга эга, шу муносабат билан ИКН нинг қувват коэффициентини кичик қийматга эга.

Тарқални оқими Φ_s асосий магнит оқими Φ_1 нинг 25 - 30 фоизини ташкил қилади. Шунинг учун $E_2 < E_1 \cdot k_m$ (k_m - трансформациялаш коэффициенти; $k_m = w_1 / w_2$; ИКН лар учун $k_m = 1$).

ИКН ларининг ишлаш принципини қуйидаги эффектлар билан характерланадиган хусусиятларга эга:

- **мотор ёки марказдан қочин эффекти** асосан горизонтал канал

ли ИКН ларда кузатилиб, каналдаги металлдан оқабатган ток билан тарқалиш оқими ўргасидаги ўзаро таъсирланишув оқибатида ҳосил бўлади. Ушбу таъсирланишув оқибатида ҳосил бўлган куч каналдаги эриган (суюқ) металлни каналнинг ички юзасидан ташқи юзасига итаринга ҳаракат қилади ва суюқ металл юзасининг горизонтал текислигига нисбатан маълум бурчакка оғиниша олиб келади;

- **қисим эффе́кти** - каналдаги металлдан оқабатган ток ва шу ток ҳосил қилаётган магнит оқимининг ўзаро таъсирланишуви оқибатида ҳосил бўлиб, суюқ металлга сиқувчи куч билан таъсир қилади;

- **уюрма эффе́кти** - ўзарувчан кесим юзга эга ёшиқ каналли ИКН ларда кузатилиб, каналдаги металлдан оқабатган турли зичликдаги токлар ва мазкур токлар ҳосил қилган магнит оқимларининг ўзаро таъсирланишувидан ҳосил бўлади. Бундай ИКН лар каналларининг кесим юза бўйича кенгайган қисми пещ конструкцияси таркибидagi шахта билан тутанади;

- **иссиқлик эффе́кти** - пещнинг канал ва шахта қисмлардаги металллар ҳароратининг фарқи, шунингдек канал ва шахтадаги металллар зичлиги ўргасидаги фарқ ҳисобиға ҳосил бўлади. Бундай пещлар вертикал каналға эға бўлиб, шахтадаги солиштирма оғирлиги катта бўлган металл каналнинг настқи қисмиға тушиб боради, каналдаги эриган, солиштирма оғирлиги кичикроқ бўлган суюқ металл эға юқорига, шахтаға чиқиб боради.

Шундай қилиб ИКН нинг ишланиш давомида кузатилаётган эффе́ктлар оқибатидаги ҳосил бўлаётган кучлар таъсирида, металл доимо ҳаракатда бўлади (ёшиқ, қисқа тутан каналдаги металл тўски канал бўйлаб оқади) ва натижада эритилаётган металл доимий қориншувда бўлиб, таркиб жиҳатидан тоза металл эритмасини олиш имконини беради.

§ 5. ИНДУКЦИОН КАНАЛ ПЕЧЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ҚИСМЛАРИ

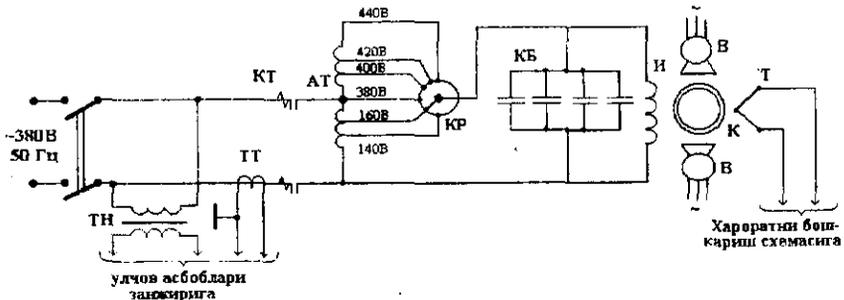
Таянч сўзлар ва иборалар: Икк лар уланадиган манба; ИКН уланиш схемасидаги автотрансформаторнинг белгиланиши; ИКН ларнинг явқа ҳолда ва гушалаб уланиш хусусиялари; ИКН ларнинг актив қуввати; ИКН ларнинг эксклюзатсион параметрлари; пещнинг актив қуввати; қувват коэффициенти; фойдали иш коэффициенти; пещ сифими.

ИКН лар кучланини 220, 380, 500 В, ток частотаси 50 Гц бўлган электр энергия манбасига уланадилар. Улар деҳ подстанциясига ўрнатилган пасайтирувчи куч трансформаторларига уланадилар.

Рудани қуритиш, дастлабки эритиш каби жараёнлар истеъмол қуввати миқдорини номинал қийматта кўра 25 - 30 фоизға камайитишини тақазо этади. Бунинг учун пещлар куч трансформаторларига автотрансформаторлар орқали уланадилар. Буида автотрансформатор қуввати пещ қувватининг 45 - 50 фоизға тенг деб қабул қилинади.

Амалиётда ИКН ларнинг маибага шахсий (индивидуал) ва группалаб улаш схемалари мавжуд. Группалаб улашда битта трансформаторга бир неча печни (одатда 3 та ёки 6 та) улаш қўзда тутилади.

4 - расмда алюминийни эритиш учун белгиланган бир фазали ИКН ининг улаш схемаси келтирилган.



4-расм

4 - расм. Бир фазали алюминий эритиш учун белгиланган ИКН схемаси.

Схема таркибига қуйидаги электр жиҳозлари киритилган:

- КТ - физикан контакттор
- К - канал
- АТ - автотрансформатор
- Т - термопара (терможуфтлик)
- КР - контроллер
- ТТ - ток трансформатори
- КБ - конденсатор батареяси
- ТН - кучланиш трансформатори
- И - печ индуктори

§ 5.1. Индукцион канал печларининг эксклюзата-цион параметрлари

ИКН ни лойиҳалаб, ҳисоблаш ва тақлаш учун олдиндан печнинг ишлаб чиқарувчанлиги ёки печнинг сифими, шунингдек, эритилаётган металл параметрлари ва печь уламини режалантирилган маиба кучланиши маълум бўлиши керак.

Печь ишлаб чиқарувчанлиги "q" маълум хол учун печнинг актив қуввати:

$$P_a = \frac{q \cdot C_M \cdot 10^3}{860 \cdot \eta_{II}} \cdot \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{\tau_1} \quad [\text{кВт}] \quad (4)$$

бу ерда:

C_m - эритилган металлниң қуёиш ҳароратидағи солиштирма иссиқлик сизими [ккал / кг];

q - печь ишлаб чиқарувчанлиғи [т/соат];

τ_1 - металлни эритиш учун сарфланган вақт [соат];

τ_2 - эритилган металлни түкшиш ва янги металлни юклашга сарфланган вақт [соат].

η_n - печниң умумий фойдали иш коэффициенти (ф.и.к.), $\eta_{эл} \eta_{те}$

$$\eta_n = \eta_{эл} \cdot \eta_{те}$$

$\eta_{эл}$ - печниң электрик ф.и.к.

$\eta_{те}$ - печниң иссиқлик ф.и.к.

Одатда темир ўзакли ШНН лар учун $\eta_n = 0,74 - 0,82$.

Агар, печниң солиштирма электр энергия сарфи A [кВт соат / т] ва ишлаб чиқарувчанлик маълум бўлса, унда печниң актив қуввати:

$$P_a = q \cdot A \cdot \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_1} \quad [\text{кВт}] \quad (5)$$

Печниң сизими G_m , [т] ва металлни эритиш вақти t_1 маълум бўлса, шунингдек металлниң C_m солиштирма иссиқлик қийматида, актив қувват:

$$P_a = \frac{G_m \cdot C_m \cdot 10^3}{860 \cdot \eta_n \cdot \tau_1} \quad [\text{кВт}] \quad (6)$$

билан аниқланади.

Бир суткадағи смена лар сони n_1 га тенг бўлиб, иш вақти 6 соатга тенг бўлса, смена давомида металлни эритиш сони:

$$n_{эрт} = \frac{6 \cdot n_1}{\tau_1 + \tau_2} \quad (7)$$

Ишлаб чиқарувчанлик "q" маълум бўлганда печь сизими :

$$G_m = q(\tau_1 + \tau_2) \quad [\text{т}] \quad (8)$$

Печь ваннасиниң фойдали ҳажми

$$V_{П} = \frac{G_m}{\gamma_m} \cdot 10^3 \quad [\text{дм}^3] \quad (9)$$

бу ерда γ_m - металлниң эритилган ҳолатдағи солиштирма оғирлиғи [кг/дм³].

Печь дўлат ўзакиниң кесим юзаси :

$$F_{ж} = \frac{U_1}{4,44 \cdot \omega_1 \cdot f \cdot B} \quad [\text{см}^2] \quad (10)$$

бу ерда

U_1 - индуктордағи қучланиш [В];

w_1 - индуктордаги ўрамлар сони;
 f - индуктордаги ток частотаси [Гц];
 B - индукция [вб/см²]

Мисол учун :

трансформатор пўлати учун $B = (12 - 15) \cdot 10^{-5}$ вб/см²;

совуқ прокатка қилинган пўлат учун $B = (16-18) \cdot 10^{-5}$ вб/см².

Шунингдек, қувват коэффициенти ($\cos \varphi$) турли металллар учун турли қийматларга эга:

- алюминий эритиш ИКПен учун $\cos \varphi = 0,2 - 0,4$

- латунь эритиш ИКП си учун $\cos \varphi = 0,6 - 0,8$

Қувват коэффициентини катталаштириш учун (ёки истеъмол қилаётган реактив қувватини компенсация қилиш учун) схемаларда конденсатор батареяларини удан усули қўлланилади. Нечин $\cos \varphi$ қиймати маълум бўлганда конденсатор батареясининг қуввати ва сизими қуйидагича аниқланади:

$$P_{\phi} = P_r = P_a \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\Pi} \quad [\text{квар}] \quad (11)$$

$$C = \frac{P_a \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\Pi}}{2\pi \cdot f \cdot U_1^2} \quad [\text{ф}] \quad (12)$$

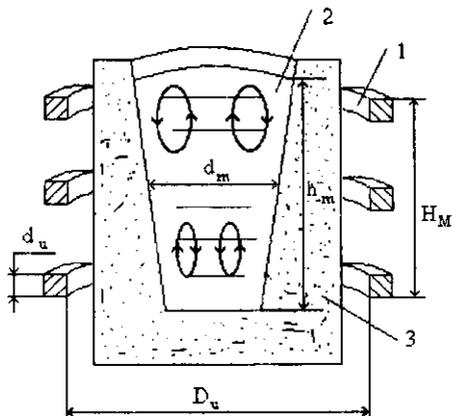
(11) ва (12) тенгламалардан бир металл эритиш жараёнидан айнан шунечда бошқа металл эритилишига ўтишда печь қуввати ва бошқа параметрларини аниқлаш учун фойдаланилади.

§ 6. ПЎЛАТ ЎЗАКСИЗ ИНДУКЦИОН ТИГЕЛЬ ПЕЧЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Индукцион тигель печлари (ИТП лар); пўлат ўзаксиз индукцион печлар; частотасига кўра ИТП лар турлари; ИТП лар геометрик ўлчовлари ўртасидаги муносабатлар; ИТП ларнинг тузилиши; ИТП ларнинг эксплуатацион параметрлари; ИТП ларнинг узилиш схемалари; тигель; частота ўзгартиргичлар; индуктор.

Индукцион тигель печлар (ИТП лар) пўлат ўзаксиз индукцион печлар бўлиб, *уларнинг асосий хусусиятлари ушбу печларда қиздирилаётган электр ўтказувчи жисмлар ўзгарувчан электромагнит майдон ҳосил қилаётган индуктор билан биргаликда иккита ўзаро индуктив боғланган токли контурни ташкил қилади.*

5 - расмда ИТП нинг схемаси келтирилган. ИТП таркибида ўзгарувчан ток манбасига уланувчи индуктор 1; эритилаётган металл 2 ва юқори ҳароратларга бардош берувчи тигель 3 кўрсатишган. Р а с м д а г и белгилашлар: H_u - индуктор баландлиги; D_u - индуктор диаметри; d_u - индукторнинг кесим юзаси бўйича диаметри; d_m - тигель диаметри; h_m - тигель баландлиги.



5 - расм

ИТН лар маибадан истеъмол қилаётган ток частотасига кўра қуйидагиларга бўлинади :

1. Саноат частотасида ишловчи ИТН лар [50 Гц], маибага пасайтирувчи трансформаторлар орқали уланади ;
2. Баланд частоталарда ишловчи ИТН лар [500 Гц - 10000 Гц], маибага машинали генераторлар орқали уланади ;
3. Юқори частоталарда ишловчи ИТН лар [50 - 400 кГц] , маибага лампали генераторлар орқали уланади.

ИТН томонидан истеъмол қилинаётган токнинг минимал частотаси қиздирилган металнинг солиштирма электр қаршилиги “ ρ ” (ом.см) ва магнит сусдирувчанлиги “ μ ” ларни ҳисобга олган ҳолда тишель диаметри d_m қийматига кўра қуйидаги тенгсизлик орқали аниқланади.

$$f_{\min} \geq 25 \cdot 10^8 \frac{\rho}{\mu \cdot d_m^2} \text{ [Гц]} \quad (1)$$

ИТН нинг тури, печнинг сифми ва ишлаб чиқарувчанлигини аниқлаш метални эритишнинг бўйича технологик жараён олдига қўйилган вазифа ва эритишнинг зарур бўлган металл миқдори билан аниқланади. Печнинг қуввати эса ИТН ларнинг эксплуатацион характеристикаларини ёритиш учун белгиланган параграфдаги (4) - (8) тенгламалардан фойдаланган ҳолда аниқланади.

Тишельнинг фойдали ҳажми:

$$V_T = \frac{g}{\gamma_M} (\tau_1 + \tau_2) \cdot 10^6 \text{ [см}^3\text{]} \quad (2)$$

бу ерда g - 1 соатдаги ишлаб чиқарувчанлик [т / соат] ;

τ_1, τ_2 - металлни юклаш ва эритилгандан сўнг тўқниш учун кетган вақт
 γ_m - эритилган металлнинг солиштирма оғирлиги
 ИТН элементларининг ўлчов размерлари ўргасида қуйидаги муносабатлар аниқланган:

$$\left. \begin{aligned} \frac{D_d}{H_d} &= 0,75 \div 1 \\ \frac{d_m}{h_m} &= 0,64 \div 0,8 \\ \frac{d_m}{D_d} &= 0,7 \div 0,9 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Бунда кўрсатилган рақамларнинг кичик қийматлари сизими 500 кг гача бўлган ва катта қийматлари эса сизими 3 тоннагача бўлган ИТН ларга мансубдир.

d_m / h_m нисбатининг аниқ қиймати маълум бўлганда, тигель диаметри қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{d_m}{h_m} \cdot V_T} = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} (0,64 \div 0,8) \cdot V_T} \quad [\text{см}] \quad (4)$$

ИТН нинг ф.и.к.си индуктор ва металл орасидаги масофага боғлиқ ва умумий ф.и.к. қиймати:

$$\eta = \eta_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{мсс}} \quad (5)$$

бу ерда: $\eta_{\text{эл}}$ - электрик ф.и.к; $\eta_{\text{эл}} = 0,6 \div 0,8$

$\eta_{\text{мсс}}$ - пещиқинк ф.и.к; $\eta_{\text{мсс}} = 0,48 \div 0,68$

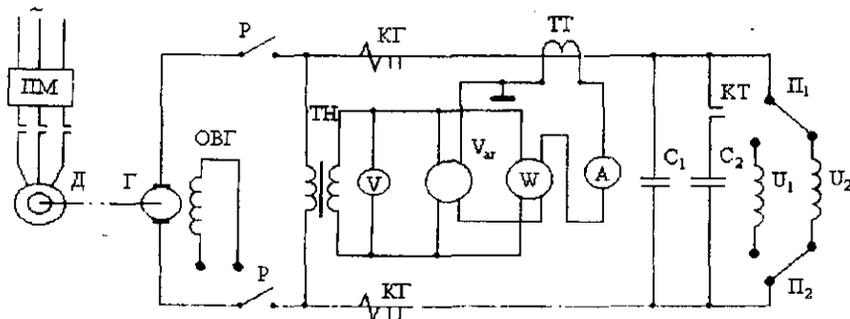
ИТН лар учун га тенг бўлиб, реактив қувватни истеъмолнинг компенсация қилиш учун электр схемада конденсатор батареяларни улаш кўзда тутилган.

ИТН конструкциясига кирувчи индуктор кўп ҳолларда сув билан совутилувчи, кесим юзаси доира, овал ёки тўғри тўртбурчак шаклдаги мис трубкalarидан ясалади. Мис трубканинг девори қалинлиги 1,3 δ га тенг деб олинади (бу ерда δ - электр тоқининг мис ўтказкича сизиб кириш чуқурлиги).

Металларни эритиш жараёнида ф.и.к. нинг қийматини катталаштириш мақсадида, печнинг тигели кичик электр қаршичилигига эга бўлган, ток ўтказувчан материалдан ясалади (пўлат, графит). Пўлатдан ясалган тигель қалинлиги 30 - 40 мм, графитдан ясалган тигель қалинлиги эса 30 - 70 мм ни ташкил қилади.

§ 6.1 ИТН ларнинг электр жиҳозлари ва уланиш схемалари

Баланд частотада (500 - 10 000 Гц) ишлайдиган ИТН нинг уланиш схемаси умумий ҳолда қуйидаги кўринишда бўлади.



6-расм

6 - расм. Баланд частотада ишлайдиган ИТН схемаси.

Схема таркибига кирувчи асосий жиҳозлар қуйидагилар:

- двигатель Д ва генератор Г тизимидан иборат электр машиннали частота ўзгартиргич. (амадан ВЭН, ОНЧ ва ВПЧ сериядаги ўзгартиргичлар қўлланилади);

- двигателялини маибга уловчи магнит уловчи ИМ ;

- C_1 ва C_2 дан иборат конденсатор батареяси. Эритилган металл ва шу металл эритишдаги қувват коэффициенти миқдоридан келиб чиқиб конденсатор батареяси таркибидagi сифимни ўзгартiriш имкони бор (мазкур схемада КТ контакторининг контакти орқали қўшимча сифимни занжирга улаш ёки уни занжирдан узини қўзда тугилган).

- чиқиқли контакторлар КГ ;

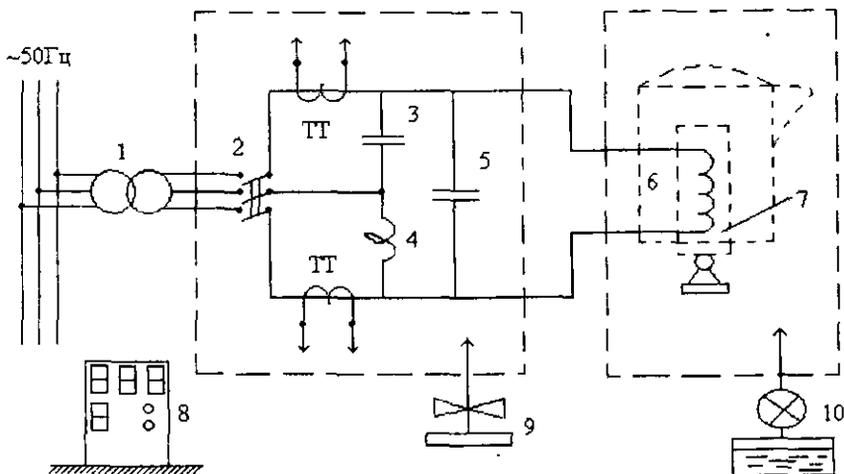
- ажратгич (разъединитель) ;

- ўлчов асбоблари ва бошқарув жиҳозлари ;

- қувватни трансформатори ТН ва ток трансформатори ТТ.

Схемада U_1 ва U_2 орқали биринчи ва иккинчи печнинг индукторлари кўрсатилган. Машинали частота ўзгартиргичдан фойдаланиш эффективлигини ошириш мақсадидан битта частота ўзгартиргич залжирига навбатма-навбат Π_1 ва Π_2 переключателлар ёрдамида биринчи ва иккинчи печларни улаш имконияти бор. Печлар частота ўзгартиргич занжирига бир печда эриган металлни тўкиш ва янги металл билан тўлдирини даврида уланади.

Қўйида саноат частотасида ишловчи ИТН схемаси келтирилган.



7-расм

Схема таркибига кىрувчи асосий жиҳозлар, булар электр манбаиси 1; бир фазали печни манбага улаш зарурати учун конденсатор 3 ва дроссель 4 дун иборат учала фаздаги юкларни мувофиқлаштирувчи симметрилаш қурилмаси; конденсатор батареяси 5; печь 6; коммутацион шкаф 8; печни бедирувчи гидравлик қурилма 7; печь индукторларини совутишга мўъкалланган циркуляцион қурилма 10; контактор 2 ва ҳаво ҳайдаш қурилмаси 9.

Мазкур схема бўйича ишловчи ИТН лар асосан маълум ситимдаги печларга мансуб бўлиб, қўян эритишда 0,8 - 8 тоннагача ва рангли металл ёки енгил қоришмаларни эритишда 0,6 дан 3 тоннагачани ташкил қилади.

7 - расмда келтирилган печнинг умумий нархи 6 расмда келтирилган ИТН нинг фақат электр машинали ўзгартиргич нархига нисбатан 70 - 90 фоизни ташкил қилиб, электр энергиясининг беҳуда сарфи баланд частотадаги ИТН га нисбатан 10 фоизга камдир.

ИТН ларнинг учинчи тури - юқори частоталарда ишловчи ИТН лар бўлиб, улар лампади генераторлар орқали манбага уланадилар.

Улар асосан кичик габаритли печлар бўлиб, асосан кичик миқдордаги металл ёки қоришмаларни эритиш орқали, лаборатория шароитида янги маркадаги металл (қоришма) олнин учун ишлатилади.

§ 6.2. ИТН ларнинг афзалликлари ва асосий нари-метрлари

ИТН лар бошқа турдаги печларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эгадилар:

- 1) нисбатан осонликча юқори ҳароратлар ҳосил қилини, бунинг оқибда

тида ИТН ларда юқори ҳароратда эрувчи металлларни ва шунингдек, қийин эрувчан металллар шитирокида қориншмалар эритиш имконияти маъжуд ;

2) металл билан ёқилги (иссиқлик манбаи) ёки электродлар ўртасида ҳеч қандай контакт йўқлиги сабабли кимёвий жихатдан таркибдан тоза металл ёки қориншма олиш имконияти;

3) эритиш жараёнида ҳосил бўлувчи электромагнит кучлар таъсирида эритманинг доимий қориншиб бориши ;

4) вакуум ва нейтрал атмосферада эритиш жараёниларини амалга ошириш ;

5) ИТН конструкциясининг нисбатан соддалиги, пещини кичик майдонга жойлаштириш имконияти, катта иссиқлик энергияси концентрациясини ҳосил қилиш эвазига катта ишлаб чиқарувчанлигига эга бўлиши .

Ҳажми 2,5 тоннага тенг ёки ундан катта ҳажмдаги пещлар, частотаи 50 Гц бўлган манбага, бирламчи қувватинин 6 ёки 10 кВ бўлган, иккиламчи қувватинини эса юклама остида бошқарилувчан пасайтирувчи трансформатор орқали уланади. Ҳажми 2,5 тоннадан кичик бўлган пещлар эса частота ўзгартиригичлар орқали манбага уланади. Пещнинг қуввати унинг сизими ва ишлаб чиқарувчанлигига боқлиқ. Индуктордаги қувватини 500 - 1700 В га тенг.

Дастлабки қиздириш учун мўлжалланган пещлар (миксер) нинг қуввати пещ қувватига нисбатан кичик бўлади. Масалан, ҳажми 10 тонна бўлган миксер (ИЧТМ - 10 - чўйини дастлабки қиздириш учун белгиланган миксерли индукцион тигель печи) қуввати 750 кВт ни ташкил қилса, ҳажми 10 тонналик чўйин эритиш тигель печи ИЧТ - 10 нинг қуввати эса 2300 кВт га тенг. Иўлат эритиш учун белгиланган ИТН ларининг ишчи ҳарорати 1600 - 1700 С, чўйин эритувчи пещларда эса ишчи ҳарорат 1400 - 1450 С га тенг.

§ 7. ИНДУКЦИОН ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Тўлиқ индукцион қиздириш қурилмалари (ТИҚК); юза индукцион қиздириш қурилмалари (ЮИҚК); ИҚК нинг манбадан истеъмол қилаётган актив қуввати; қиздириш учун оптимал частота; даврий режим ТИҚК лари; узлуksиз режим ТИҚК лари; индукцион қиздириш; индуктор; актив қувват; оптимал частота.

Индукцион қиздириш қурилмалари (ИҚК) машинасозлик ва саноатнинг бошқа йўналишларда кенг қўлланилиб, асосан икки турга бўлинди :

- кесим юза бўйича тўлиқ индукцион қиздириш қурилмалари (ТИҚК);
- кесим юза бўйича юзаларинин индукцион қиздириш қурилмалари (ЮИҚК)

ТНҚҚ лар деталарга пластик ишлов (штамплаш, пресслаш, прокатка қилиш кабилар) беришдан олдин амалга оширилувчи исеиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган.

Деталларга тўлиқ исеиқлик ишлови бериш учун қуйидаги шарт бажарилиши талаб қилинади:

$$\frac{r_0 \cdot \sqrt{2}}{\delta_{3,исс}} = 3 \div 5 \quad (1)$$

бу ерда r_0 - қиздирилаётган деталь радиуси ;

$\delta_{3,исс}$ - қиздирилаётган металлга токнинг сизиб кириш чуқурлиги.

Иўлат деталларга тўлиқ индукцион исеиқлик ишлови бериш учун манбанинг ток частотаси қуйидаги тенгламага кўра танланади.

$$f = \frac{3 \cdot 10^4}{d_0^2} \quad [\text{Гц}] \quad (2)$$

бу ерда d_0 - қиздирилаётган деталь диаметри [см].

Ишлов берилаётган деталларнинг геометрик ўлчовидан ва материалдан келиб чиқиб, ИҚҚ лар 50 - 10000 Гц частотали манбалардан истеъмолланадилар.

Ишлаш принципитга кўра ТНҚҚ лар даврий режим ва узлуksиз режим ИҚҚ ларига бўлинади.

Даврий режим ТНҚҚ ларида фақат битта детальга ёки унинг маълум қисмига исеиқлик ишлови берилади.

Узлуksиз режим ТНҚҚ ларида эса индуктор магнит майдонига киритилган бир нечта деталларга бир шайтнинг ўзида исеиқлик ишлови берилади.

Бундай қурилмаларнинг индукторлари деталларнинг формаси ва ўлчамларига боғлиқ бўлиб, шаклан айлана (доира), овал, квадрат ёки тўғри тўртбурчак формасидаги конструкцияга эга бўлади.

ТНҚҚ ларнинг ишлаш принципи юза эффекти ва яқинлик эффектига асосланган. Бундай қурилмалар деталларга термोकимёвий ишлов беришдан (тоблаш, цементлаш, азотлаш каби) олдин исеиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган.

ИҚҚ қурилманинг манбадан истеъмол қилиётган актив қуввати:

$$P_a = \frac{P_{\text{пол}}}{\eta_c} = \frac{P_{\text{пол}}}{\eta_U \cdot \eta_{KB} \cdot \eta_{\Delta} \cdot \eta_{\text{УЛ}}} \quad [\text{кВт}] \quad (3)$$

бу ерда: $P_{\text{пол}}$ - детални қиздириш учун сарф этилувчи қувват (кВт)

$\eta_c \cdot \eta_{KB} \cdot \eta_A \cdot \eta_{ГЛ}$ - мос равнида индуктор, конденсатор батареяси, тармоқ ва манбанинг фойдали иш коэффициентлари.

Ўз ўрнида

$$P_{\text{ПОЛ}} = \frac{C_p (t_K - t_0) g \cdot n}{\tau} \quad [\text{кВт}] \quad (4)$$

бу ерда:

C_p - ҳарорат фарқи $t_0 - t_K$ (Дж/кгК) бўлган ҳолат учун иссиқлик сифимининг ўртача интеграл қиймати :

t_0, t_K - мос равнида деталнинг бошланғич ва белгиланган ҳарорати, К;

g - битта деталь массаси, кг;

n - индуктор ҳосил қилган магнит майдонида бир пайтнинг ўзида қиздириладиган деталлар сони :

τ - қиздириш учун кетган вақт, сек .

Детални белгиланган қалинликда (чуқурликда) қиздириш учун зарур оптимал частота :

$$f_{\text{ОПТ}} = \frac{\rho}{(\pi \mu \cdot \delta_3^2)} \quad [\text{Гц}] \quad (5)$$

бу ерда:

ρ - деталь материалининг солиштирма электр қаршилиги (Ом.м);

μ - магнит сундирувчанлик.

ЮНҚҚ лар учун ($\mu=1$) оптимал частота :

$$f_{\text{ОПТ}} = 4\delta_3^2 \quad [\text{Гц}] \quad (6)$$

Шунингдек, цилиндр ёки текис деталларни қиздиришда :

$$f_{\text{ОПТ}} \approx \frac{0,5 \cdot 10^5}{d_3^2} \quad [\text{Гц}] \quad (7)$$

Мураккаб формадаги пўлат деталларни қиздиришда :

$$f_{\text{ОПТ}} \approx \frac{5 \cdot 10^5}{d_3^2} \quad [\text{Гц}] \quad (8)$$

Ёки қиздириладиган деталь диаметрига кўра :

$$f_{\text{ОПТ}} \approx \frac{2 \cdot 10^5}{d_m^2} \quad [\text{Гц}] \quad (9)$$

бу ерда: d_m - қиздириладиган деталь диаметри .

Генераторнинг қуввати :

$$P_{\text{ген}} = P_0 \cdot F_n \quad [\text{кВт}] \quad (10)$$

бу ерда: P_0 - солиқтирма қувват, $[кВт/см^2]$, частота ва деталь диаметрлари қийматидан келиб чиқиб 0,5 дан 3,0 $кВт/см^2$ миқдорида таъсия этилади.

F_{Σ} - қиздирилаётган юза, $[см^2]$

§ 8. ДИЭЛЕКТРИК ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Юқори частотали электр майдони ва диэлектрик; елжикли токи ва юза бўйлаб екииб тўла ўтиш токи; диэлектрик йўқолиш қуввати; ДҚҚ ларнинг асосий параметрлари; ДҚҚ ларнинг узлини схемалари; биринчи кўриниш ДҚҚ лари; иккинчи кўриниш ДҚҚ лари; учинчи кўриниш ДҚҚ лари; елжикли токи; ўтказувчанлик токи, диэлектрик йўқолиш.

Диэлектрик қиздириш қурилмаларининг (ДҚҚ) ишлаш принципи ўзарувчан электр майдонига киритилган диэлектрик материаллар ва ярим ўтказгичлардан ўтаётган электр токининг таъсирига асосланган.

Технологик белгиларига кўра юқори частотадаги диэлектрик иссиқлик ишлови берувчи қурилмалар уч кўринишда бўлади.

Биринчи кўриниш ДҚҚ лар бир жинсли электр майдонига тезкор иссиқлик ишлови беришни талаб қилувчи жуда катта ўлчамдаги маҳсулотларни қиздиришга мўлжалланган бўлиб, уларда жун ёки пахта матосларини, целлюлоза ва даряخت маҳсулотларини қуритиш, катта ўлчамдаги электр изоляторлари ва фосфор маҳсулотларига иссиқлик ишлови бериш, пластмасса ва полимер плёнкаларни найвандлаш каби жараёнлар амалга оширилади.

Иккинчи кўриниш ДҚҚ лар узун ясси маҳсулотларга иссиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган бўлиб, уларда пахта тозаларини, матога туширилган расмлар (шакллар) ни, қовоқ, фотошлёнка, кимёвий ва фармацевтик препаратларни қуритиш, елимларни полимерлаш, каучукни қиздириш ва бошқа шў каби жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган.

Учинчи кўриниш ДҚҚ ларда бир жинсли ва тез қиздиришни талаб қилмайдиган жараёнлар амалга оширилади, булар маҳсулотларни муздан тушириш, озиқ-овқатни иситиш ёки уни тез тайёрлаш, оддий керамик маҳсулотларга иссиқлик ишлови бериш, чой барги ёки маълум мева маҳсулотларини қуритиш кабилардир.

ДҚҚ ларда иссиқлик ишлови берилаётган маҳсулот юқори частотали тебраниш контурига узланган ишчи конденсатор пластиналари орасига ўрнатилади. ДҚҚ лар частотаси 0,5 - 300 Гц га тенг бўлган лампали генераторлар орқали электр энергияси маибаенга улавади. Бунда иссиқлик ишлови бериш қиздирилаётган маҳсулотда ҳосил бўлаётган елжикли

токи ва ўтказувчанлик токи, шунингдек, маҳсулотидаги диэлектрик йўқолиш ҳисобига амалга оширилади.

Диэлектрик конденсатордан ўтаётган ток, унинг икки тинкил этувчиси, яъни силжини токни $I_{\text{сж}} = j\omega C \cdot U$ ва ўтказувчанлик токи $I_{\text{г}} = gU$ йиғиндисидан иборат бўлади:

$$I = I_{\text{сж}} + I_{\text{г}} = (j\omega C + g)U \quad |A| \quad (1)$$

Ўтказувчанлик токнинг силжини токга нисбати, диэлектрикдаги йўқолиш коэффициентини аниқлайди:

$$\text{tg } \delta = \frac{I_{\text{г}}}{I_{\text{сж}}} \quad (2)$$

Ушбу коэффициент диэлектрикнинг жинси, унинг физик ҳолати (намлиги ва ҳарорати), шунингдек майдон частотасига боғлиқ.

Диэлектрикда энергия йўқолиши миқдори:

$$P_{\text{г}} = \omega \cdot C \cdot \text{tg } \delta \cdot U^2 \quad |Вт| \quad (3)$$

бу ерда :

U - конденсатор пластиналари орасидаги қувватнинг, [В];

ω - токнинг айланма частотаси, $\omega = 2\pi f$, [$1/\text{Сек}$];

C - конденсатор пластиналари ўртасидаги сифим, [ф];

Яъни, кўп қатламли конденсатор сифими :

$$C = \frac{E_{\text{г}} \cdot E_0 \cdot b \cdot l}{a} \quad |ф| \quad (4)$$

бу ерда:

b - электродиниң эни, [см]

a - конденсатор пластиналари ўртасидаги изолятор қаллиғлиги, [см];

l - конденсатор узунлиги, [см];

E_0 - электрик доимий; $E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ ф/см.

$E_{\text{г}}$ - нисбий диэлектрик сингдирувчанлик.

Диэлектрикнинг ҳажм бирлигида ажралган қувват миқдори:

$$P_0 = \frac{P_{\text{г}}}{V_{\text{г}}} = \frac{\omega \cdot C \cdot \text{tg } \delta \cdot U^2}{V_{\text{г}}} = \frac{\omega \cdot C_0 \cdot \text{tg } \delta \cdot U^2}{a}, \quad |вт/см^3| \quad (5)$$

Ушбу тенгламада $C_0 = C/(b \cdot l)$ ва яъни конденсатор учун $E = U/a$ ни ҳисобга олсак:

$$P_0 = 5,55 \cdot E \cdot f \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot E_2 \cdot 10^{-7} \text{ [вт/см}^3\text{]} \quad (6)$$

бу ерда E - электр майдон кучланганлиги, [кв/см].

Маҳсулотни қиздириш учун талаб қилинадиган қувват миқдори:

$$W = 4,17 \cdot G \cdot C \frac{(t_2 - t_1)}{\tau} \text{ [квт]} \quad (7)$$

бу ерда:

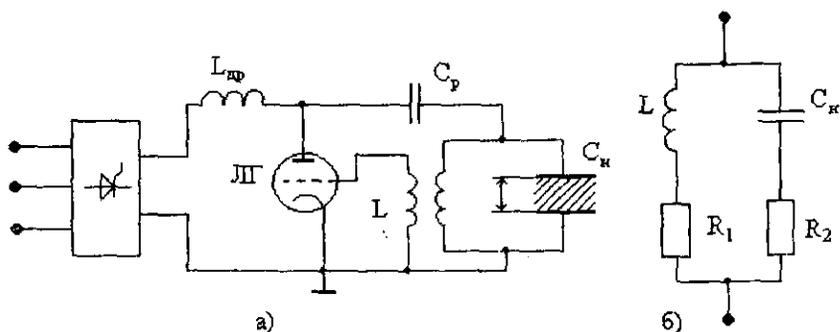
G - маҳсулотнинг оғирлиги, [кг];

C - солиштирма иссиқлик сифими, [ккал/кг*град];

$(t_2 - t_1)$ - белгиланган ва бошланғич ҳароратлар ўртасидаги фарқ, [°C];

τ - қиздириш учун кетган вақт.

Диэлектрик қиздириш учун белгиланган юқори частотали, триод асосидаги генераторнинг принципиал схемаси (а) ва унинг эквивалент схемаси (б), қуйидаги 8-расмда келтирилган.



8-расм

Эквивалент схемасидаги R_1 - металл, индуктив ғалтак ва элементларни туташтирувчи ўтказкичларнинг актив қаршилиги. Контурнинг тўла актив қаршилиги:

$$R_k = R_1 + R_n \quad (8)$$

Агар, $R_k \ll 2\sqrt{L_H / C_H}$ бўлса, унда резонансдаги эквивалент қаршилик:

$$R_3 = \frac{L_H}{C_H \cdot R_H} \quad (9)$$

бу ерда L_H - контур индуктивлиги.

Бунда генератор частотаси:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_H \cdot C_H}} \quad (10)$$

Қиздириш жараёнида R_H ва C_H қийматлари ўзгариб бориши муносабати билан контурнинг эквивалент актив қаршиллиги ва демак генераторнинг иш режими ўзгариб боради. R_H қийматининг ўзгариши кўпроқ R_2 қийматини ўзгаришига сабаб бўлса, C_H қийматининг ўзгариши R_2 ва L қийматларининг ўзгаришига сабаб бўлади.

УЧИНЧИ БЎЛИМ

ЭЛЕКТР ҒИЙ ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

§ 9. Электр ғиий

Таянч сўзлар ва иборалар: ғиий разряди; ғиийнинг катодолди ва анодолди бўлаклари; электр ғиийнинг устуни; ғиийнинг вольт-ампер характери-стикаси; потенциаллаш потенциали; катод ва анод доғи; ўзгармас ток электр ғиий; ўзарувчан ток электр ғиий; ғиийнинг ғиий зонаси; ғиийнинг батамом ўчши зонаси; ғиий токни чеклаш зонаси.

Катта миқдордаги иссиқлик энергиясини талаб қиладиган қатор электротермик жараёнларни амалга оширишда органик ғиийли ҳисобига эришиб бўлмайдиган юқори ҳароратларга, электр ғиий разряди ғиий оддий қилиб, айтганда электр ғиий ёрдамда эришилади. Маълумки, электр ғиий тўғрисидаги қатор физик тушунчалар 1802 йида рус физиги В.В. Петров томонидан ёритиб берилган ва ҳозирги даврда, электр ғиийнинг турли жабҳаларда кенг фойдаланилиши муносабати билан, ғиий тўғрисидаги тушунчалар атрофлича ўрганилган ва бойитилган.

Электр ғиий, электр токнинг газ, пар ва вакуумдан ўтиши оқибатида намоён бўлувчи ҳолатларнинг биридир. Электр ғиийнинг асосий хусусиятлари қуйидагилардир:

1) ғиий разряди электр токнинг нисбатан катта қийматларида намоён бўлади, масалан металллар учун бу кўрсаткич 0,5 А ва ундан юқори қийматларни ташкил қилади;

2) ғиий марказий қисмининг ҳарорати 6000-18000К ни ташкил қилади;

3) катоддаги токнинг зичлиги катта бўлиб, $10^2 - 10^3$ А/мм² га тенг;

4) ғиийнинг катод олди қисмидаги кузланишининг тушини 10 - 20 В га тенг бўлиб, амалда токка боғлиқ эмас.

Электр ғиий разряди уч бўлакка бўлинади деб қабул қилинган бўлиб,

булар - ёйнинг катод олди бўлаги, анод олди бўлаги ва ёй устуни бўлаги деб юритилади.

Ёйнинг катод олди бўлаги бор йўғи 10^{-6} м ни ташкил этади, ундаги кучланиш тушиши 10-20 В ни ташкил этади, катод олди электр майдон кучланишчилиги 10^7 В/м га тенг. Катод олди бўлакдаги ўтказувчанлик асосан электрон ўтказувчанликка эгадир.

Ионизация жараёнини ҳосил қилиш учун электронлар томонидан маълум энергияни олиш учун старли ҳисобланган, "ҳайдаш" кучланиши U_i ионизациялаш потенциалли деб аталади. Газлар учун унинг катталиги, жумладан, гелий учун $U_i=24,58$ В; водород учун $U_i=13,3$ В; металллар учун ундан ҳам кичик қиймагга, масалан мис парлари учун $U_i=7,7$ В га тенгдир.

Электр ёйининг учала бўлагида ҳам ёй разряди шу муҳитни ионизациялаш ва деионизациялаш жараёнлари оқибатида пайдо бўлади.

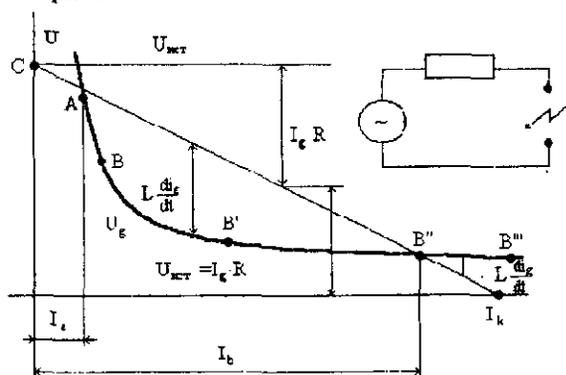
Агар электр ёйининг катод олди бўлагида ионизациялаш электронлар эмписияси оқибатида амалга ошса, ёй устунида эси зарядланган заррачалар энергияси жуда кичиклиги оқибатида ионлар ва электронларнинг ҳаракатланиши асосан есиқлик ионизацияси таъбирида амалга оширилади. Бунда қўлаб икки атомли газлар ионизацияси ҳароратининг $6 \cdot 10^3$ К миқдорда бошланса, металллар парлари нисбатан кичикроқ, яъни 3000 - 4000 К га тенг ҳароратларда бошланади.

Ёйнинг анод олди бўлаги ўзидagi кичик кучланиш тушиши (5 - 10 В) билан характерланиб, кучланиш токка боғлиқ ҳолда ўзгаради.

Ёй ҳосил бўлаётган электродаларнинг учидagi ёй таянган нуқталари катод ва анод доғи деб юритилиб, ушбу нуқталар юқори миқдордаги ҳароратга ва ток зичлигига эга.

Электр токнинг турига кўра электр ёйи ўзгармас ток электр ёйи ва ўзгарувчан ток электр ёйига бўлинади.

Ўзгармас ток электр ёйининг асосий характеристикаси унинг вольт - ампер характеристикаси



9-расм

ҳисобланиб, у ўзидан ёй қучланиши ва токи ўртасидаги боғланишни ифода тайди.

Электр ёйи - балласт қаршилик - электр манбаси тизимининг вольтампер характеристикаси (в.а.х.) 9- расмда келтирилган.

Электр ёйининг узоқ муддатда барқарор (турғун, ўчмай) ёйишни таъминлаш учун унинг в.а.х.сини электр манбасининг характеристикаси билан уйғунлаштириш талаб этилади. Агар электр ёйи чексиз қувватга эга бўлган манбага уланиб бўлса, унинг токи ёйининг ёйиш шароитига кўра белгиланиб, то ёй в.а.х.си манбанинг таниқли характеристикаси билан кесилмагунча ортиб бориши мумкин ёки бошқача айтганда ёй токи чексизга қараб интилади.

Ёй тоқининг қийматини чеклаш мақсадида, ёй занжирига, унга кетма-кет қилиб қаршилик уланади (9 - расм). Бунда, чекланган қийматдаги қувватга эга манбанинг қучланиши қўйишти тенглама билан аниқланади.

$$U_{уст} = U_{\pi} + I_{\pi} \cdot R + L \frac{dI_{\pi}}{d\tau} \quad [B] \quad (1)$$

бу ерда

U_{π} - ёйдаги қучланиши, В;

I_{π} - ёй тоқи, А;

R - қаршилик, Ом;

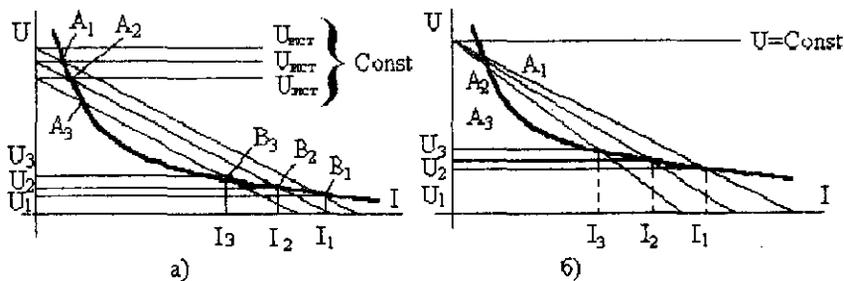
L - индуктивлик, Гн.

($U_{уст} - I_{\pi} R$) тўғри чизиғи в.а.х. ни А ва В нуқталарда кесиб ўтади. Ушбу нуқталардаги тоқлар қиймати I_a ва I_b ларга тўғри келади. В.а.х. ининг А нуқтадан чап томони ёйиш батамом ўчириш зонаси, характеристикасининг А ва В нуқталари ўртасидаги қисми - ёйининг ёйиш зонаси ва В нуқтадан ўнгдаги қисми - ёй тоқини чеклаш зонаси ҳисобланади. Ёй тоқининг I_b қийматидагина барқарор ёйишни мумкин, А нуқтада тоқнинг кичик қийматга эга эканлиги сабабли ёй беқарор ёнади, I_a - занжирининг қисқа туташуви ҳолатидаги тоқини кўрсатади.

§ 10. ЭЛЕКТР ЁЙИНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Таниқ сўзлар ва иборалар: ёйининг барқарор ёйиш нуқтаси; ёйининг барқарор ёйишини ёй узунлигини ўзгартириш, актив қаршиликни ўзгартириш ва манба қучланишини ўзгартириш орқали бошқариш; балласт қаршилик; ўзгарувчан ток электр ёйининг хусусиятлари; ўзгарувчан ток электр ёйи занжирида индуктивлик; ёйининг барқарор ёйишига таъсир қилувчи бошқа факторлар.

Электр ёйининг қувватини бир неча усул билан бошқариш мумкин. Қуйидаги расмда ёй қувватини манба кучланишини ўзгартириш орқали (а) ва балласт қаршиликни ўзгартириш орқали (б) бошқариш оқибатига олинган в.а.х. лар келтирилган (10-расм)



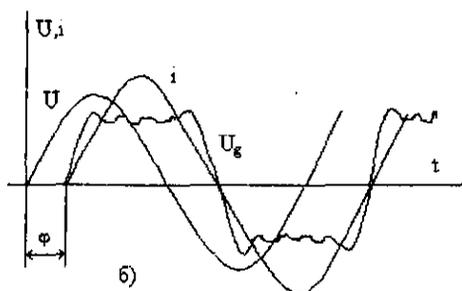
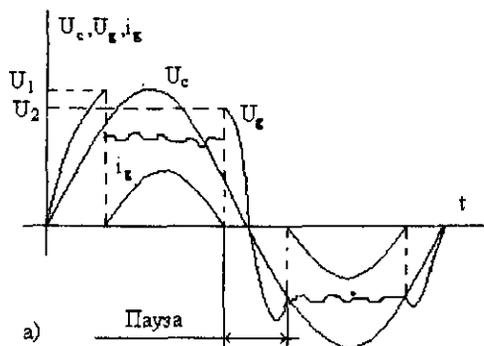
10 - расм

1. Ёй қувватини манба кучланиши орқали бошқаришда (бунда балласт қаршилик ўзгармас қийматга эга) бошқариш I_1, I_2, I_3 тоқлар ва уларга мос U_1, U_2, U_3 кучланишини ўзгартириш орқали амалга оширилади. Бунда манба кучланишини, масалан, трансформатор чулғамидagi ўрамлар сонини ўзгартириш ёки генератор қўзғатиш чулғами занжирдаги қаршиликни ўзгартириш орқали бошқариш мумкин (10-расм,а).

2. Манба кучланишини ўзгартирмаган ҳолда балласт қаршиликни ўзгартириш орқали бошқаришда занжирга босқичма-босқич ўзгартирилувчан қаршилик улаш мақсадга мувофиқ (10-расм,б).

3. Манба кучланиши ва балласт қаршилигининг ўзгармас қийматларида ёйга таъсир этувчи бошқа факторларни ўзгартириш орқали ёй қувватини бошқариш мумкин, бунга ёй ёнаётган муҳит босимини ўзгартириш орқали ёки ёй узунлигини ўзгартириш орқали бошқариш усуллари миisol қилиш мумкин.

Ўзгарувчан ток электр ёйи ўзгармас ток электр ёйидан фарқли ўлароқ ваqt давомида ўзгарувчи кучланиш ва тоққа эга. Бунда ёй разрядининг ток ва кучланиши бир давр мобайнида икки марта поль қийматдан ўтиб, йўналишини ўзгарилади ва электродлардаги қутблар ўзгаради. Бундай ўзгариш жараёнининг ҳар бирида ёйнинг ўзини ва қайта ёнини кўзатилади. Ёйнинг ўзини эса электродлар орасидаги муҳитда янги жараёнининг ҳосил бўлишига олиб келиди, янги электродлар орасидаги муҳит деионизацияси (ёки муҳитнинг диэлектрик би-кирлиги ортади) ва электродлардаги потенциалнинг органига олиб келади. 11 - расм.



11 - расм

11а - расмда занжирга фақат актив қаршилик уланган электр ёйининг токи ва кучланишининг осцилограммаси келтирилган. Бунда ёй токи i_g ва манба кучланиши U бир хил фазада ўзгаради. Расмда кўрсатилгандай ёй кучланишининг U_1 қийматида ҳосил бўлади ва кучланишининг U_2 қийматида ўчади.

Электродлар қутби ўзгаргандан сўнг U_1 кучланиш агар қолдиқ плазманинг диэлектрик бикиригидан катта бўлса ёй қайта ёнади ва ушбу жараён кейинги даврларда ҳам шундай қайтарилади.

Ёйни қайта ёндирish ва унинг барқарор ёнинини таъминлаш учун ёй занжирига, унга кетма-кет қилиб **индуктивлик** улаш тавсия қилинади. Ёй токи ва манба кучланишининг ёй занжирига индуктивлик уланган ҳолатидаги осцилограммалари 11,б - расмда келтирилган. Ушбу расмдаги графикларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, манба кучланиши ёйдаги кучланиш U_g дан камайгандан сўнг ёйининг ўчмай ёнинини индуктивликда тўпланган электромагнит энергия қўллаб қувватлайди. Бу эса қуйидаги шарт бажарилса амалга ошади :

$$U_x = U_m \cdot \sin \varphi \text{ ёки } \varphi = \arcsin U_x / U_m \quad (2)$$

бу ерда U_m - маиба кучланишининг амплитуда қиймати.

Қуйидагини инобатта олсак:

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}, \text{ лекин}$$

$$\cos \varphi = \pi / 2 U_x / U_m$$

унда

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - (\pi / 2 U_x / U_m)^2}$$

(2) даги қийматни (3) га қўйсак,

$$U_x / U_m \leq 0,54 \text{ ва}$$

$$\cos \varphi = (\pi / 2) (U_x / U_m) \leq (\pi / 2) \cdot 0,54 = 0,85$$

Шундай қилиб, агар U_x / U_m нисбат 0,54 га тенг ёки унда кичик бўлса ва $\cos \varphi$ 0,85 га тенг ёки кичик бўлса, ёйнинг барқарор ёйини таъминланади.

§11: ЭЛЕКТР ЁЙ ПЕЧЛАРИ. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

Тавиқ сўзлар ва иборалар: Билвосита ишловчи ЭЁП лар; бевосита ишловчи ЭЁП лар; қариниллик ЭЁП лари; вакуум ёй печлари; плазмали печлар ва плазмали-ёй эритиш қурилмалари; ЭЁП ларнинг электр таъминоти бонн занжири ва унинг схемаси; билвосита ишловчи ЭЁП нинг тузилиши; бевосита ишловчи ЭЁП нинг тузилиши; электродлар; қисқа тармоқ; эксплуатацион қисқа туташув.

Электр ёй печлари (ЭЁП) металлургия, кимё, машинасозлик ва саноатнинг бошқа жабҳаларида қўлланилади. Улар қуйидаги турларга бўлинади:

1. **Билвосита ишловчи ЭЁП лари** - уларда электр ёйи иссиқлик ишлови берилаётган (эритилаётган) металл устида жойлашган электродлар ўртасида ҳосил қилинади ва бунда электр ёйи ва металл ўртасидаги иссиқлик алмашуви - нурли иссиқлик алмашуви усули орқали амалга оширилади.

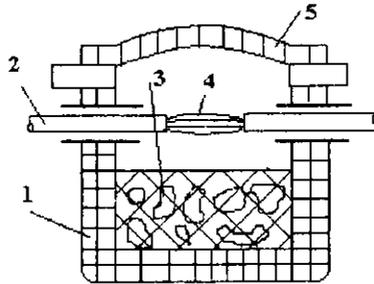
2. **Бевосита ишловчи ЭЁП лари** - уларда электр ёйи электродлар учи билан металл ўртасида ёнади ва бунда ёйдаги иссиқлик металлга нурли иссиқлик алмашуви, конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилади.

3. Қаршилик электр ёй печлари - бундай печларда ёй электр ўтказувчан шихта қатлами остида ёнади, буида иссиқлик қисман ёй разрядида ва қисман шихта орқали ток оқиб ўтиши оқибатида эритилаётган материалда ажралиб чиқади ва печь ҳажмига узатилаётган иссиқлик-иссиқлик ўтказувчанлик, нузли иссиқлик алмашуви ва қисман конвекция усулларида амалга оширилади.

4. Вакуум ёй печлари - уларда электр ёйни инерт газларда ёки электрод ва суюқ металл ванаши ўртасида кичик босим остида эритилган материал (металл) парларида ҳосил қилинади (ёнади).

5. Плазмали печлар ва плазмали - ёй эритиш қурилмалари - бундай қурилмаларда металлларга иссиқлик ишлови бериши, электр ёйи ва у билан бириктирилган инерт газининг плазма оқими ёрдамида амалга оширилади.

§11.1 Билвосита ишловчи электр ёй печлари



12-рәсім

Билвосита ЭЭП нинг схемаси 12 - расмда келтирилган. Бир фазали билвосита ЭЭП ларининг асосий қисмлари қуйидагилардан иборат: 1- ички қисми юқори ҳароратларга (ўтга) чидамли материал билан футеровкаланган горизонтал ванна; 2-горизонтал ваннанинг қарама - қарши деворларига ўрнатилган электродлар. Электродлар сарф бўлиб бориши мобайнида махсус механизм ёрдамида бир-бирига қараб силжитиб борилади; 3 – эритилаётган материал. Ушбу материал ваннага печь қоринуси 5 нинг ён дарчаси орқали юкланади; 4 - электр ёйи.

Электродлар қуллашиш манбасига улангандан сўнг махсус механизм ёрдамида учлари бир-бирига туташтирилади ва бунинг оқибатида электродлар занжирида ток ҳосил бўлгач, бир-бирдан узоқлаштирилади ва натижада ёй ҳосил бўлади. Ёйда ҳосил бўлган иссиқлик энергияси ўзлаштирилгани ҳисобига металлларга иссиқлик ишлови берилади ёки эритилади. Металл эритиб бўлингач, оғдириш механизми ёрдамида печь оғдирилади ва эритма махсус идишларга тўкилади. Печь қуввати манба токни

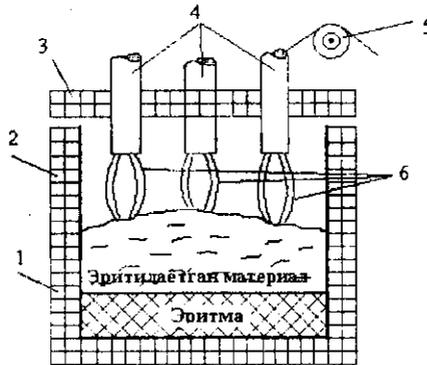
ва электродларни яқинлаштириш ёки ўзоқлаштириш натижасида ёй узунлигини ўзгартириш ҳисобига бoшқарилади.

Печнинг асосий электр жиҳозларини печь трансформатори, бoшқариш реактори ва электродларни узатиш механизмининг электр юритмаси ташкил этади.

Билвосита ЭЭП лари 0,25 т ва 0,5 т сингмига эга. Улар мос равишда қуввати 175 - 250 ва 250 - 400 кВ*А га тенг трансформаторлар билан таъминланган бўлиб, бундай печларда графитлаштирилган электродлар қўлланилади.

§ 11.2 Бевосита ишловчи электр ёй печлари

Бевосита ЭЭП лар асосан кейинчалик прокат цехларида қуйма ёмби олинш учун мўлжалланган пўлат эритиш учун белгиланган. Шунингдек, олинган пўлат маҳсулоти машинасозлик заводларида фасонли қуйиш оғзаки металлургик хом ашё олинш учун ишлатилади.



13-расм

Бевосита ЭЭП ларининг тузилиши ва ишлаш принципини пўлат эритиш ёй печлари мисолида кўрамиз. Пўлат эритиш ёй печи (ПЭЭП-)нинг схемаси 13-расмда келтирилган.

Печнинг тузилиши :

1 - пўлат кожух; 2 - юқори ҳароратга (ўтга) чидамли футеровка; электродлар - 4 ўтадиган печнинг свод қисми-3 ; 5-электродларни кўтарини механизми; 6 - электр ёйи.

ПЭЭПлари, шунингдек, металлни кимёвий таркибининг рoстлашга мўлжалланган электромагнит усулда қоринштириш қурилмаси, эритмани тўкиш учун мўлжалланган печни оғдирини механизми, печь своди (қoнқoғи) ни кўтарини ва бузини ҳамда электродларни узатиш ва кўтарини механизми билан таъминланган.

Электротехник цўлатни эритиш жараёни қуйидаги жараёнлар кетма-кетлигидан иборат:

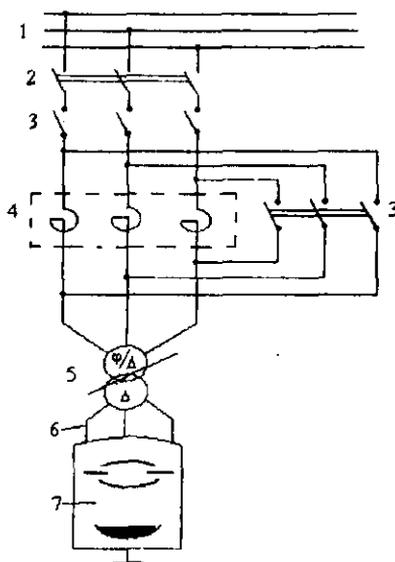
- металл (руда, скрап) ни эритиш;
- қоринмани турли қўшилма ва газлардан тозалаш;
- металл раскисленишеси (металлни кислороддан тозалаш);
- қоринмага легирувчи компонентлар қўйиш;
- рафинация жараёни (тозалаш, оқлаш);
- эритмани аввал махсус чўмичга (ковшга) ва ундан тегишли

формаларга қуйиш.

Катта ҳажмдаги печларда эритиш жараёни 4-6 соат давом этиб, ундан 1,5 - 2,5 соати эритишга, 2-4 соати металлни оксидлаш ва рафинация қилиш учун сарфланади.

ЦЭЭН ning электр таъминоти бош зашжирининг схемаси қуйида 14-расмда келтирилган. Ушбу схема бош зашжир ва ёрдамчи зашжирлардан (бошқариш, ўлчов асбоблари, ҳимоя қилиш ва автоматика зашжир-ри) иборат. Бош зашжир бирламчи ва иккиламчи зашжирлардан иборат бўлиб, бирламчи зашжирни ўзаро кетма-кет уланган ўтказгичлар, юқори кучланиш ашпаратлари, дрөссель ва печь трансформаторларининг бирламчи чул-гами ташкил қилади.

Иккиламчи зашжирни эса ўзаро кетма-кет уланган печь трансформаторининг иккиламчи чулгами, қисқа тармоқ ўтказгичлари, электродлар ва электр ёйи ташкил этади.



14 - расм

Бунда печь трансформаторининг иккиламчи чулғамидан электродларгача бўлган ўтказкичлар қисқа тармоқни ташкил этади. 1 - расмда белгиланган белгиланишлар, булар, 1 - юқори кучланиш шиналари; 2 - разъединитель (ажраткич); 3 - включательлар(улаб- узгичлар); 4 - реактор; 5 - печь трансформатори (кучланиши 6,10,35 кВ ва қуввати катта печлар учун 110 кВ); 6 - қисқа тармоқ (ток қиймати 110 кА ва ундан юқори); 7 - ПЭЭП.

ПЭЭП га, жумладан унинг электр таъминоти тизимига қуйидаги талаблар қўйилади:

- печь қувватиши равои бошқарини имконияти;
- печь сифидаги тикланувчи муҳитни ҳосил қилини имконияти;
- печь электр жиҳозларининг печда тез - тез тақрирланувчан эксплуатацион қисқа туташувларини тез ва аниқ баргараф этини имкониятига эри бўлини кабилардир.

ПЭЭП ларининг асосий кўрсаткичларини қуйидаги мисолда кўрамиз:

- печиниши - ДС - 0.5 ДС11- 200
- номинал қуввати - 400 45000 [кв.А]
- бирламчи кучланиш - 6;10 35 [кВ]
- иккиламчи кучланишни
- растлаш чегараси - 213-110 591,5 - 164,1 [В]
- иккиламчи чулғамдаги ток - 1,085 43.9 [кА]
- электр энергиясининг солиштирма сарфи - 650... 400 [квт.соат/т]

§12. ПЎЛАТ ЭРИТУВЧИ ЁЙ ПЕЧЛАРИ (ПЭЭП)

Тавли сўзлар ва иборалар: ПЭЭП ларининг энергетик характеристикалари; ПЭЭП ларининг иши (технологик) характеристикалари; ПЭЭП ларининг аламангтарини схемаси; ПЭЭП ларининг минимум электр энергияси сарф қилини оптималь режими; ПЭЭП ларининг максимал ишлаб чиқарувчанлик оптималь режими; ПЭЭП ларининг иш режими; фойдали қуввати; тўла қувват; қувват коэффициенти; ишлаб чиқарувчанлик.

Печдан, хусусан электродлар заижиридан оқаеттан ток кучининг миқдорига кўра ПЭЭП ларини қуйидаги иш режимида ишлайди деб юритилади:

- а) салт юрини режими (электр ёйи мавжуд эмас, $I = 0$)
- б) нормал (номинал) иш режими ($I = I_{ном}$);
- в) эксплуатацион қисқа туташув режими ($I = I_{қ.т.}$).

Печининг тўла қуввати $P_{тўла}$, ёйда сарф бўлаётган қуввати $P_{ёй}$, йўқолаётган (беҳуда сарф бўлаётган) электр қуввати $P_{беҳ.а}$, йўқолаётган ишчилик қуввати $P_{иш.к}$, печининг фойдали иш коэффициенти η ва печининг қувват коэффициенти $cos \phi$ каби катталиклари билан печь тоғи ўртасидаги боғланиш характеристикалари ПЭЭП ларининг энергетик характеристис

тикалари деб юритилади (яъни энергетик характеристикаларини ифода-
ловчи боғланишлар - $P_{\text{тўра}} = f(I)$; $P_{\text{э}} = f(I)$; $P_{\text{алл}} = f(I)$; $P_{\text{иссл}} = f(I)$; $\eta =$
 $f(I)$; ва $\cos \varphi = f(I)$ лардир).

ПЭЭП томонидан сарф бўлаётган электр энергияси N , печнинг иш-
лаб чиқарувчанлиги q , печнинг тула фойдали иш коэффициенти η_n ва I
товна маҳсулотини эриштириш учун кетган вақт t каби катталиклар билан
печ токи ўртасидаги боғланиш характеристикалари печнинг техноло-
гик ёки ишчи характеристикалари деб юритилади (ишчи характеристикалар - $N = f(I)$; $q = f(I)$; $\eta_n = f(I)$; ва
 $t = f(I)$; - боғланишлар билан ифодаланади).

Печнинг энергетик ва ишчи характеристикаларини таҳлил қилиш
орқалигина, барча кўрсаткичлар бўйича оптимал иш режимини белгилов-
чи ток қийматини белгилаш мумкин. Ушбу характеристикаларни ПЭЭП
нинг алмаштириш схемаси ёрдамида назарий ҳисоблаб чиқилади (15 -
расм). Алмаштириш схемасида печь электр зақирининг элементлари
мос равишда индуктив ва актив қаршиликлар билан алмаштирилади,
электр ёйи эса актив қаршилик сифатида қабул қилинади.

15 - расмда қуйидаги белгилашлар амалга оширилган:

r_{T2}, x_{T2} - трансформатор иккиламчи чулгамининг актив ва индуктив
қаршилиги;

r_{KT}, x_{KT} - мос равишда қисқа тармоқнинг актив ва индуктив қаршилиги;

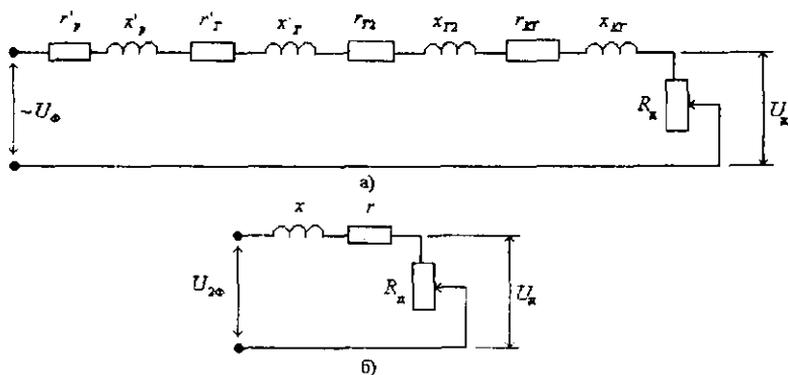
- электр ёйининг қаршилиги;

R_k, r_p, x_p - реактор актив ва индуктив қаршиликларининг келтирилган
қийматлари;

r_T, x_T - трансформатор бирламчи чулгамини актив ва индуктив қар-
шиликларининг келтирилган қийматлари;

U_ϕ - маибадаги фаза кучланиши;

U_k - электр ёйидаги кучланиш.



15 - расм. ПЭЭП нинг алмаштириш схемаси.

Алмаштириш схемасини тузишда қаршиликларда келтирилган қий-
матлар қуйидаги тартибда аниқланади. Трансформаторнинг иккиламчи
заяиринга келтирилган ва ҳақиқий занжирлардаги йўқолаётган қувват
бир-бирига тенг бўлишидан келиб чиқиб, мисол учун r'_1 қуйидаги
тенгламадан топилади:

$$I_1^2 \cdot r_1 = (I'_1)^2 r'_1 = I_2^2 \cdot r'_1 \quad (1) \text{ дан}$$

$$r'_1 = \left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2 r_1 = \frac{r_1}{k^2} \quad (2)$$

бу ерда $k = \frac{I_2}{I_1}$ - трансформациялаш коэффициенти.

Шундай қилиб, r'_1 қиймати аниқлаш учун r_1 қийматини транс-
формациялаш коэффициентига квадратига тескари пропорционал равишда
ўзгартириш талаб қилинади. Худди шундай тартибда x'_1 , r'_2 ва x'_2
қийматлари аниқланади. Заяирининг тўла қаршилиги алмаштириш схе-
масидан, тегишли ўзгартиришлар киритиш орқали аниқланади (15,6 рас-
мда тўла қаршиликлар орқали ифодаланган алмаштириш схемаси келти-
рилган). Қисқа туташув токнинг трансформатор иккиламчи чулғамига
келтирилган ($R_k = 0$) қиймати қуйидагича аниқланади:

$$I_2 = \frac{U_{2\Phi}}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad (3)$$

ПЭНларнинг энергетик характеристикалари қуйида келтирилган
тенгламалар ёрдамида аниқланади ва уларга асосан қурилади..

$$P_{\text{заяир}} = 3I_2^2 \cdot r \quad (4)$$

$$P_{\text{фойда}} = 3I_2^2 R_k = 3U_k I_2 \quad (5)$$

$$P_{\text{тула}} = P_{\text{фойда}} + P_{\text{заяир}} = 3I_2^2 (R_k + r) \quad (6)$$

$$\eta_{\text{ЭЛ}} = \frac{P_{\text{фойда}}}{P_{\text{тула}}} \quad (7)$$

$$S = 3U_2 \cdot I_2 \quad (8)$$

$$\cos \phi^* = \frac{P_{\text{тула}}}{S} \quad (9)$$

ПЭЭПнинг технологик (ишчи) характеристикалари эса қуйидаги тенгламалар ёрдамида аниқланади ..

$$N_1 = \frac{P_{\text{тўла}}}{g} \quad (10)$$

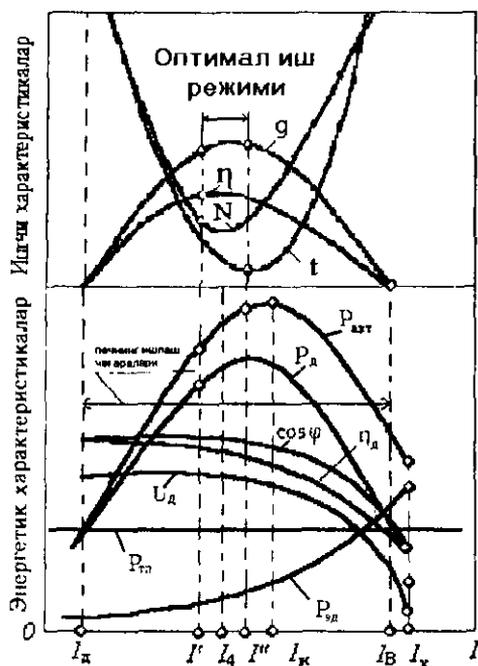
$$g = \frac{P_{\text{тўла}}}{N_1} = \frac{P_{\text{фойда}} + P_{\text{исс.й}}}{N_1} \quad (11)$$

$$\eta = \eta_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{исс}} = \frac{N_1}{N} \quad (12)$$

бу ерда: q - 1 соатдаги печь ишлаб чиқарувчанлиги ;

N_1 - 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун сарф бўладиган электр энергиясининг назарий қиймати;

N - 1 тонна пўлат ишлаб чиқариш учун сарф бўладиган электр энергиясининг амалдаги қиймати.



16 - расм

16 - расмда печнинг энергетик ва ишчи характеристикалари келтирилган. Характеристикалар тахлили шуни кўрсатадики, тоқнинг ошishi билан $P_{эл}$ токнинг квадратига пропорционал равишда ортиб боради, ёйдаги қувват $P_{як}$ ва актив қувват ўз қийматларининг максимумигача ортиб боради ва ундан сўнг (токнинг ортиб боришига қарамай) камайиб боради. Токнинг $I_{ў}$ қийматида энергия сарфи ўз қийматининг минимумига, фойдали иш коэффициенти эса ўз қийматининг максимумига тенг. Шундай қилиб, токнинг $I_{ў}$ қиймати печнинг минимум электр энергияси сарф қилиш оптимал режимини белгилайди.

Токнинг I'' қийматида ёйдаги қувват $P_{як}$ ўз қийматининг максимумига, ишлаб чиқарувчанлик ўзининг максимум қийматига ва t тонна пўлат ишлаб чиқин учун кетган вақт t ўз қийматининг минимумига тенг. Шундай қилиб, токнинг I'' қиймати печнинг максимал ишлаб чиқарувчанлик бўйича оптимал режимини белгилайди. Одатда $I'' > I'$. Печь ўзининг оптимал энергетик режимда оптимал ишлаб чиқарувчанлик режимидаги токдан кичик бўлган ток қийматида эришар экан.

Шундай қилиб, агар корхона электр энергиясини дефицит шароитида ишлаётган бўлса, унда печь оптимал энергетик режимда ишлаши мақсадга мувофиқ. Агарда максимал ишлаб чиқарувчанлик талаб қилинса, унда печнинг I'' катталикидаги ток режимида ишлатгани мақсадга мувофиқдир.

ИЭНларни электр энергияси истеъмолчиси сифатида электр таъминоти ишончилиги бўйича иккинчи гуруҳ категория истеъмолчиси ҳисобланади. Уларнинг бирламчи қуввати катта бўлиб, 0,4-80 МВА га, қувват коэффициенти $\cos\phi = 0,85-0,89$ (ДСН-5) ёки $\cos\phi = 0,7$ (ДСН-200) га тенг. Печнинг иш режими - даврий кескин ўзгарувчан ва сутка давомида сурункали.

Электр ёйи пачизикли актив қаршилиқ ҳисобланиб, ёйни шароитига боғвиқдир.

§ 13. РУДИОТЕРМИК ПЕЧЛАР (РТИ)

Таянч сўзлар ва иборалар: РТИ ларининг асосий белгилари ва хусусиятлари; РТИ ларининг электр характеристикалари; симметрик РТИ нинг азмантириш схемаси; РТИ ларда олинадиган маъсулотлар; РТИ ларининг иш режимлари; РТИ электродлари турлари; қувват коэффициенти ва уни бошқариш; печнинг номинал параметрлари; печь трансформаторининг параметрлари.

Рудиотермик печлар (РТИ) кимё саноати ва металлургиянинг асосий технологик агрегатлари ҳисобланади. Улар юқори бирламчи қувватга эга бўлиб, электр таъминоти ишончилиги бўйича иккинчи гуруҳ категория электр истеъмолчилари ҳисобланадилар.

РТИ ларда нар ёки газ, суяқ аритма ва ёмби шаклидаги бутун қат

тиқ жием кўринишида маҳсулот олинади. Тегинли металллар оксидларини тикловчилар, яъни углеводород, кремний, алюминий кабилардан фойдаланган ҳолда тиклаш йўли билан темир билан кремний, марганец, вольфрам ва бошқаларнинг ферроқоришмалари (масалан, ферровольфрам, ферромolibден, ферроманганий, ферротитан ва б.) олинади.

РТИ лардан фойдаланиш соҳаларида, ойна маҳсулотлари печлари ва металлургия агрегатлари футеровкасини қуриш учун ишлатиладиган ва электроэритиш усулида олинган юқори ҳароратларга чидамли материаллар ишлаб чиқини муҳим ўрин тутади. Бунда ҳам ашё сифатида тушроқ, циркон, кварцни қум кабилар ишлатилиб, очик ёй билан эритиш усулида олиннадиган корунд, бакор каби юқори ҳароратларга чидамли (ўтга чидамли) материаллар юқори даражада таркибан тоза ва юқори зичликка эга. Ушбу жараёнларда электр энергиясининг сарфи $N = 1800 - 2300 \text{ кВт} \cdot \text{соат} / \text{тоннаши}$ ташкил этади.

РТИ ларнинг асосий белгилари:

1. Шихтанинг солинтирма электр қаршилиги ҳарорат ўзгариши билан сезиларли ўзгаради (совуқ ҳолатдаги шихта ўтказувчанликка эга бўлмайди, лекин эритган ҳолатда у юқори қоришма бўлиб, қоришманинг ўтказувчанлиги ҳам ҳароратга боғлиқдир).

2. Шихтани бошқа шаклга келтириш (масалан, эритган қоришма шаклига) ҳарорати 1200 - 2200K га тенгдир.

3. РТИ лар 1-2 йил давомидаги узлуксиз иш режимида ишлашга мўлжалланган.

4. РТИ лар ишбатан сокин иш режимида (НОЁН ларидати каби ревлюционная қисқа тутанувлар РТИ ларда кузатилмайд) эгадирлар.

РТИ ларда қайта ишлов берилаётган маҳсулотлар кимёвий таркибининг кўи турли ва мураккаблигига кўра, уларнинг конструкциялари ҳам кўи турлидир. Улардан қуйидаги беш асосий турдаги жараён ва печларни алоҳида қайд этиш мақсадга мувофиқдир:

1. Шлаксиз ёки кам шлакли жараён ва уларни амалга оширувчи РТИ лар (ферроқоришмалар, кальций карбидини олинш).

2. Кўи шлакли жараёнлар ва уларни амалга оширувчи РТИ лар (фосфор ва шу кабиларин олинш).

3. Рафинация қилиш печлари.

4. Блок жараёнлар ва уларни амалга оширувчи РТИ лар (электркорунд ва ферровольфрам олинш).

5. Юқори ҳароратларга (ўтга) чидамли материаллар олинш жараёнлари ва уларни амалга оширувчи РТИ лар.

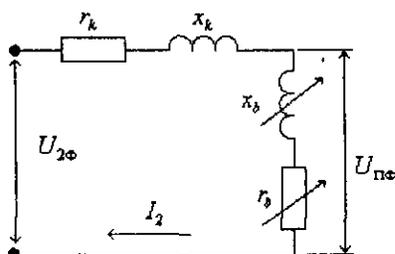
РТИ ларда уч хил кўринишдаги электродлар қўлланилади, яъни кўмирдан ясалган ва диаметри 1200 - 1400 мм бўлган электродлар; диаметри 800 мм гача бўлган графитланган электродлар ва диаметри 2000мм ёки (3200 x 850)мм ўлчамдаги тўғри тўртбурчак кесим юзали ўзидан узайтирилувчи (самоспекающиеся) электродлар.

РТП ларнинг электр характеристикалари печнинг ишчи муҳитидаги ток тақсироти хусусиятлари ва унга мос келувчи печь уланадиган электр маъбаси схемаси хусусиятлари билан аниқланади.

Электродлар ва печь туби ўртасидаги таъриба йўли билан аниқланган печь ваннасининг қаршилиги:

(1)

Амалдаги РТП ларда ўтказилган ўлчовлар печь қучланиши ва токи ўртасидаги алоқа, қондага кўра чизиқли бўлиб Ом қонунига бўйсунилиши кўрсатади. Симметрик РТП қурилмасининг алмаштириш схемаси 17 - расмда келтирилган (ПЭЭП лари мисолида келтирилган тушунтиришлар мазкур ҳолат учун ҳам ўринали).



17-расм

r_k, x_k - печь қурилмасининг мос равишда тўла актив ва индуктив қаршиликлари.

r_b, x_b - печь ваннасининг актив ва индуктив қаршиликлари

$U_{2\phi}$ - маъбаснинг фаза қучланиши

$U_{пч}$ - печь ваннасидаги фаза қучланиши

Печь характеристикаларини (асосий параметрлари) ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламалардан фойдаланилади.

$$S_{\phi} = U_{2\phi} \cdot I_2; P_{a.\phi} = S_{\phi} \cdot \cos\varphi = I_2^2 (r_k + r_b);$$

$$P_{a.k.\phi} = I_2^2 r_k; P_{a.b.\phi} = I_2^2 \cdot r_b = P_{a.\phi} - P_{a.k.\phi};$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{a.\phi}}{S_{\phi}} = \frac{r_k + r_b}{\sqrt{(r_k + r_b)^2 + (x_k + x_b)^2}} = \frac{I_2 (r_k + r_b)}{U_{2\phi}};$$

$$\eta = \frac{P_{\text{печь.}\phi}}{P_{\text{а.}\phi}} = \frac{r_{\theta}}{(r_{\theta} + r_x)}$$

$$U_{\text{п.}\phi} = I_2 \cdot \sqrt{x_k^2 + r_k^2} \approx I_2 \cdot r_b$$

Печнинг тўлиқ қувват қийматларини топиш учун, бир фаза учун топилаётган қувватлар қиймати уч баробар кўпайтирилади. Печь трансформаторининг бирламчи кучланиши 6;10;35 кВ га тенг. Мисол тариқасида айрим печларнинг характеристикалари қуйида келтирилади:

1. ПКО-2,5П2 тишидаги печь учун:

$$P_{\text{ном}} = 2,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}; I_{\text{электр. макс}} = 13 \text{ кА}; U_2 = 178 + 89 \text{ В}$$

2. РБЗ-72Ф-М1 тишидаги печь учун:

$$P_{\text{ном}} = 72 \text{ МВ} \cdot \text{А}; (3 \times 24); I_{\text{электр. макс}} = 92,5 \text{ кА}; U_2 = 649 + 149 \text{ В}$$

Энг кўп миқдордаги энергия йўқолиши (60;65%) қисқа тармоққа тўғри келади. Печь қурилмасининг қувват коэффициенти $\cos \phi$ қийматини ошириш учун автоматик бошқарилувчан конденсатор батареялари қўлланилади.

§14. ВАКУУМЛИ ЁЙ ПЕЧЛАРИ (ВЁП)

Таянч сўзлар ва иборалар: Печь конструкциясининг асосий элементлари (ишчи камера, шток - электродушлагич; сарфланувчи электродлар, кристаллизатор, поддон, соленоид); ВЁП ларнинг белгилалиши; ВЁП ларнинг электр жиҳозлари ва уланishi схемаси; ВЁП ларнинг электр миқёслари.

Бошқа кўринишдаги печь ёки қурилмаларда (масалан, ПЁП ларида) олинган металллар сифатини ошириш мақсадида, маҳсулот кичик босим остида вакуум ёй печларида (ВЁП ларида) қайта эритилади ва бунинг натижасида металл таркибидagi зарарли қўшилмалар ва қоршиб кетган газлар металл таркибидан чиқариб юборилади (маълум миқдорда тозаланади). ВЁП лари асосан юқориреакцион ҳисобланган металллар, яъни титан, ниобий, вольфрам, цирконий, таштал, молибден кабилар ва шунингдек, юқори сифатли пўлатларнинг қуйма ёмбиларини қайта эритиш учун ишлатилади. Печь ишчи камерасида босим 1.0 - 0.001 Па ни ташкил қилиб, замонавий ВЁП ларида вазни 50 кг дан 60 тоннагача бўлган қуйма ёмбилар олинади.

Печнинг асосий элементларини - ишчи камера, шток-электродушлагич (электродушлагич), сарфланувчи электродлар, кристаллизатор, поддон ва соленоидлар ташкил этади.

Ишчи камера - ўзидан цилиндр шаклидаги сув билан совутилувчи

пайванданган конструкцияни ифода этади. Унинг юқори қисмида ёйининг ёйинчи ва эритини жарайинчи кузатиб бориши учун махсус ёритини қурилмаши ва кузатиш даражаси мавжуд. Масофадан туриб кузатувчилар учун ишчи зонадаги жарайи махсус дерискон ёрдамида экранга тушириб берилади. Ишчи камеранинг пастки фланецига кристаллизатор қатирилади.

Шток - электродушлагич сарфланувчи электродни унга қатирин, электродни ҳаракатга келтириш ва электродни ток билан таъминлаш учун хизмат қилади.

Сарфланувчи электродлар штокка пайванданган ёки махсус қисқичлар билан турли усулларда қатирилади. Шток ва электродларини ҳаракатга келтириш электр ёки гидравлик юритма ёрдамида амалга оширилади.

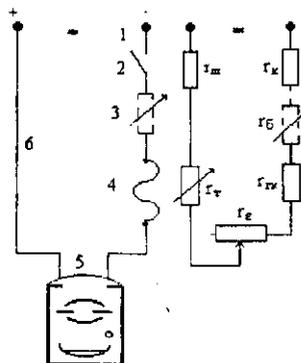
Кристаллизатор ички гильза ва нўлатдан ясалган, магнитскаланттирилган (поманит) ташқи кожухдан иборат. Уларнинг орасида совитувчи сув учун бўйлиқ мавжуд.

Поддон кристаллизатор тубини беритган ҳолда қисман гильза ичига-ча қиради. Поддоннинг асосини мивдан ясалган қатга масадати диск ташкил этиб, унинг устига сув билан совитилувчи нўлат қатлами юритилади.

Соленоид кристаллизаторнинг ёй қисмига ўрнатилади. У кристаллизатор билан бирликтида аксиал магнит майдони ҳосил қилади. Соленоид майдони ёйдаги ток ва ваннадаги металлдан оқайтган ток билан таъсирлашиб ёй қучлавишнинг ортганига олиб келади (нўлат учун 19-19,5 дан 24-25В гача), ёй ёйинини стабиллаштиради ва ёйини кристаллизатор деворларига ўтиб кетинишнинг олдини олади.

ВЭН ларининг электр жиҳозлари. ВЭН ларининг (куч) бош занжири таркибига қуйидагилар қиради: электр энергия манбаси, манбадан печгача ток тармоғи, печь конструкциясиданги ток тармоқлари, ток узатувчи шток, электродушлагич, сарфланувчан электрод, қуйма ёмби, кристаллизатор, вакуум камераси.

ВЭН ларининг принципиал электр схемаси ва унинг алмаштириш схемаси 18 - расмда келтирилган.



18-расм

18 - расмда: 1 - шинали ток ўтказгич, r_m ; 2 - выключатель; 3 - балласт қаршиллик, r_g ; 4 - эгв.лувчан кабель, r_m ; 5 - вакуум ёйи печи, r_s ; 6 - кристаллизаторга уланувчи шинали ток ўтказгич, r_e

Печь куч занжирининг тўла қаршиллиги :

$$r = r_m + r_{ik} + r_k + r_r$$

ӘЕН ларининг электр маңбалари қуидағи хусусиятларға эга:

1. Зарур бўлган пессивлик қувватини тэгминсловчи, ўшлаб килоампер токнинг катталашини белгиловчи ёйининг кичик қийматдағи қаршилиги.

2. Қувватни кең диапазонда (1 : 8) бошқариши имконияти.

3. Печь қувватини белгиланган даражада ва юқори стабиллик билан ушлаб туриши имконияти (2 фонддан оғматап ҳолда).

4. Юқори виовчиликта эга бўлишининг муҳимлиги, чунки печининг қутилмағанда маибдан узелиши эригилаётган маҳсулотдан маҳрум бўлишта олиб келади.

Бугунги кунда ӘЕН ларининг маңбаси сифатида ГИИ - 550 типдағи машинали ўзгартиргичлар қўлланилиб келинмоқда. Ушининг қуввати 645-675 кВт , номинал токи 6500 ва 14000 А, салт юриш қуцланиши 85 - 40 В.

Янги чиқарилаётган қурилмалар тарзибига қуидағи типдағи агрегатларда бири киради: бошқарилмайдиган вентиллардан тузилган тўғрилагич; тиристорлар асосидағи тўғрилагичлар; параметрик ток маңбалари.

Агрегатларининг биринчи тури, бошқарилмайдиган вентиллар асосидағи тўғрилагичлар (мисол тариқасида ВАНН сериядағи учун) ишлаш принципи вентилларға кетма-кет уланган дросселлар ёрдамида токни бошқарган ҳолда стабиллаштириши принципина асосланган. Бундай агрегатлар 12,5; 25,0; 37,5 кА токларда, 75 В қуцланишида ишланган мўлажалланган бўлиб, ёйдағи қуцланиши 25 - 35 В ва қуввати 940-2800 кВт га тенг.

Тиристорлар асосидағи тўғрилагичлар 6 ёки 10 кВ қуцланишидағи маңбаға улашиб, трансформаторининг бирламчи чулғами РИИ билан жиҳозланган. Номинал ток қиймати 12,5 - 50 кА ва қувват коэффициенти 0,6 га, иккиламчи қуцланиши 75 - 115 В га тенг.

Параметрик ток маңбалари асосан юминоқ тасаввучан (крутонадаючая) ва вертикал В.А.Х. ларда ишлан тилаб қилинганда қўлланилади. Таққослаш ва тасаввур этини учун қуида икки типдағи параметрик ток маңбаларининг асосий параметрларини келтирамыз:

Маңба типин	ИИТ - 12.5/75	ИИТ - 50/150
Асосий параметрлар:		
- номинал ток, А	- 12500	50000
- номинал тўғриланган қуцланиши, В	- 75	150
- маңба қуцланиши, В	- 6;10 6;10	
- номинал қувват, кВт	- 940	7500
- токни бошқариши диапазоли, %	- 6-100	5-100
- номинал режимдағи қувват коэффициенти	- 0,96	0,91
- ф.и.к., %	- 93	96
- совитини учун сув сарфи м ³ /соат	- 1,5	6,0

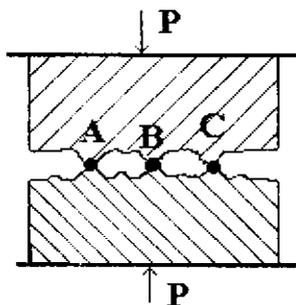
ТҮРТИНЧИ БЎЛИМ.

ЭЛЕКТР ҒЙ БИЛАН ПАЙВАНДЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ

§15. ПАЙВАНДЛАШ ТҮРЛАРИ.

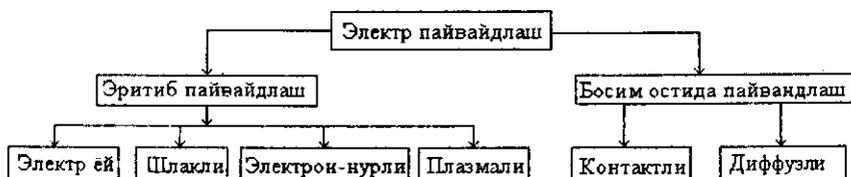
Таянч сўзлар ва иборалар: Пайвандлаш турлари; потенциаллаш потенциалли; пайвандлаш қурилмаларининг ташқи характеристикаси; пайвандлаш қурилмаларининг статик характеристикаси; ток манбалари-га талаблар; ишлаш режимлари; пластик пайвандлаш; электр пайвандлаш; контактли (қаршиллик) усулида пайвандлаш; пайвандлаш қурилмаларининг иш режимлари; такрорланувчан қисқа муддатли режим; уланни давомийлиги (ИР ёки ИВ).

Пайвандлаш деб, таркиб жиҳатидан бирлиكنи ҳосил қилишни таъминловчи ажралмас туташтириш усулига айтинглади. Пайвандлашда туташтирилатган юзалар эрин ҳароратигача қиздирилади. Бунда “хамирсимон” даражагача келтирилган металл атомлари катта ҳаракатланувчанликка келиб, I ва II металл юзаларни туташтириш орқали ҳосил қилинган нуқталар А, В, ва С ларда умумий кристаллар



ҳосил қилади (расмга қаранг). Агар ушбу юзаларга ташқи Р куч билан таъсир этилса, бундай нуқталар сони кўпаяди. Бундай усулда металл юзаларини туташтириш усули пластик пайвандлаш деб юритилади. Бундай усулда ҳосил қилинган туташманинг мустаҳкамлиги жуда кичик бўлиб, қатор камчиликка эга, шунинг учун XX - аср бошларигача металл юзаларини “зақләшкалаш” усулида туташтириб келинган. Техника ривожига борган сари мустаҳкам туташмалар ҳосил қилишни талаб этини оқибатида пайвандлашнинг янги усуллари ишлаб чиқилган. Бундайлардан бири 1882 йилда рус физик - муҳандиси В.В. Бенардос томонидан ишлаб чиқилган эритини билан пайвандлаш усулидир. Бунда ишлатиладган энергия турига кўра пайвандлаш усуллари асосан икки гуруҳга, яъни

кимёвий ва электр пайвандлаш усулларига бўлинади. Электр пайвандлаш эса ўз навбатида қуйидагича классификация қилинади:



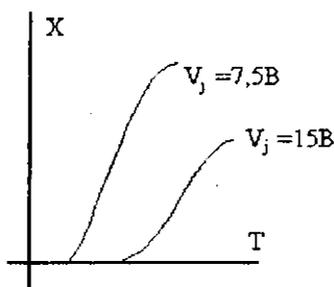
Электр пайвандлаш усулларидан электр ёй пайвандлаш ва контактли (қаршилик) усулида пайвандлаш энг кенг тарқалгандир.

Металл электрод ёрдамида пайвандлаш 1888 йилда Н.Г. Славянов томонидан таклиф этилган бўлиб, у пайвандлаш жараёни учун махсус пайвандлаш генератори ва ёрдамчи жиҳозларни ишлаб чиққан.

XIX асрнинг охириларига келиб бутун дунёда 100 га яқин пайвандлаш қурилмалари бўлиб, улардан тахминан 10 таси Россияга тўғри келган. 1924 йилга келиб, Санкт-Петербург "Электрик" заводида пайвандлаш машиналари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш йўлга қўйилган. 1940 йилда собиқ Иттифоқда 65 мингга яқин пайвандлаш машиналари ишлаб чиқилган, металл электродлар сарфи 100000 тоннани ташкил қилган, пайвандлаш орқали бунёд этилган конструкциялар 4 млн тоннани ташкил қилган.

§ 15.1. Электр ёй пайвандлаш қурилмаларининг энергия манбаларига талаблар, пайвандлаш жиҳозларининг иш режимилари

Электр пайвандлаш усулларидан энг кўп тарқалган усул электр ёй пайвандлаш усули ҳисобланади.



19 - расм

Электр ёй разряди учун иссиқлик потенциаллари муҳим роль ўйнаб, у потенциаллаш потенциалли катталари v_j билан характерланади.

19 - расмда $X = f(T)$ боғланиш графиги келтирилган, бу ерда X - газларнинг ионизацияланган даражаси, T - абсолют ҳарорат. Марганец, магний, темир ва кремнийлар учун $V_j = 7.3В$ ни ва водород, кистород, азот, аргон газлари учун $V_j = 15В$ ни ташкил этади. V_j катталигини турли қорилишма ҳосил қилган ҳолда ўзгартириш мумкин. Мисол учун $V_j = 4.33В$ бўлган 5 % калий пари ва $V_j = 7.3В$ бўлган 95 % темир паридан иборат қорилишманинг эффе́ктив V_j катталиги калийнинг ионизацияланган ионенци- ани қийматига яқиндир. Нормал босимда ёнаётган электр ёйи устувидаги абсолют ҳарорати:

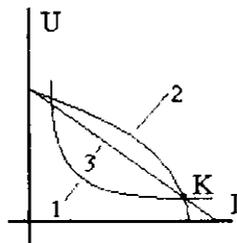
$$T = 810 \cdot V_j$$

Одатдаги электр пайвандлаш ёйи устувида $V_j = 5 \text{ ё } 10$ В га тенг бўлган металл парлари мавжудлиги инобатга олинса, пайвандлаш ёйидаги ҳарорат 5000 - 8000 К ни ташкил қилиши эҳтимолдан йироқ эмас.

Пайвандлаш қурилмалари ток манбаларининг асосий характери́стикаси унинг **ташқи характери́стикаси** бўлиб, ушбу характери́стика ўзидан манба кучданиши билан юкламадаги ток ўртасидаги боғланишнинг ифода-лайди. Ўз ўрнида пайвандлаш ёйи ўзидан юкламани ифода-лаб, ёй кучдани-ши билан пайвандлаш токи ўртасидаги боғланиш - **статик характери́стикаси** билан характери́ланади.

Қаттиқ характери́стика (1) га эга бўлган ёйи ток манбасининг ташқи характери́стика (2,3) лари 20 - расмда келтирилган.

Қаттиқ статик характери́стика (1) га эга бўлган қўл электр ёйи пайвандлаш қурилмаси манбасининг ташқи характери́тикаси (2) юмшоқ пасановчан бўлиши лозим. Ташқи характери́стиканинг ишчи зонасидан характери́стиканинг **крутизаси (қиялиги)** қанча катта бўлса (К нуқта-си) ёйи узунлигининг анча-мунча ўзгариши оқибатидаги токнинг ўзгариши шунча кам бўлади.

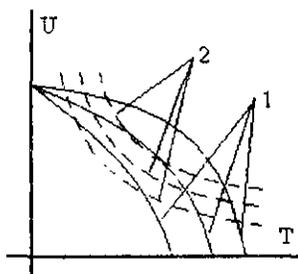


20 - расм

Умуман электр ёйи пайвандлаш қурилмаларининг ток манбаларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Манба ташқи характери́тикаси ва ёйи статик характери́тикаси-нинг бир - бирига тўғри келиши.

2. Салт юриш кучла-иши ёйни ёндирши кучла-ишидан катта бўлиши керак ($U_{с.ю.} > U_{э.к.}$). Металл электрод билан доимий токда найвақданида $U_{э.к.} = 30 - 40$ В, кўмир электродлар учун $U_{э.к.} = 45 - 55$ В. Ўзгарувчан токда найвақданида эса $U_{э.к.} = 50 - 60$ В.



21-рису

3. Ток маибаси, найвақдани токни бои-қариш имкониятини бер-иши керак.

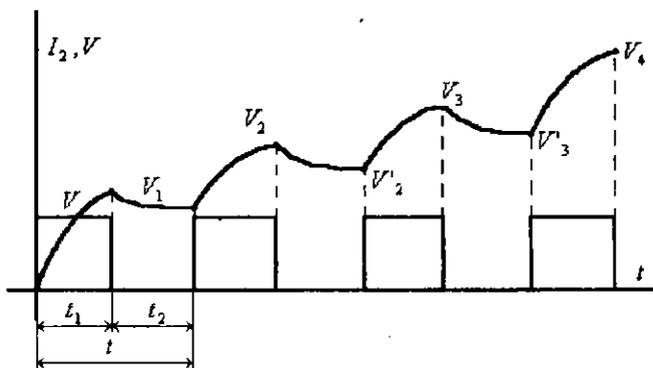
4. Найвақдани ток маибаси қатор ташқи характеристика олиш имкониятиса эга бўлиши зарур. Бунда талаб қилинган найвақдани токни олиш учун, ёй узунлигини ўзгартириш орқали у ёки бу ташқи характе-ристика (1) да ишлан имконияти бўлади.

5. Ёй узилган ҳолатларда кучла-иши тезлик билан салт юриш кучла-ишигача тикланиши ва қисқа туташув ҳолатларида эса кучла-иши кес-кин польгача камайиши шарт. Кучла-ишининг ноль қийматидан ёй кучла-иши қийматиса эришиш учун кетган вақт 0.03 секунддан ошмаслиги керак.

Найвақдани қурилмалари ўзларининг специфик юкламанинг так-рорланувчан - қисқа муддатли режими билан характерланадилар. Бунда ёйни максимал ёйни вақти битта электроднинг тўлиқ ёйниш учун кетган вақтга тенг деб ва иш жараёнидаги минимал танаффус вақти - электро-дди алмаштириш ва ёйни қайта ёндиринишга сарф бўлган ҳамда найвақд-ланаётган маҳсулотни жиадирини, найвақдловчининг бир ердан иккинчи ерга кўчишига сарф бўлган вақтларга тенг деб қабул қилинади.

Найвақдани қурилмасининг такрорланувчан - қисқа муддатли иш режими, коклама токни истеъмол қилиш вақти билангина эмас, балки узланган ҳолат давомийлиги t_1 ва танаффус вақти t_2 лар билан ҳам ха-

рактерланади. (22-рису). $\frac{t_1}{t_1 + t_2}$ нисбати % ларда ифодаланиб, такрор-ланувчан - қисқа муддатли режим давомийлиги ПР ёки узланган да-вомийлиги ПВ деб аталади.



22-расм

Агар қурилма паспортда ток 250А га ва ПВ = 50 % га тенг деб берилган бўлса, бу ёзув, $I_1 / (I_1 + I_2)$ нисбат 0,5 дан катта бўлмагандагина ишлаш мумкинлигини кўрсатади.

Даврнинг умумий давомийлиги t_n - ихтиёрий қийматга эга бўла олмайдди, чунки қурилма ғалтақларининг ҳароратига t_1 вақтининг абсолют қиймати таъсир кўрсатади.

Бир постли одатдаги ёй билан пайвандлаш қурилмасининг номинал режими деб, $t_n = 5$ мин ва ПР = 60, 65% бўлган режим ҳисобланади.

Кўп постли қурилмалар манбалари ПР = 100% ли режимга ҳисобланиб лойиҳаланади.

Автоматик ёй пайвандлаш қурилмалари манбалари ПР = 50 ва 60% га ҳисобланган (бунда $t_n = 10$ мин).

Манбалар - ўзгармас ток ва ўзгарувчан ток манбаларига, бир постли ва кўп постли манбаларга ва конструкциясига кўра стационар ва ҳаракатга келтирилувчан манбаларга бўлинади.

§ 16. ЎЗГАРМАС ВА ЎЗГАРУВЧАН ТОК ПАЙВАНДЛАШ АГРЕГАТЛАРИ

§ 16.1. КўП ПОСТЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ПАЙВАНДЛАШ АГРЕГАТЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Кўп постли пайвандлаш агрегатлари; бадавлат реостат; бир постли пайвандлаш генераторлари; пайвандлаш генераторининг ташқи характеристикалари; ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари; дросселли пайвандлаш трансформатори; Никитин трансфор

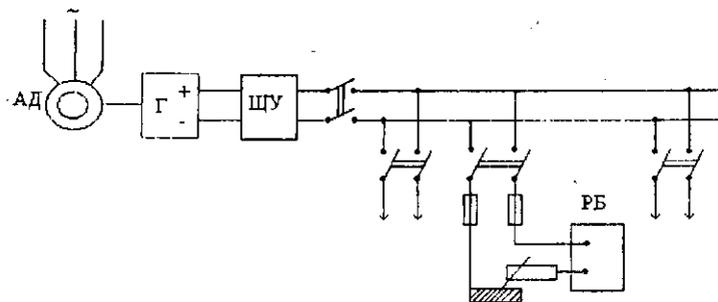
мотори; ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатларининг афзалликлари; ПСМ-1000 тинидаги ўзгартиргич; бир постли пайвандлаш генераторининг салт юриш ва юклама режими,

Белгиланишига кўра ўзгармас ток генераторлари кўп постли ва бир постли генераторларга бўлинади. Кўп постли генераторлар қаттиқ ташқи характеристикада ишлашлари учун аралаш қўзғатини чулғамига эга бўладилар.

Алоҳида пайвандлаш посты кўп постли генераторга, орғиб кетиши мумкин бўлган кучланишни баргараф этиши учун белгиланган балласт реостати орқали уланади (бундан ташқари балласт реостати орқали улаш оқибатида ёйининг барқарор ёйиши ҳам таъминланади). Кўп постли пайвандлаш қурилмасининг уланиш схемасини қуйидагича тасвирлаш мумкин. (23-расм).

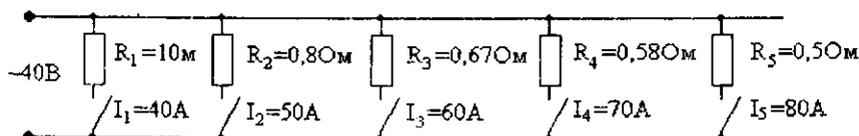
Номинал ток 200, 250, 350 А бўлганда балласт қаршилликдаги (РБ) токни бошқариш чегаралари мос равишда 50 - 200 А; 80 - 250 А ва 100 - 300 А бўлиши ва ҳар бир бошқариш босқичида токни 10 - 15 А га 5% аниқликда ўзгартириш керак.

Агар генератор кучланиши 60 В, ёйдаги кучланиш 20 В га тенг бўлса ва пайвандлаш металл электродлар ёрдамида амалга оширилса РБ 40 В кучланишга таъланади.



23-расм

Ток кучи 40 дан 260 А гача бўлган ва 5 та параллель секцияга эга бўлган балласт реостат (РБ) схемаси 24 - расмда келтирилган:



24-расм

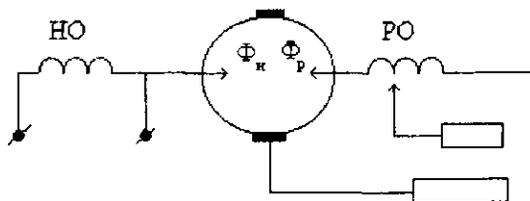
Мисол тариқасида кўрсак, ИСМ - 1000 типидagi ўзгартиргичга бир пайтнинг ўзидa пайвандлаш токи 200 А бўлган 9 та постни ёки пайвандлаш токи 300 А бўлган 6 та постни улаш мумкин. Ушбу ўзгартиргич бир корпусли бўлиб, битта умумий ўқ билан бирлаштирилган, қуввати 60 кВт, номинал токи 1000 А бўлган СИ - 1000 типидagi генератор ва қуввати 75 кВт, айланиш тезлиги 1450 айл/мин бўлган асинхрон двигателъ АЦ лардан иборат. Генератор параллель ва кетма-кет чулгамларидан иборат аראлаш қўзгатинг чулгамига эга.

Кўп постли пайвандлаш қурилмалари, қурилманинг ва фойдали қувват бирлигига нисбатан сарфларнинг арзонлиги, ишлаб чиқаринг майдонини кам эгаллаши, ишлатишда ишончливлиги каби афзалликларга эга бўлиб, қуйидаги камчиликлардан ҳоли эмас: энергиянинг балласт реостатда сезиларли йўқолиши, стационар ўрнатилган пайвандлаш қурилмаларидан ҳаракатда фойдалана олин имконияти чекланганлиги кабилардир.

§ 16.2. Бир постли пайвандлаш генераторлари

Кўп постли генераторлардан ўзининг ташқи характеристикаси ва конструкцияси билан фарқ қилади. Бир постли генераторларда балласт реостатлардан фойдаланилмаслиги сабабли, улар юмшоқ пасановчан (крутонаводячая) характеристикага эга.

Энг оддий бир постли пайвандлаш генератори ўздан якорь чулгамига кетма-кет уланган магнитсизлантиринг чулгамига эга генераторни ифодалайди. (25 - расм).



25-расм

Расмда :

HO - мустақил қўзгатинг чулгами;

PO - магнитсизлантиринг чулгами;

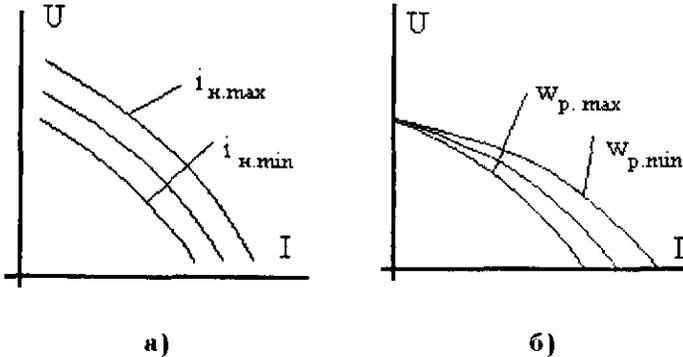
Φ_H - HO чулгами оқими

Φ_{po} - PO чулгами оқими

Φ_H ва Φ_P оқимлари бир бирига қарама - қарши йўналган. Салт кўришда $\Phi_P = 0$ ва $U_o = c \cdot \Phi_H$. Юклама режимда ёйи кучланиши:

$$U_d = C(\Phi_n - \Phi_p) - IR_r$$

Φ_p оқими юклама токка пропорционал бўлганлиги сабабди юклама токнинг ортиши Φ_p оқимининг ортишига олиб келади ва юмшоқ пасажовчи ташқи характеристикада ишланни таъминлайди. Салт юрия кучланишини қўзғатиш чулғами занжирдаги релостат ёрдамида ростланади, қисқа туташув токни эса (мос равишда пайвандлаш токни) магнитсизлангирин чулғами РО нинг ўрамлар сонни ўзгартириш орқали ростланади.



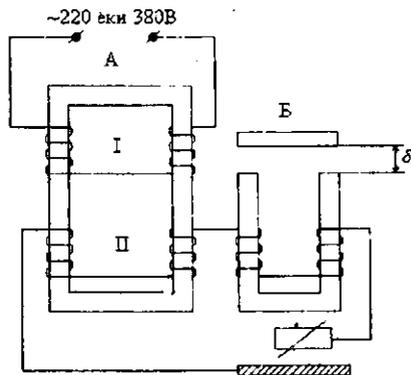
26-расм

26-расмда бир постди генераторнинг ташқи характеристикалари келтирилган, жумладан 26а - расмда мустакил қўзғатиш чулғамининг турли тоқлари учун олинган характеристикалар, 26,б - расмда эса магнитсизлангирин чулғамининг турли ўрамлар сонда олинган характеристикалар кўрсатилган.

§ 16.3 Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари

Техник - иқтисодий кўрсаткичларини ва талаб қилинган пайвандлаш сифатини таъминлаган ҳолларда ўзгарувчан токда пайвандлаш ўзгарувчан ток агрегатларида пайвандлашга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

1. Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари тўғридан тўғри манбага уланishiлари муносабати билан, пайвандлаш токи манбасининг нисбатан арзонлиги ва шунингдек, пайвандланаётган маҳсулот бېқлигига кўра амортизация сарфларининг кичиклиги.



27 расм

2. Қурилманинг содда тузиллиши, юқори даражадаги ишончлилик ва таъмирдан ҳамда хизмат кўрсатиши эксплуатацион сарфларнинг кичиклиги.

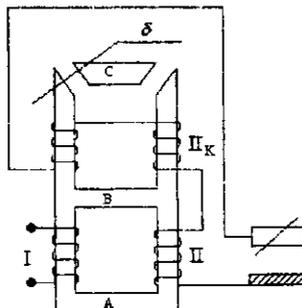
3. Найванланаётган махсус ют бирлигига сарф бўлаётган электр энергияси миқдорининг кичиклиги. Ўзгарувчан ток билан найванданда магнитома сифатида кучлангани 220 ёки 380 В бўлган махсус найвандани трансформаторлардан фойдаланилади.

Улар тузиллишига кўра икки кўришида ижро этилади:

- 1) нормал магнит тарқалишини таъминловчи;
- 2) юқори магнит тарқалишини таъминловчи.

27-расмда келтирилган а. т. о. ҳ. и. д. а. дросселли найвандани трансформаторлари ҳозирги кунда чиқарилмаганига қарамай фойдаланишида кўйлаб СТЭ-22; СТЭ-23; СТЭ-32; СТЭ-34; серияли 250;300;450;500 А найвандани токнига эга трансформаторлардан фойдаланилмоқда ($\eta = 60\%$).

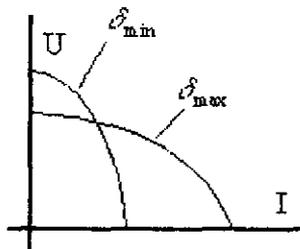
Бундай трансформаторларда найвандани токнинг миқдори дросселли мавжуд ҳаво бўлини δ ни ўзгартириши орқали амалга оширилади, бунда максимал найвандани токни (зажор) δ нинг энг катта қийматига тўғри келади.



28 - расм.

28 - расмда СТН тивидagi пайвандлаш трансформатори (Никитин трансформатори деб юритилади) кўрсатишган бўлиб, унда иккиламчи чулғам II дан ташқари умумий магнит ўтказичга қўшимча реактив чулғам II_к жойлаштирилаган. Трансформаторнинг иккиламчи чулға-ниши II ва II_к чулғамлар э.ю.к. ларининг йиғиндиси билан аниқланади. Пайвандлаш токи ҳаво бўшлиғи d ни ўзгартириши билан амалга оширилади. Катта ток олиши учун (азор) d ни катталаштириши талаб қилинади.

Саноатда $\eta P = 65\%$ бўлган СТН - 500, СТН - 700 трансформаторлари кенг қўламда қўлланилмоқда. Уларнинг пайвандлаш токи мос равишда 500 ва 700 А га тенг, манба қўлланиши 220 ёки 380 В га тенг.



29-расм

Трансформаторларни катта тоқларга ростлашда улар кичик миқдордаги салт юриш қўлланишига эга, кичик тоқларда эса салт юриш қўлланиши қиймати катталаштирилади (29-расм). Бундай тезимда бошқарини мақсадга мувофиқдир, чунки ёй муҳитининг сезиларли деионизацияси тўфайли насайган пайвандлаш тоқда ёйнинг барқарор ёйинини таъминлаш учун ёйни ёқин қўлланишининг катта қийматига эга бўлиши мақсадга мувофиқдир.

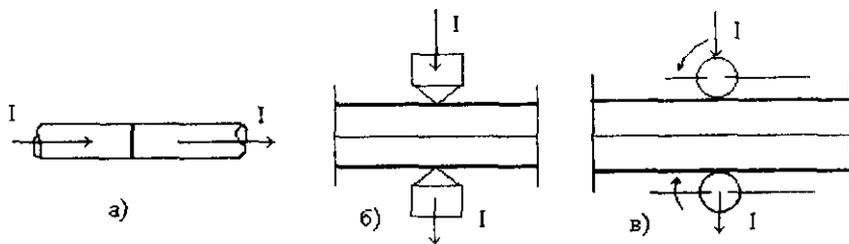
§ 17. КОНТАКТЛИ ПАЙВАНДЛАШ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

Таянч сўзлар ва иборалар: Контактли (қаршилик усулида) пайвандлаш; контактли пайвандлаш турлари; чокли пайвандлаш; нуқтали пайвандлаш; роликли пайвандлаш; эритмай ва эритиб пайвандлаш; ўтини қаршилиги; пайвандлаш юзалари; пайвандлашувчи маҳсулотлар.

Босим остида пайвандлашнинг қўлаб турлари мавжуд бўлиб, саноатда **контактли усулда** (қаршилик усули деб ҳам аталади) пайвандлаш кенг тарқалган.

Контактли пайвандлаш ёки қаршилик усулида пайвандлаш деб пайвандланаётган деталардан ток оқиб ўтини оқибатида деталарнинг туташ юзаларида иссиqliк ажралиб чиқishi ва юзаларни юқори ҳаро

рагларгача қиздириши (эритиши) оқибатида амалга оширилайётган пайван-
длаш усулига айтилади.



30 - расм

Контактли пайвандлаш усули 3 турда амалга оширилади.

- чокли пайвандлаш (30,а - расм)
- нуқтали пайвандлаш (30,б - расм)
- роликли пайвандлаш (30,в- расм)

Контактли пайвандлашни умумий ҳолда ўзгармас ва ўзгарувчан токларда амалга ошириши мумкин. Лекин, қучланиши бор - йўғи бир неча вольт, ток қучи минглаб ва ўн минглаб амперга эга бўлган тўғрилагичлардан фойдаланиши анча мураккаблиги сабабли, контактли пайвандлаш усули амалда фақат ўзгарувчан токдан фойдаланган ҳолда амалга оширилади.

Пайвандланаётган юзалар туташмасидаги контакт (контактлар) нинг ўтиши қаршилиги қуйидаги эмпирик тенглама орқали аниқланади:

$$R_{\Gamma} = \frac{K_1}{(0,1F_K)^m} \cdot K_T$$

бу ерда:

K_1 - контакт материалга боғлиқ бўлган коэффициент (0,00067 - 0,00076);

F_K - контактта берилаётган сиқиниш қучи;

m - туташтирилаётган юзалар шаклига боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи; ("текислик - текислик" шаклидаги юзалар учун $m = 1$; чизиқли контактлар учун $m = 0.5$).

K_T - контакт ҳароратини ҳисобга олувчи коэффициент, ўз ўрнида:

$$K_T = 1 + 0,67\alpha(t - 20)$$

бу ерда:

α - контакт материалнинг ҳарорат қаршилиқ коэффициенти, $^{\circ}\text{C}^{-1}$

t - контакт ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$ (қиздирилмаган контактлар учун $K_T = 1$).

Чокли пайвандлаш. Бундай усулда пайвандлашда туташтирилаётган деталларнинг учлари ўзаро бирлаштирилгач, деталлар чокли пайвандлаш ҳароратини таъминловчи миқдордаги, катта ток манбасига уланади ва ундан сўнг деталларга тегишли сиғиш кучи билан таъсир этиб ажралмас чок ҳосил қилинади. Бундай усул билан пайвандлашнинг икки тури мавжуд бўлиб, ундан бири **эритмай пайвандлаш** ва иккинчиси **эритиб пайвандлаш** деб юритилади (сварка без оплавления ва сварка с оплавлением). Биринчи усулга кўра пайвандлаш, ток кучи 5-10 кА га ва пайвандланаётган деталнинг кесим юзаси бўйича соддиштира қувват 10 - 15 кВ*А/см² га тенг бўлганда амалга оширилади. Иккинчи усулга кўра пайвандлаш, уч босқичда олиб борилиб, бунда деталлар дастлабки қиздириш ҳароратигача қиздирилади, сўнгра эриш даражасигача етказилади ва ундан сўнг узил-кесил пайвандлаш амалга оширилади.

Чокли пайвандлаш қурилмалари белгиланишига кўра қуйидаги турларга бўлинади:

1) пайвандлаш усулига кўра - қаршиллик усулида пайвандлаш ва эритиб пайвандлаш;

2) белгиланишига кўра - универсал ва махсуслаштирилган;

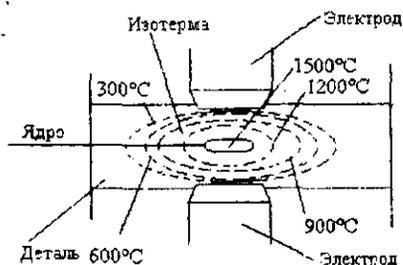
3) узатиш механизмининг тузилишига кўра иржунна-ли, ричагли, вингли, гидравлик, пневматик ёки электр юритмали узатиш механизмга эга қурилмалар;

4) электродларни қисим усулига кўра;

5) ўриштирилиш ва монтаж қилинишига кўра - стационар ва ҳаракатдаги.

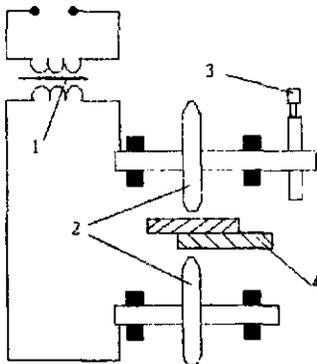
Чокли пайвандлаш қурилмаларининг қуввати 0,75 дан 750 кВ*А гачаги ташқил этади, мисол учун, АСП - 10; МС; К; МСЛ типдаги чокли пайвандлаш қурилмаларининг қуввати 10 - 750 кВ*А, бирдамчи кучланиши 220 ёки 380 В; иккиламчи кучланиши (1,2-3,2) дан (5,5 - 14,6) В гача, ишлаб чиқарувчанлиги соатига 20 дан 200 тагача пайвандлаш, деталларга берилаётган куч 0,5 дан 200 кН га тенгдир.

Нуқтали пайвандлаш. Мибу усулда пайвандлашни 31-расмда келтирилган тартибда тасвирлаш мумкин. Бундай усулда пайвандлашда деталь махсус электродушлагичларга қатирилган электродлар ўртасига ўриштирилиб, қаттиқ қистирилгач, электродлардан ток ўтказилади. Ядродаги ҳарорат металлни эритиш ҳароратидан бир мунча юқори бўлади. Битта нуқтали пайвандлаш учун кетган вақт деталнинг қалинлиги, деталь материалнинг хосаслари, пайвандлаш машинаси (қурилмаси) нинг қуввати ва детални қисим кучи кабиларга боғлиқ бўлиб, секунднинг мингдан бир улусидан бир неча секундгача тенг бўлиши мумкин (қўшол равишда нуқлат қалинлиги 1 мм бўлса, 1 секунд вақт кетади деб қабул қилинади).



31 - расм

Нуқталли пайвандланган усули лист қўрвинидаги материалларни, кесувчан стерженларни, шунингдек, листларни стержень ва бошқа қўрвинидаги прокатланган маҳсулотлар билан пайвандланган учун қўлланилади.



32- расм

Мисол учун МТ тишидаги қурилмалар параметрлари: қуввати 20 - 400 кВт.А; бирламчи қувватини 220 ёки 380 В; иккисламчи қувватини (1,42 - 2,84) дан (6 - 12) В гача ; пайвандланаётган деталлар қалинлиги 0,25 дан 8,0 мм гача, ишлаб чиқарувчанлиги минутига 40 дан 150 та нуқтагача, электродларга таъсир этилаётган куч 3 - 32,5 кН ни ташкил этади.

Рөликли пайвандлаш. Мазкур усулда пайвандлаш қурилмаси 32 - расмда келтирилган. Расмда : 1 - пайвандлаш трансформатори; 2- рөликли электродлар ; 3- рөликларни айланма ҳаракатга келтирувчи юритма; 4 - пайвандланаётган деталлар.

Мазкур усулда, айланаётган рөликлардан ток ўтказини орқали деталларни узлукли ва узлуksиз чок билан пайвандлаш амали оштиради. Пайвандлаш хусусиятларига кўра нуқталли пайвандлаш усулига ўхшайди. Рөликли пайвандлаш кичик қалинлиқни юққа деталларни, масалан ёқилни баклари, турли маҳсулотни ташини учун белгиланган бочкаларни пайвандлаш ишларида қўлланилади.

БЕШИНЧИ БЎЛИМ

ЭЛЕКТРОКИМЁВИЙ ИЩЛОВ БЕРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

§ 18. ЭЛЕКТРОКИМЁВИЙ ИЩЛОВ БЕРИШ БЎЙИЧА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР.

Таянч сўзлар ва иборалар: Электрокимё; электролитлар; электролитик диссоциация; молизация; электролитларда электр токи; ионнинг металлдан чиқиш иши; гидратация энергияси; катионлар; анионлар; электрокимёвий эквивалент.

Электрокимё - фан сифатида ионлар фаолияти ва шунингдек, қаттиқ жисм ва қоринма ўртасидаги чегарадаги ҳодисаларни ўргатади. Бундай ҳодисаларни ўрганишда қоринма сифатида электролитлар асос қилиб олинади.

Электролитлар деб, электролитик диссоциация натижасида ионлар ҳаракатидан иборат электр тоқини ўтказиш қобилиятига эга бўлган моддалар, қоринма ва эритмаларга айтылади. Металллар ва ярим ўтказгичлардан фарқи шۇнисики, электролит қоринмалари ва эритмалари **ион ўтказувчанлигига** эга.

Электролитик диссоциация деб моддаларнинг (молекуларнинг) эриш ёки қориниш даврида зарядланган ионларга ажралиш жараёнига айтылади. Бунда, диссоциация оқибатида ҳосил бўлган мусбат ва манфий ионлар сони бир - бирига тенгдир. Мусбат ионлар ўзидан бир ёки бир нечта электронни йўқотган атом ёки молекулашни ифодаласа, манфий ионлар эса, аксинча бир ёки бир нечта орттиқча электронга эга бўлган атом ёки молекуларни ифодалайди. Мисол учун, ош тузини сувда эритиш оқибатида унинг молекуласи икки ионга ажралади, яъни Na^+ ва Cl^- .

Электролитларда диссоциация жараёни билан бир пайтда унга тескари бўлган, яъни ионларнинг алоҳида молекула бўлиб бириктириш жараёни амалга оширилади. Бундай жараёни **молизация** деб аталади.

Электрод - электрод тизимида металлда ҳам, электролитда ҳам худди ўша ионлар мавжуд. Металлда ушбу ионлар кристалл решётка (катион) туғунларида жойлашган бўлса, электролитда ушбу ионлар эригувчаннинг молекуалари билан боғланган бўлади. Ионни кристалл каток (решётка) туғунидан электролитга ўтishi учун маълум энергия сарфлашнинг керак. Ушбу энергия ионнинг металлдан **чиқиш иши** деб аталади. Ионни электролитдан металлга ўтishi учун эса **гидратация энергияси** деб аталадиган маълум иш бажарилиши талаб қилинади.

§ 18.1. Электродитлардан электр токини оқини

Электродитларда ионлар молекулалар каби тартибсиз ҳаракатда бўлади. Агар электродитларга туширилган электродларга электр майдони таъсир этилса, тартибсиз ҳаракатдан тартибсиз ҳаракатга ўтилади. Бунда мусбат ионлар - **катионлар** катодга қараб, манфий ионлар - **анионлар** анодга қараб ҳаракат қилади. Белгиланган электродларга етиб борган ионлар уларга ўз зарядларини беради, оддий атом ёки молекулага айланганча, электродларда ажралиб қолади ёки электрод материали билан кимёвий реакцияга киришади.

Шундай қилиб, электродитлардаги электр токи, ўзини, электр майдонидаги ионларнинг йўналтирилган ҳаракатини ифодалайди. Металл ва ярим ўтказкичлардан фарқли, электродитлардан электр токининг оқини модда массасини кўчини билан бирга қузатилади.

Электродит қоричмасидан электр токининг оқиб ўтиши давомида электродда ажралиб модда миқдори “ q ” Фарадей қонунига кўри аниқланади.

$$q = \alpha \cdot I \cdot t \quad (1)$$

бу ерда

α - электрохимёвий эквивалент, г/кл;

I - ток, А;

t - токининг оқиб ўтиши вақти, с.

Электрохимёвий эквивалент α - электродитдан бир кулон электр заряди оқиб ўтганда ажралиб чиққан модда миқдори. Сои жиҳатдан бу миқдор модда кимёвий элементининг Фарадей сонига нисбатига тенг. Ўз ўрнида эса Фарадей сони (F_{ϕ}) бир грамм-эквивалент модда ажралиб чиқини учун талаб қилинган электр заряди миқдорига тенг. $\{F_{\phi} = 96485 \text{ Кл}/(\text{г.э.кв})\}$.

Қўйида электр майдон таъсирида электродитлардаги ионларнинг ҳаракатланганини кўриб чиқамиз.

Майдон таъсирида электродитларда ҳаракатланаётган ион, туюқлик молекулалари томонидан кўрсатилаётган қаршиллик остида бўлади (доимий тормозланишда бўлади). Бунинг оқибатида ионлар электр майдон томонидан олдинги энергиясини молекулаларга бериб, уларнинг тартибсиз ҳаракатини кучайтиради ва натижада электродитларнинг қизиб боришига сабаб бўлади.

Ионларнинг ўзинга хос “эркин ҳаракатлангани масофаси” беллилаб қўйилмаганини сабабли, улар ҳаракат қилаётган муҳит ионларга доимий қаршиллик кўрсатиб туради. Ионларга таъсир қилаётган қаршиллик тартибсиз ҳаракат тезлигининг биринчи даражасига пропорционал бўлади.

$$F_r = kv \quad (2)$$

бу ерда k - шидқаланиши коэффициенти.

Электронларнинг ҳаракати йўналишида электронларга электр кучи $F_э$ таъсир қўрғатади:

$$F_э = eE \quad (3)$$

бу ерда e - ион заряди.

Агар ҳаракатланганининг бошлангишида ион тезлиги кичик қийматга эга бўлса, тезлик $F_э$ кучи таъсирида орғиб боради.

Тартибли ҳаракатнинг ўртача тезлиги қуйидагидан келиб чиқиб аниқланади, $F_т = F_э$, ёки $eE = kv$, буцдан

$$v = \frac{eE}{k} = \mu E \quad (4)$$

бу ерда: $\mu = e/k$ - ионнинг ҳаракатланувчанлиги.

Электронитдан ўтаётган ток зичлиги:

$$j = env = en\mu E \quad (5)$$

Мусбат ва манфий ионлар ток зичлиги ҳисобга олинса:

$$j = e(n^+ \mu^+ + n^- \mu^-) E \quad (6)$$

бу ерда n^+ , μ^+ , n^- , μ^- - мос равишда мусбат ва манфий ионлар концентрацияси ва ҳаракатланувчанлиги.

Электронитларда ток зичлиги j электр майдони қучланганлигига пропорционал бўлгани сабабли, барча боқланишлар Ом қонунига бўйсунади.

Электролит ўтказувчанлиги $\sigma = e(n^+ \mu^+ + n^- \mu^-)$ ионлар концентрацияси ва ҳаракатланувчанлиги орғини билан орғиб боради ва ушбу ҳолатни ионлар ҳаракатланувчанлигининг орғини ва диссоциация даражасининг ўрни билан изоҳлаш мумкин.

§ 19. ҚОРИШМА ВА ЭРИТМАЛАР ЭЛЕКТРОЛИЗИ

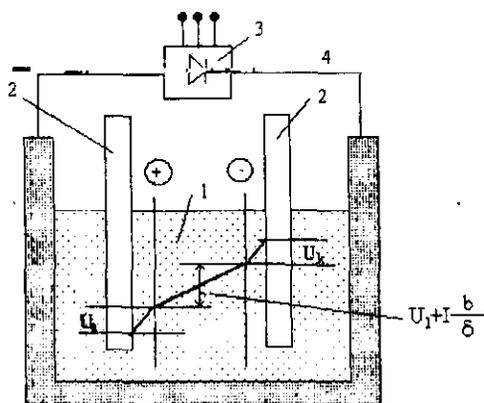
Таянч сўзлар ва иборалар: Электролиз; электролизер; электролиз ваннаси; тока кўра модда чиқини; энергияга кўра модда чиқини; мис электролизи; анод электроди; катод электроди; муьътиниль системаси; селлий системаси; ток ўзгартиргичлар; шина ўтказгичлар.

Электролитлардан ток оқини давомида электродлардан модда ажралиб чиқини ажаради, шунинддек, модда заррачалари томонидан электродларни ўзлантириш ёки йўқотиш билан кузатиладиган электродлардан оксидланиш ёки тикланиш ажарадилари электролиз деб аталади.

Саноатда электролиз асосан металларни анодда парчалан ва парчаланган эритмаларни катодда бирлантириш орқали амалга оширилади.

Водородли нормал электрод потенциалига nisbatan нормал потенциали - 1 дан катта бўлган моддалар қоринмалар электролизи орқали олинади (Масалан, мис, рух). Нормал потенциали - 1 дан кичик моддаларни бу усулда олиш мумкин эмас. Шунинг учун бундай моддалар олиш учун, янги металл тузлари эритмаларининг электролизидан фойдаланиш керак.

Электролиз ваннасидаги жараён электр энергиясини ўзлаштириш орқали амалга ошириلسа, бундай ванналар электролизерлар деб аталади. Электролизернинг принципиал схемаси 33 - расмда келтирилган:



33 - расм

1 - электролит; 2 - электродлар; 3 - энергия манбаи;
4 - ток ўтказувчи шиналар.

Анодда металлнинг металл ҳолатидан (Me^0) ион ҳолатига ўтиши металлдан электронларнинг ажрალიши $Me^0 - ne \rightarrow Me^n$ (парчаланishi) ҳисобига амалга ошади, бу ерда n - бирламчи зарядлар сони. Катодда ион электронларни ўзинга ўзлаштириб, металл ҳолатига ўтади $Me^n + ne \rightarrow Me^0$ (катодни қоплаш).

Электролиз ваннасидаги кучланиш

$$U = U_1 + U_a + U_k + I \frac{l}{\delta} \quad (1)$$

бу ерда :

U_1 - модданинг электрохимёвий парчаланishi кучланиши.

U_a, U_k - мос равишда потенциалнинг анод ва катодда тушиши.

I - ваннадаги ток кучи;

l - электродлар ўртасидаги масофа;

δ - электролит ўтказувчанлиги;

Электролиз ваннасида ажралаётган қувват:

$$P_3 = I(U_1 + U_a + U_k + I \frac{l}{\delta}) \quad (2)$$

Электролиз давомида олинган модда миқдорининг (q_1) Фарадей қонушига кўра назарий жиҳатдан олинishi мумкин бўлган модда миқдорига (q_2) нисбати A_1 токка кўра модда (олинш) чиқинши (%) деб аталади:

$$A_1 = \left(\frac{q_1}{q_2} \right) 100 \quad (3)$$

Электролиз жараёнининг эффективлиги, шунингдек энергияга кўра модда чиқинши A_2 билан ҳам баҳоланади:

$$A_2 = \left(\frac{\alpha A_1}{U} \right) 100 \quad (4)$$

бу ерда: α - модданинг электрохимёвий эквиваленти.

Шундай қилиб, энергияга кўра металл чиқинши деб, сарф бўлган 1 Дж энергия миқдорига нисбатан граммларда олинган (г/Дж) металл миқдорига айтилади.

Электролиз интенсивлигини аниқловчи яна бир характерли катталик, бу токнинг электродли зичлиги (A/m^2) ҳисобланади.

$$j = I/S \quad (5)$$

S-электроднинг электролита ботирилган қисми юзаси (m^2).

Электрод атрофида икки қават электр қатлами ҳосил бўлиши ионларнинг электродларга яқинлашишига ва электроддан ионларнинг чиқишига қаршилик кўрсатади. Бу қатламни баргараф этиш учун электролитларни циркуляция қилиш, электролиз ваннасини импульсли маиба кучланишига улаш ва шунингдек, электродлар вибрациясини амалга ошириш каби тадбирлар қўлланилади.

Электролиз қурилмаларини доимий ток маибастига улашда ўзгармас ток генераторлари ёки саноат частотасидаги ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи тўғрилагич агрегатлардан фойдаланилади. Амалда, ф.и.к. ти 97 - 99 % бўлган кремнийли тўғрилагич агрегатлардан фойдаланиш кенг тарқалган.

§ 19.1. Миc электролизи

Миcол тариқасида миc электролизи жараёнини кўриб чиқамиз.

Миc электролизидан мақсад, эритиш усуди билан махсус печда олин

ган, тозаланмаган мис қўймаси таркибидан кераксиз қўшимчаларни тозалаш ва шунингдек, мис қўймаси таркибидagi соф ва турли рангли металларни ажратиб олиш ва натижада тоза электротехник мис ҳосил қилишдан иборатдир.

Ушбу жараён кутти (яшик) типидagi электролиз ванналарида амалга оширилади. Мазкур ванналарга тозаланмаган мис қўймасидан иборат анодлар ўриштирилиб, улар орасига юнқа, тоза мисдан иборат катодлар жойлаштирилади. Шундан сўнг ваннага, ўзидан мис куноросининг сувдаги эритмасини ифодаловчи, электролит тўлдирлади. Электролит қаринчилигини камайтириш учун эритма сульфат кислотаси билан бойитилади.

Анодларнинг ҳар бири ўзидан массаси 300 кг га, қалинлиги 35-45 мм га тенг бўлган плиталарни ифодалайди, катодлар эса қалинлиги 0,6-0,7 мм бўлган, электролиттик мисдан ясалган пластиналарни ифодалайди. Катод электродларини максус штангаларга осиб учун уларга қулоқчалар-палтаклар пайвандланган бўлиб, қўшни катод ва анод электродлари орасидagi масофа 35-40 мм ни ташкил этади.

Ваннадан доимий ток ўтказилганда тозаланмаган мис (анодлар) эриши ва натижада тоза миснинг катод электродларга ўтishi амалга ошади. Бунда анод таркибидagi соф металл ва бошқа қўшимча (элемент) лар ўзига хос чўкма ҳосил қилади.

Электролиз жараёни ваннадagi кучланшининг қиймати 0,3-0,35 В ни ташкил қилганда бошланади. Токнинг зичлиги эса майда донадор, зичлиги катта бўлган текис мис катоди олиш шарҳларидан келиб чиқиб чеklang бoрилади. Тозаланмаган мис зичлигига кўра ток зичлиги 180-270 А/м² ни ташкил қилади. Токка кўра чиқин ишининг реал қиймати 92-98% ни ташкил қилади. Электр энергиясининг солиштирма сарфи тоза миста нисбатан 200-379 квт. соат/тонна ни ташкил қилади.

Катодлар ва анодлар ваннада параллел уланиб, ванналар эса кетма-кет уланади (мультипль системаси). Ваннада электродларнинг кетма-кет уланishi (серий системаси) камдан кам қўлланилади.

Электролит ҳарорати 333+3 К даражада ушлаб турилади.

Электролиз ванналарида шунингдек ўзига хос, яъни специфик усулда рух электролиз, алюминий электролиз каби технологик жараёнлар амалга оширилади. Бунда алюминий олиш технологик жараёни катта миқдордаги электр энергияси сарфини талаб қилади. Алюминий олиш учун электр энергиясини солиштирма сарфи 14 000-16 000 квт.соат/тонна ни ташкил қилади, ҳуқуқан 1 тонна алюминий олиш учун энергия сарфи 16000+500 квт. соатни ташкил қилган ҳол учун 1 квт. соат энергия сарфига 60-77 г миқдорда металл олинади.

Электролиз қурилмазарини ўзгармас ток билан таъминоти ўзгармас ток генераторлари ёки саноат частотасидagi ўзгарувчан токдан ўзгармас токка айлантириб берувчи ярим ўтказичли тўғрилагич агрегатлари томонидан амалга оширилади. Ҳозирги кунда фойдали иш коэффициенти 97-

99% ни ташкил қилувчи кремнийли тўғрилаткич агрегатларидан фойдаланиши кенг тарқалган.

Ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириши учун мўлажалланган подстанциялар ўзгарувчан токни тақсимлаш қурилмаси, кучланишини бошқарини қурилмаси билан таъминланган куч трансформаторлари, ярим ўтказгичли агрегатлар, ўзгармас токни тақсимлаш қурилмалари ва ўз аҳтиёжларини қондириш қурилмалари мажмуидан иборатдир.

Қуввати катта бўлган электролизерларда қўлланаётган ток ўзгартиргичлар электролиз қурилмалари сериясига комутацион аппаратлар ёрдамсиз бевосита уланади.

Нисбатан катта қувватга эга бўлмаган электролиз қурилмалари ўзгартиргичлари эса бир пайтти ўзида ҳимояловчи аппарат ҳисобланувчи автомат улагичлар (выключательлар) ёрдамида уланади.

Электролиз ванналари электр майдонига алоҳида пакетларга териб чиқилган тўғри бурчакли шиналар мажмуадан иборат махсус шиналар орқали уланади. Ушбу шиналар одатда алюминийдан ясалиб, коррозия туфайли алюминий шиналиб бўлмайдиган ҳолларда, мисдан ясалади. Шиналарнинг кесим юзаси, токнинг иқтисодий зичлигига кўра таъланади. Электролиз жарасини учун алюминий шиналарига бу катталик 0,3-0,4; мис шиналарига 1,0-1,3 ҳамда чуян ва пўлат шиналарига 0,15-0,12 А/мм² ни ташкил этади.

Электролиз ванналаридаги ишчи ток ўнлаб, айрим ҳолларда эса, юзлаб килоамперни ташкил қилгани сабабли шина ўтказгичлари кесим юзалари тўғри тўртбурчак юзали шиналардан йиғилиб, совитини мақсадда ҳар бир шина орасида шина қалинлигига тенг бўлган масофа қолдирилади. Шиналарнинг қизини оқибатида узайишини компенсация қилиш мақсадда, шиналарнинг тўғри участкаларида ҳар 20-25 м масофада эгилувчан шиналардан иборат компенсаторлар ўрнатилади. Подстанциядан электролиз цехигача электроэнергия узатувчи шиналар махсус эстакадаларга ўрнатишдан ҳолда монтаж қилинади, алоҳида электролиз ванналари ўртасидаги шиналар эса, усти темир бетон плиталар билан беркитилувчи каналларда монтаж қилинади.

ИЛОВА

“Электротехнологик қурилмалар” фанидан тест саволлари тўплами.

1. Қандай қурилмалар электротехнологик қурилмалар деб аталади?

- A) Электр энергиясини бошқа турдаги энергияларга айлантирувчи қурилмалар.
- B) Технологик жараёнларни бажарувчи қурилмалар.
- C) Иссиқлик ишлови берувчи қурилмалар.
- D) Электр энергиясини бошқа турдаги энергияга айлантириш билан бир найтда технологик жараёнларни бажарувчи қурилмалар.
- E) Иссиқлик ишлови берувчи ва электр пайвандлаш қурилмаларига.

2. “Электротехнология” қандай жараён ва ишлов бериш усулларини ўзида мужассамлаштиради?

- A) Электротермик, электр пайвандлаш, электрохимёвий, электрофизик, электромеханик.
- B) Электротермик, электр пайвандлаш, электрохимёвий, электрофизик, аэрозоль технологияси.
- C) Электротермик, электр пайвандлаш.
- D) Электротермик, электрохимёвий, электрофизик.
- E) Электротермик, электр пайвандлаш, электрохимёвий, электрофизик, аэрозоль ишлов бериш, электромеханик.

3. Қандай қурилмаларда электр энергияси ҳаракатдаги заррачалар энергиясига айлантирилади?

- A) Электрокинетик қурилмаларда
- B) Ультротовуш қурилмаларида
- C) Электрохимёвий қурилмаларда
- D) Электротермик қурилмаларда
- E) Электрофизик қурилмаларда

4. Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришга қуйидаги усулларнинг қайсылари ҳосдир?

- A) Қаршилик усулида қиздириш, индукцион, диэлектрик, электр-ёй, электрон-ион-иурци, плазмали, лазерли қиздириш усуллари.
- B) Қаршилик усулида қиздириш, индукцион, диэлектрик, электр-ёй қиздириш, ишқаланниш орқали қиздириш, плазмали, лазерли усуллари.

С) Қаршилтиқ усулида қыздириш, индукцион, диэлектрик, электр-өй қыздириш, ишқаланиш орқали қыздириш, электрон-ион-нурли, плазмали қыздириш усуллари.

Д) Қаршилтиқ усулида қыздириш, индукцион, диэлектрик, электр-өй, электрон-ион-нурли қыздириш, ишқаланиш орқали қыздириш, лазерли қыздириш усуллари.

Е) Қаршилтиқ усулида қыздириш, индукцион, диэлектрик, электрон-ион-нурли қыздириш, ишқаланиш орқали қыздириш, плазмали, лазерли қыздириш усуллари.

5. Спектриниң кўринар ва кўринмас қисмларида иссиқлиқ узатиш усули қандай аталади?

- А) Конвекция усули
- В) Нурли иссиқлиқ алмашув усули
- С) Иссиқлиқ ўтказувчанлиқ
- Д) Бундай усул йўқ
- Е) Комбинацион усул

6. Қаттиқ жисмларда иссиқлиқ алмашув усули қандай аталади?

- А) Иссиқлиқ ўтказувчанлиқ
- В) Конвекция
- С) Нурли иссиқлиқ алмашуви
- Д) Бундай усул йўқ
- Е) Комбинацион усул

7. Конвекция усулида узатилган иссиқлиқ энергия миқдори қандай аниқланади?

А) $Q = \frac{(t_1 - t_2)}{1 \cdot F \cdot \lambda}$ Д) $Q = \alpha_k (t_c - t_r) F$

В) $Q = C_e \cdot \varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)$ Е) $Q = Prt (t_2 - t_1)$

С) $Q = I^2 R t$

8. Нурли иссиқлиқ алмашуви орқали узатилган иссиқлиқ энергияси қандай аниқланади?

А) $Q = C_e \cdot \varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)^4$ Д) $Q = (t_c - t_r) I$

В) $Q = I^2 R t$ Е) $Q = \frac{(t_1 - t_2)}{1 \cdot F \cdot \lambda}$

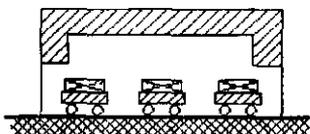
С) $Q = \alpha_k (t_c - t_r) F$

14. Қуйидаги расмда қайси турдаги ЭҚН ифодаланган?



- А) “Қалноқ” туридаги
- В) Камерали
- С) Элеватор туридаги
- Д) Барабан туридаги
- Е) Туннель туридаги

15. Қуйидаги расмда қайси турдаги ЭҚН ифодаланган?

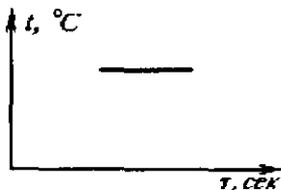


- А) “Қалноқ” туридаги
- В) Барабан туридаги
- С) Элеватор туридаги
- Д) Туннель туридаги
- Е) Карусель туридаги

16. Қуйидагиларнинг қайси бири элеватор печларини тавсифлайди?

- А) $G = 10 \text{ м; } P = 600 \text{ кВт; } T = 2000 \text{ К гаца}$
- В) $G = 1 \text{ м; } P = 100 \text{ кВт; } T = 1000 \text{ К гаца}$
- С) $G = 100 \text{ м м; } P = 200 \text{ кВт; } T = 2000 \text{ К гаца}$
- Д) $G = 1000 \text{ м м; } P = 600 \text{ кВт; } T = 700 \text{ К гаца}$
- Е) $G = 10 \text{ м м; } P = 1000 \text{ кВт; } T = 1000 \text{ К гаца}$

17. Қуйидаги боғланиш графиги ЭҚНнинг қайси иш режимини ифодалайди?



- А) Қиздириш режимини
- В) Маҳсулотни совутиш режимини
- С) Белгиланган ҳароратда тоблаш режимини
- Д) Тўлиқ технологик жараянни
- Е) Бундай режим мавжуд эмас

18. Даврий режим ЭҚНларида тўлиқ иш циклида сарф бўлган иссиқлик энергияси миқдори қандай аниқланади?

- А) $Q_n = Q_{\text{пол}} + Q_{\text{всп}} + eQ_{\text{пот}}$
- В) $Q_n = Q_{\text{пол}} - Q_{\text{всп}} - eQ_{\text{пот}}$
- С) $Q_n = Q_{\text{пол}} + Q_{\text{всп}}$
- Д) $Q_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{п о л}} + Q_{\text{в с п}}}{2} - \sum Q_{\text{п о т}}$
- Е) $Q_n = Q_{\text{пол}} + eQ_{\text{пот}}$

19. Расмда ифодаланган термонарадаги A нуқтаси қандай ата-лади?

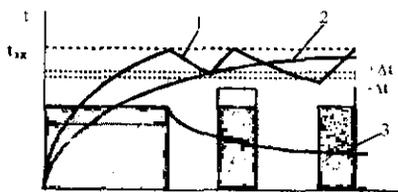


- A) Қизин нуқтаси
- B) Пайванд нуқтаси
- C) Совуқ пайванд нуқтаси
- D) Иссиқ пайванд нуқтаси
- E) Туташ нуқтаси

20. ЭҚШлар истеъмол қилаётган қувват миқдорини бошқариш қуйидаги усулларнинг қайси бири билан амалга оширилади?

- A) 1) Печни манбага навбатма-навбат улаш ва узини орқали
2) Қўшимча қаршилик улаш орқали
- B) 1) Уч фазали печлар қиздирувчи элементларини “юлдуз”дан “уч-бурчак” улашини схемасига ўтказиш ёки аксинча, бир фазали печлар қиздирувчи элементларини “кетма-кет” улашини схемасидан “параллел” улашини схемасига ўтказиш ёки аксинча, орқали:
2) Печни манбага навбатма-навбат улаш ва узини орқали
- C) 1) Қўшимча қаршилик улаш орқали
2) Уч фазали печлар қиздирувчи элементларини “юлдуз”дан “уч-бурчак” улашини схемасига ўтказиш ёки аксинча, бир фазали печлар қиздирувчи элементларини “кетма-кет” улашини схемасидан “параллел” улашини схемасига ўтказиш ёки аксинча, орқали
- D) 1) Қўшимча қаршилик улаш орқали
2) Бир турдаги печлар гуруҳига улаш орқали
- E) 1) Бир турдаги печлар гуруҳига улаш орқали
2) Печни манбага навбатма-навбат улаш ва узини орқали

21. Қуйидаги расмда печь қуввати ва ҳароратининг ўзгариш графиги келтирилган. Бу график қувват ва ҳароратни бошқаришнинг қандай усулини ифодалайди?



- A) Бир турдаги печлар гуруҳига улаш
- B) Қўшимча қаршилик улаш
- C) Печни манбага навбатма-навбат улаш ва узини (икки позицияли бошқариш)
- D) Қиздирувчи элементларни “юлдуз” схемасидан “учбурчак” схе

26. Идеал қиздириш жараёнида қиздириш учун сарф бўлган қувват қиймати қандай аниқланади?

$$A) P_H = C_H \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{H3D}}{100} \right)^4 \right] \cdot \frac{F_H}{860}$$

$$B) P_H = \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{H3D}}{100} \right)^4 \right] \cdot \frac{F_H}{860}$$

$$C) P_H = \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{H3D}}{100} \right)^4 \right]^4 \cdot \frac{F_H \cdot C_H}{860}$$

$$D) P_H = \left(\frac{T_H}{100} \right)^4 \cdot \frac{F_H \cdot C_H}{860}$$

$$E) P_H = \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{H3D}}{100} \right)^4 \right] \cdot \frac{F_H \cdot C_H}{860}$$

27. Ўтга чидамли материалларнинг юқори ҳароратларга бардон бериб деформацияга учрамаслигига қўйилган талаб қандай аталади?

- A) Термик барқарорлик
- B) Кичик электр ўтказувчанлик
- C) Механик жиҳатдан бикирлик
- D) Ўтга чидамлилик
- E) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик

28. Ўтга чидамли материалларнинг юқори ҳарорат шароитида сезиларли механик юкламаларга бардон беришига қўйилган талаб қандай аталади?

- A) Механик жиҳатдан бикирлик
- B) Ўтга чидамлилик
- C) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик
- D) Термик барқарорлик
- E) Кичик электр ўтказувчанлик

29. Ўтга чидамли материаллар қуйидаги ҳароратларнинг қайси бирига мўлжалланган?

- A) 1770 - 2000 K
- B) 1500 - 1600 K
- C) 1500 K дан кичик
- D) 1580 - 1770 K
- E) 1780 - 2780 K

30. Ўта юқори даражада ўтга чидамли материаллар қуйидаги ҳароратларнинг қайси бирига мўлжалланган?

- A) 1000 K дан юқори
- B) 1500 K дан юқори
- C) 2000 K дан юқори
- D) 3000 K дан юқори
- E) 5000 K дан юқори

31. Юқори даражада ўтга чидамли материаллар қуйидаги ҳароратларнинг қайси бирига мўлжалланган?

- A) 2000 K дан юқори
- B) 1770 - 2000 K
- C) 1780 - 2780 K
- D) 1700 - 1900 K
- E) 2000 - 2100 K

32. Ўтга чидамли материалларнинг ҳароратнинг кескин ўзгаришларига механик жиҳатдан эмирилмаётган бардош берин қобилятига қўйилган талаб қандай аталади?

- A) Ўтга чидамлик
- B) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик
- C) Термик барқарорлик
- D) Кичик электр ўтказувчанлик
- E) Механик жиҳатдан биқирлик

33. Ўтга чидамли материалларнинг кимёвий жиҳатдан эрозияга учрамаслигига қўйиладиган талаб қандай аталади?

- A) Кичик электр ўтказувчанлик
- B) Ўтга чидамлик
- C) Механик жиҳатдан биқирлик
- D) Термик барқарорлик
- E) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик

34. Ўтга чидамли материалларнинг илгчи ҳароратларда ток ўтказмаслигига ёки кам миқдорда ток ўтказишга қўйиладиган талаб қандай аталади?

- A) Механик жиҳатдан бикирлик
- B) Кичик ток ўтказувчанлик
- C) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик
- D) Ўтга чидамлик
- E) Термик барқарорлик

35. Ўтга чидамли материалларнинг печь камераси деворларини (футеровка) ҳаддан зиёд оширмай иссиқлик энергияси йўқолишини камайтиришга қўйилган талаб қандай аталади?

- A) Кичик электр ўтказувчанлик
- B) Кимёвий жиҳатдан нейтраллик
- C) Термик барқарорлик
- D) Кичик иссиқлик ўтказувчанлик
- E) Ўтга чидамлик

36. Шина ва тола аралашмаси (стекловата) қандай материал тоифасига кириди?

- A) Иссиқлик изоляция материал
- B) Юқори ҳароратга чидамли материал
- C) Ўтга чидамли материал
- D) Электр изоляция материал
- E) Кимёвий нейтрал материал

37. Асбест қандай материаллар тоифасига кириди?

- A) Ўтга чидамли материал
- B) Юқори ҳароратга чидамли материал
- C) Электр изоляция материал
- D) Иссиқлик изоляция материал
- E) Кимёвий нейтрал материал

38. Ўтказгичнинг белгиланган ҳароратдаги солиштирма қаршилиги нимага тенг?

A) $\rho_t = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot t)$

E) $\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \alpha(t - 20)}$

B) $\rho_t = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha(t - 20)]$

C) $\rho_t = \rho_{20} \cdot (1 + t)$

D) $\rho_t = 1 + \alpha(t - 20)$

39. Паст ҳарорат қиздирувчи элементлари ҳароратнинг қандай қийматларига мўлжалланган?

- A) 500 -700 K
- B) 300 -200 K
- C) 1000 -1500 K
- D) 700 - 800 K
- E) 600 -800 K

40. Ўрта ҳарорат қиздирувчи элементлари ҳароратнинг қандай қийматларига мўлжалланган?

- A) 1000 -1500 K
- B) 2000 - 2500 K
- C) 900 -1300 K
- D) 1000 -1200 K
- E) 1500 -1700 K

41. Юқори ҳарорат қиздирувчи элементлари ҳароратнинг қандай қийматларига мўлжалланган?

- A) 5000 -5500 K
- B) 3000 -3500 K
- C) 2000 -2300 K
- D) 2500 - 3300 K
- E) 6000 -6300 K

42. Трубкасимон қиздирувчи элементлар (ТЭНлар) ҳароратига кўра қайси турдаги қиздирувчи элемент (ҚЭ) тоифасига киради?

- A) Паст ҳарорат ҚЭ.
- B) Ўрта ҳарорат ҚЭ.
- C) Ҳеч қайси турга кирмайди
- D) Юқори ҳарорат ҚЭ.
- E) Ўта юқори ҳарорат ҚЭ.

43. Шихром, феҳраль каби ўтказкичлардан ясалган қиздирувчи элементлар қайси ҳароратгача мўлжалланган?

- A) 1500 K гача
- B) 1000 K гача
- C) 2000 K гача
- D) 1200 K гача
- E) 3000 K гача

44. Графитдан ясалган қиздирувчи элементлар қандай ишчи ҳароратларга мўлжалланган?

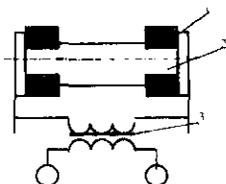
- A) 1000 -1500 K
- B) 1000 - 2700 K
- C) 2000 -2500 K
- D) 2000 -2200 K
- E) 2500 - 3000 K

45. Ўтказкич диаметрининг қайси қийматларида сымдан ясалган zig-zag турдаги қиздирувчи элемент конструкцияси таълифлади?

- A) $d < 5\text{мм}$
- B) $5 < d < 9\text{мм}$
- C) $d > 9\text{мм}$

- Д) “d”нинг турли қийматларида
- Е) Тўғри жавоб кўрсатилмаган

46. Қуйидаги схемада келтирилган усул, қиздиришнинг қандай усулига тўғри келади?



- A) Билвосита
- B) Индукцион
- C) Бевосяга
- Д) Шамалли
- Е) Электр ёй қиздириш усули

47. Ўтказгич диаметрининг қайси қийматларида лентасимон ўтказгичдан ясалган зиг-заг турдаги қиздирувчи элемент конструкцияси танланади?

- A) $d < 5\text{мм}$
- B) $5 < d < 9\text{мм}$
- C) $d > 9\text{мм}$

- Д) “d”нинг турли қийматларида
- Е) Тўғри жавоб кўрсатилмаган

48. Ўтказгич диаметрининг қайси қийматларида симдан ясалган спиральсимон қиздирувчи элемент конструкцияси танланади?

- A) $d > 9\text{мм}$
- B) $d < 5\text{мм}$
- C) $5 < d < 9\text{мм}$

- Д) “d”нинг турли қийматларида
- Е) Тўғри жавоб кўрсатилмаган

49. Индукцион қиздириш усули нимага асосланган?

- A) Ом қонунининг қўлланилишига
- B) Электромагнит индукцияси қонунининг қўлланилишига
- C) Тўла ток қонунининг қўлланилишига
- Д) Планк, Фурье, Стефан-Больцман қонунарининг қўлланилишига
- Е) Кирхгофф қонунарининг қўлланилишига

50. Индукцион қиздириш усулида ажралган иссиқлик энергияси асосан қайси катталикка кўра аниқланади?

- A) Электромагнит майдон кучанганлигига пропорционал равишда
- B) Электр майдон кучанганлигига пропорционал равишда
- C) Уярма ток катталигига тескари пропорционал равишда

- Д) Уярма ток катталыгының квадратига пропорционал равинида
 Е) Электр майдон кучланганлыгыга тескари пропорционал равинида

51. Пўлат ўзакли индукцион печнинг канал қисми ўзидан нима-ни ифодалайди?

- А) Бирламчи чулгамни
 В) Магнит ўзакни
 С) Иккиламчи чулгамни
 Д) Ярмони
 Е) Электр юкламасини

52. Тузилишига кўра индукцион канал тиپидаги печлар қан-дай қурилмани эслатади?

- А) Генераторни
 В) Синхрон двигательни
 С) Икки чулгамли куч трансформаторини
 Д) Асинхрон двигательни
 Е) Автотрансформаторни

53. Индукцион канал тиپидаги печ-индуктори ҳосил қилаётган магнит оқими куйидаги катталиклар билан қандай муносабатдали-гини айтинг.

- А) Кучланишга тўғри ва индуктордаги токка тескари пропорционал.
 В) Нольга тенг.
 С) Чексизга штилади.
 Д) Магнит юритувчи куч (м.ю.к.)га тўғри ва магнит занекири қаршилигыга тескари пропорционал.
 Е) Индуктордаги ўрамлар солига тўғри пропорционал

54. Ўзгарувчан магнит оқими таъсирида каналдаги металлда ҳосил бўлган Э.Ю.К. қандай аниқланади?

- А) $E_M = 4.44 W_M \cdot f_M \cdot 10^8$
 В) $E_M = \frac{W_M \cdot f_M \cdot 10^8}{4.44}$
 С) $E_M = \frac{U_M}{I_M}$
 Д) $E_M = 1$
 Е) $E_M \rightarrow \infty$

55. ИКН каналидаги металлдан оқаётган токка кўра ажрала-ётган қувват миқдори нимага тенг?

$$A) P_M = \frac{E_M^2 \cdot r_M}{z_M^2} \quad Д) P_M = \frac{E_M}{(z_M^2 - z_M^2)}$$

$$B) P_M = -\frac{E_M^2 \cdot r_M}{z_M^2} \quad E) P_M = E_M - \frac{E_M}{z_M^2}$$

$$C) P_M = E_M \cdot r_M^2 \cdot z_M^2$$

56. Индукцион канал печининг қувватини ошириш учун қуйидаги шартларнинг қайсиниси бажарилиши керак?

- A) 1) магнит оқими қийматини ошириш.
2) индуктор ўлчамларини кичрайтириш.
- B) 1) магнит оқими қийматини ошириш.
2) индуктор ўлчамларини катталантириш.
- C) 1) магнит оқими қийматини ошириш.
2) ток частотаси қийматини ошириш.
- Д) 1) ток частотаси қийматини ошириш.
2) индуктор ўлчамларини катталантириш.
- E) 1) ток частотаси қийматини ошириш.
2) индуктор ўлчамларини кичрайтириш.

57. ИКНларнинг трансформаторлардан фарқи бўйича қуйида қўйилган жавобларнинг қайси бири нотўғри?

- A) Иккиламчи чулғамнинг юклама билан бирлиги
- B) Иккиламчи чулғамда фақат битта ўрам мавжудлиги
- C) Юза эффе́ктивнинг мавжудлиги
- Д) Магнит ўтказгичнинг шихталанган тартибда бажарилашлиги
- E) Cos φ нинг кичик қиймати

58. ИКНларни турини таълашнинг қатор хусусиятлари мавжуд. Қуйидагиларнинг қайси бири бундай хусусиятлар тоифасига мансуб эмас?

- A) Узлуксиз ишлаш режимининг зарурати
- B) Суюқ металл тўқилмай қолган қисминини қолдириш зарурати
- C) Тигель ҳажмининг катта бўлиши зарурати
- Д) Бошқа турдаги металлларни эритиш режимига ўтишни қийинлиги
- E) Барча жавоблар мансуб эмас

59. ИКПларда тарқалган оқими ва каналдаги токнинг ўзаро таъсирлашуви натижасида ҳосил бўлган эффе́кт номини айтинг.

- A) Қисини эффе́кти
- B) Мотор (марказдан қочин) эффе́кти
- C) Салт юриш эффе́кти
- D) Уюрма эффе́кти
- E) Иссиқлик эффе́кти

60. Ёниқ, ўзгарувчан кесим юзага эга каналли ИКПларда турли зичликдаги токларнинг ўзаро таъсирлашувидан ҳосил бўлган эффе́кт номини айтинг.

- A) Мотор (марказдан қочин) эффе́кти
- B) Уюрма эффе́кт
- C) Иссиқлик эффе́кти
- D) Қисини эффе́кти
- E) Салт юриш эффе́кти

61. ИКПнинг канали ва шахтасидаги металл ҳарорати фарқи таъсиридан ҳосил бўладувчи эффе́кт номини айтинг.

- A) Уюрма эффе́кт
- B) Иссиқлик эффе́кти
- C) Салт юриш эффе́кти
- D) Қисини эффе́кти
- E) Мотор (марказдан қочин) эффе́кти

62. ИКПларда магнит оқимининг шу оқимни ҳосил қилувчи ток билан таъсирлашувидан ҳосил бўладиган эффе́кт номини айтинг.

- A) Қисини эффе́кти
- B) Мотор (марказдан қочин) эффе́кти
- C) Иссиқлик эффе́кти
- D) Уюрма эффе́кт
- E) Салт юриш эффе́кти

63. Алюминий эритиш учун белгиланган ИКПнинг принципиал схемасида қайси қурилма қувватни ўзгартириш (бошқариш) учун мўлжалланган?

- A) Автотрансформатор

- В) Конденсатор батареяси
- С) Контроллер
- Д) Терможуфтлик (термошара)
- Е) Индуктор

64. Қуйидаги келтирилган тенгламаларнинг қайсыларидан ИК-Шларнинг актив қувватини аниқлаш учун фойдаланилади:

$$1) P_a = \frac{g \cdot C_M \cdot 10^3}{860 \cdot \eta_n} \cdot \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_1}$$

$$3) P_a = \frac{G_n \cdot C_M \cdot 10^3}{860 \cdot \eta_n \cdot \tau_1}$$

$$2) P_a = g \cdot A_0 \cdot \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{\tau_1}$$

$$4) P_a = G_n \cdot \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{\tau_1} / 860 \cdot \eta_n$$

- А) фақат 1,2,4
- В) фақат 1,2,3
- С) фақат 1,3,4
- Д) фақат 2,3,4
- Е) 1, 2, 3, 4

65. ИКШ каналининг фойдали сизими қандай аниқланади?

$$A) C_n = \frac{g(\tau_1 + \tau_2)}{860} \quad D) C_n = \frac{g \cdot 860}{\tau_1 + \tau_2}$$

$$B) C_n = \frac{g}{(\lambda_1 + \lambda_2)} \quad E) C_n = g(\tau_1 + \tau_2) \cdot C$$

$$C) C_n = g(\tau_1 + \tau_2)$$

66. ИКШ каналининг фойдали ҳажми қандай аниқланади?

$$A) V_n = \frac{G_n}{(\gamma_M \cdot 10^3)} \quad D) V_n = G_n \cdot \gamma_M \cdot 10^3$$

$$B) V_n = G_n \cdot \gamma_M \cdot 10^{-3} \quad E) V_n = \frac{G_n}{\gamma_M} \cdot 10^3$$

$$C) V_n = \frac{\gamma_M \cdot 10^3}{G_n}$$

71. ИТНлар учун қуйидаги муносабатларнинг қайси бири тўғри?

A) $\frac{d_M}{h_M} = 0.6 \div 0.7$ Д) $\frac{d_M}{h_M} = 0.75 \div 1.0$

В) $\frac{d_M}{h_M} = 0.5 \div 0.8$ Е) $\frac{d_M}{h_M} = 0.64 \div 0.8$

С) $\frac{d_M}{h_M} = 1.0 \div 1.5$

72. ИТНлар учун қуйидаги муносабатларнинг қайси бири тўғри?

A) $\frac{d_M}{D_H} = 0.7 \div 1.0$ Д) $\frac{d_M}{D_H} = 0.3 \div 0.5$

В) $\frac{d_M}{D_H} = 0.7 \div 0.9$ Е) $\frac{d_M}{D_H} = 0.5 \div 1.0$

С) $\frac{d_M}{D_H} = 0.5 \div 0.7$

73. Баланд частота ИТНлари қуйидаги частоталарнинг қайси бирида ишлайди?

A) 500 - 10000 Гц

Д) 100000 Гц гача

В) 1000 - 5000 Гц

Е) 1000 Гц гача

С) 20000 - 50000 Гц

74. Юқори частота ИТНлари қуйидаги частоталарнинг қайси бирида ишлайди?

A) 50 - 100 кГц

Д) 500 кГц дан юқори

В) 100 - 200 кГц

Е) 1000 кГц дан юқори

С) 50 - 400 кГц

75. Қуйидаги хусусиятларнинг қайси бири тигељ печларнинг афзаллик хусусиятлари тоифасига крмайди?

A) Ёимёвий таркиби жиҳатидан тоза бўлган металл ва қоринималар олини имконияти

В) Юқори сифатдаги металлларни нейтрал муҳит ва вакуумда эри-тиб олини имконияти

С) Печнинг узок муздатда иштаниши таъминлашга йўналтирилган футеровкани хаддан зиёд қизимаслиги

Д) Печь фойдали иш коэффициентининг юқори қийматта эга эканлиги

Е) Олдинги жавобларда келтирилган хусусиятлар ИТНларга тегишли эмас

76. ИТН фойдали иш коэффициентининг қиймати нимага тенг?

А) $\eta_n = 0.45 \div 0.7$ Д) $\eta_n = 0.7 \div 0.8$

В) $\eta_n = 0.3 \div 0.4$ Е) $\eta_n = 0.75 \div 1.0$

С) $\eta_n = 0.25 \div 0.45$

77. Тигель ҳажмига кўра “қолдиқ металл” неча фоизни ташкил қилади?

А) 15% - 20 %

Д) 40% - 50%

В) 30% - 40%

Е) 5% - 10%

С) 25% - 30%

78. Саноат частотаеида ишлайдиган ИТНлар қандай ток манбасидан истеъмолланади?

А) Лампани генераторлардан

В) Трансформатор ва автотрансформатор орқали

С) Машина генераторларидан

Д) Магнетотронлар орқали

Е) Электр таъминоти тизимидан

79. Баланд частота ИТНлари қандай ток манбасидан истеъмолланади?

А) Трансформатор ва автотрансформатор орқали

В) Машина генераторларидан

С) Электр таъминоти тизимидан

Д) Магнетотронлар орқали

Е) Лампани генераторлардан

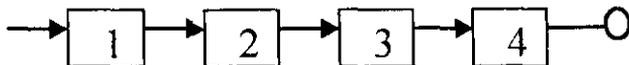
80. Юқори частота ИТНлари қандай ток манбасидан истеъмолланади?

А) Магнетотронлар орқали

В) Электр таъминоти тизимидан

- С) Лампани генераторлардан
- Д) Трансформатор ва автотрансформатор орқали
- Е) Машина генераторларидан

81. Қуйидаги расмда лампани генераторнинг структуравий схемаси келтирилган:



Ўзгармас ток энергиясини юқори частотадаги электр тебранишлар энергиясига айлантириш учун мўлжалланган ва бир ёки бир неча генератор лампасидан тузилган генератор қайси блокда жойланган?

- А) 1-блокда
- В) 2-блокда
- С) 3-блокда
- Д) 4-блокда
- Е) Схемада бундай блок йўқ

82. Қуйидаги схеманинг қайси блоки ўзидан кучланишни кўтаришга мўлжалланган трансформаторни ифодалайди?

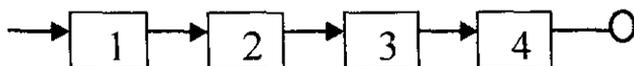


- А) Блок № 1
- В) Блок № 2
- С) Блок № 3
- Д) Блок № 4
- Е) Схемада бундай блок йўқ

83. Қуйидаги схеманинг қайси блоки ўзидан конденсатор батареяси ва тебраниш контуридан иборат тизимни ифодалайди?

- А) Блок № 1
- В) Блок № 2
- С) Блок № 3
- Д) Блок № 4
- Е) Схемада бундай блок йўқ

84. Қуйидаги схеманинг қайси блоки ўзидан ўзгарувчан ток энергиясини кучланиши 9000 - 15000 В бўлган ўзгармас ток энергиясига ўзгартириш учун ва тиристорлардан ясалган тизимни ифодалайди?



- A) Блок № 1
- B) Блок № 2
- C) Блок № 3

- Д) Блок № 4
- Е) Схемада бундай блок йўқ

85. Қуйидаги афзалликлардан қайсииниси ИТПларининг афзалликлари мажмуига кирмайди?

- A) Қисқа вақт ичида юқори ҳароратларга эришиш
- B) Қиздириш жараёнини автоматлаштириш имконияти
- C) Деталларнинг фақат белгиланган қисмини қиздириш имконияти
- Д) Қурилмани ўрнатиш учун шисбатан кичик майдон талаб қилиниши
- Е) ФИК юқори қийматлари

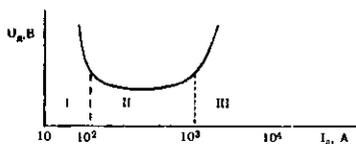
86. Индукцион юза эффеќти қуйидагиларнинг қайси бири таъсирида кузатилади?

- A) Мотор (марказдан қочини) ва иссиқлик эффеќтлари таъсирида
- B) Юза ва яқинлик эффеќтлари таъсирида
- C) Иссиқлик ва қисини эффеќтлари таъсирида
- Д) Уюрма ва мотор эффеќтлари таъсирида
- Е) Фақат иссиқлик эффеќтлари таъсирида

87. Диэлектрик қиздириш қурилмаларида иссиқлик энергияси ниманинг ҳисобига ажралади?

- A) Силжини токи ва сизиб ўтини токи ҳисобига
- B) Электр қаршилиғи ҳисобига
- C) Фотоэффеќт ҳисобига
- Д) Индукцион тоқлар ҳисобига
- Е) Маҳсулот материалининг кристалл панжараси структурасининг ўзгариши ҳисобига

88. Расмда келтирилган вольт-ампер характеристика (в.а.х) қуйидагиларнинг қайси бирига мансуб?



- A) Диэлектрик в.а.х. си
- B) Ярим ўтказгичлар в.а.х. си
- C) Ўтказгичлар в.а.х. си
- Д) Электр ёйининг в.а.х. си
- Е) Материалларга кимёвий шилув бериш характеристикаси

93. Электр ёй разряди пайтида катодда ажралиётган қувват қандай аниқланади?

A) $Q_k = I_g(U_k + \varphi)$ Д) $Q_k = \frac{I_g}{2}(U_k - \varphi)$

B) $Q_k = I_g(U_k - \varphi)$ E) $Q_k = 0$

C) $Q_k = \frac{I_g}{2}(U_k + \varphi)$

94. Электродлардан энергия қандай тартибда тарқалади (сарфланади)?

A) Электрод таркибига исиқлик ўтказувчанлик орқали

B) Буеланиш ва электроднинг эриб парчаланishi орқали сарфига кўра

C) Электродлар орқали энергиянинг узатилишига кўра

Д) Исиқлик энергиясини нурланиш орқали тарқалиши сабабли

E) Электроддан конвекция орқали исиқлик энергиясининг узатилиши сабабли

95. Қуйидаги шарларнинг қайси бири бажарилганда электр ёйи ҳосил бўлади?

A) $\frac{dE}{d\tau} > 0$ Д) $\frac{dE}{d\tau} < 0$

B) $\frac{dE}{d\tau} \ll \frac{dU}{d\tau}$ E) $\frac{dE}{d\tau} = 0$

C) $\frac{dE}{d\tau} \gg \frac{dU}{d\tau}$

96. Электр ёйи ҳосил бўлиши ва ёйни барқарор ёишини таъминлаш учун ёй занжирига унга кетма-кет қилиб қуйидагиларнинг қайси бири уланади?

A) Электр сизими (конденсатор)

Д) Тўғрилагич

B) Актив қаршилик

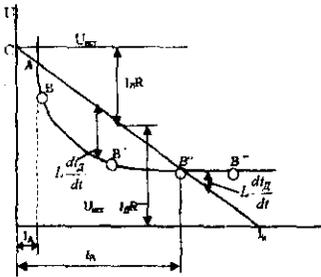
E) Индуктивлик

C) Реактор

97. Электр ёйининг барқарор ёниш шартини кўрсатинг.

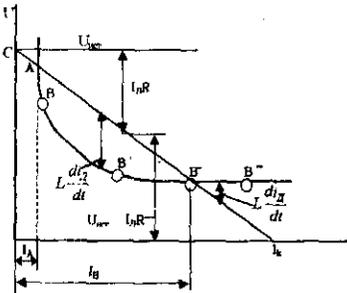
- A) $\frac{L \cdot d \cdot i}{d \cdot t} = 1$ Д) $\frac{d \cdot i}{d \cdot t} < 0$
 B) $\frac{d \cdot i}{d \cdot t} > 1$ E) $1 > \frac{L \cdot d \cdot i}{d \cdot t} > 0$
 C) $\frac{d \cdot i}{d \cdot t} = 0$

98. Расмда келтирилган электр ёйининг вольт-ампер характеристиканинг қайси қисмида унинг барқарор ўчирин қисми дейилди?



- A) A нуқтадан чапда
 B) A ва B нуқталар орасида
 C) B'' ва B' нуқталар ўртасида
 Д) B ва B''' нуқталар ўртасида
 E) B' нуқтадан чапда

99. Расмда келтирилган электр ёйининг вольт-ампер характеристиканинг қайси қисмида унинг барқарор ёниш қисми жойлашган?



- A) A нуқтадан чапда
 B) A ва B нуқталар орасида
 C) B' ва B'' нуқталар ўртасида
 Д) B ва B''' нуқталар ўртасида
 E) B' нуқтадан чапда

100. Кучланиш остидаги электродлар ўзаро туташуви натижасида ҳосил бўлган ўтиш контактида ажралган иссиқлик энергияси таъсирида электроднинг эриши натижасида қандай жараён амалга ошади?

- A) Ёйнинг ҳосил бўлиши Д) Ёй қувватининг пасайиши
 B) Ёйнинг ўчиши E) Ўта кучланиш
 C) Ёй қувватининг ошиши

101. Электр ёйининг барқарор ёниш нуқтасини қандай усул билан ўзгартириш (бошқариш) мумкин?

- A) Қўшимча қаршиликни ўзгартириш
 Ёй узунлигини ўзгартириш
 Қўшимча қаршилик ва ёй узунлигини биргаликда ўзгартириш
 кабилар орқали
 B) Ёй кучланишини ўзгартириш ва
 Ёй тоқини ўзгартириш орқали
 C) Ёй кучланишини ўзгартириш ва
 Ёй тоқини ўзгартириш орқали
 D) Қўшимча қаршиликни ўзгартириш ва
 Ёй тоқини ўзгартириш орқали
 E) Қўшимча қаршиликни ўзгартириш ва
 Ёй кучланишини ўзгартириш

102. Қандай турдаги печларда ёй эритилаётган материаллар устида жойлашган электродлар орасида ёниб, ёй иссиқлиги маҳсулотга нурланиш орқали узатилади?

- A) Билвосита электр ёй печлари Д) Плазмали ёй печлари
 B) Қаршилик электр ёй печлари E) Вакуум ёй печлари
 C) Бевосита электр ёй печлари

103. Қандай турдаги печларда ёй электродлар ва эритилаётган маҳсулот ўртасида ёнади?

- A) Вакуум ёй печлари Д) Қаршилик ёй печлари
 B) Плазмали ёй печлари E) Бевосита ёй печлари
 C) Билвосита ёй печлари

104. Қандай турдаги печларда ёй электр ўтказувчан шихта остида ёнади?

- A) Қаршилик ёй печлари Д) Бевосита ёй печлари
 B) Плазмали ёй печлари E) Вакуум ёй печлари
 C) Билвосита ёй печлари

105. Қандай турдаги печларда ёй инерт газ ёки насть босимдаги эриган металл жойлашган ванна ва сарфланувчан электродлар орасида ҳосил бўлади (ёнади)?

- A) Қаршиллик ёй печлари
- B) Вакуум ёй печлари
- C) Бевосита ёй печлари
- D) Билвосита ёй печлари
- E) Плазмали ёй печлари

106. Қандай турдаги печларда металлларга иссиқлик инклюви бериш инерт газ шароитидаги плазма оқими билан бирлашган электр ёйи таъсирида амалга оширилади?

- A) Билвосита ёй печлари
- B) Бевосита ёй печлари
- C) Вакуум ёй печлари
- D) Қаршиллик ёй печлари
- E) Плазмали ёй печлари

107. Электр ёй печларининг электр таъминоти тизимидаги трансформаторнинг иккиламчи чуқуридан электродларгача бўлган тармоқ қандай аталади?

- A) Асосий (куч) заنجири
- B) Қисқа тармоқ
- C) Магнит ўтказгич
- D) Таъминлаш заنجири
- E) Элект узатиш тармоғи

108. Қуйидаги талабларнинг қайси бири электр ёй печлари конструкцияси, унинг элементлари ва электр таъминоти схемасига қўйиладиган талаблар тоифасига кирмайди?

- A) Печда оксидланиш муҳитини қўллаб-қувватлаш
- B) Печда тикланувчан муҳитини қўллаб-қувватлаш
- C) Қувватни равош бошқариш имконияти
- D) Печъ электр схемасининг тез қайтарикувчан эксплуатацион қисқа туташувларни зудлик билан бартараф қилиш имконияти
- E) Юқоридаги жавоблар нотўғри

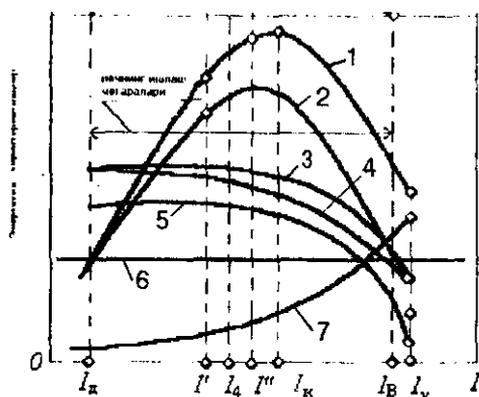
109. Қуйидагиларнинг қайси бири электр ёй печларида электр-энергияни истеъмолчига етказиб, шихтани эритгач, тайёр маҳсулот олишга хизмат қилади?

- A) Индуктор
- B) Электродлар
- C) Қиздирувчи элемент
- D) Ёй ўчириш камераси
- E) Трансформатор

110. Электр ёй печларида қузатиладиган эксплуатацион қисқа туташув тоқлар қийматини қуйидагиларнинг қайси бири чеклайди?

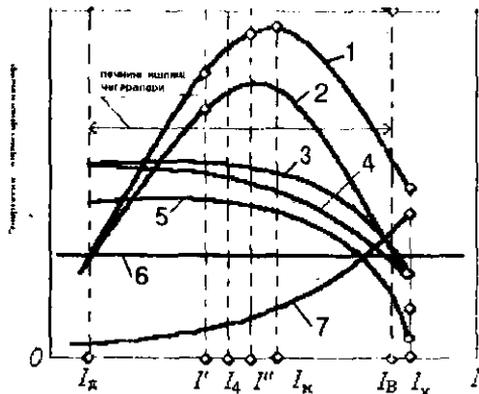
- A) "Қисқа тармоқ"
- B) Асосий тармоқ
- C) Реактор
- D) Юклама выключатели
- E) Печ трансформаторининг РШШ

111. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $P_{акт} = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



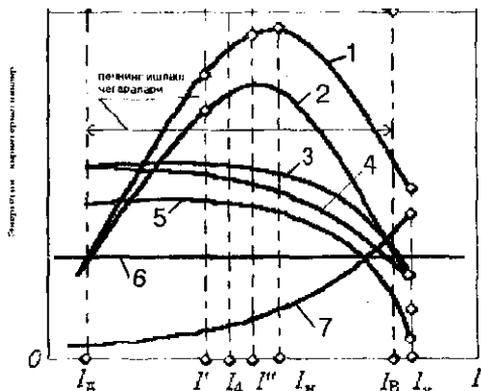
- A) 2
- B) 3
- C) 1
- D) 6
- E) 5

112. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $P_{ти} = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган



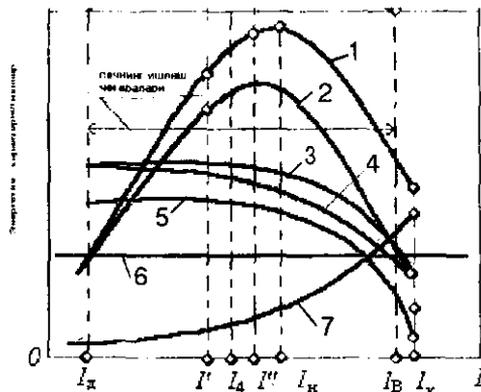
- A) 6
- B) 7
- C) 1
- D) 4
- E) 3

113. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $P_{\lambda} = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



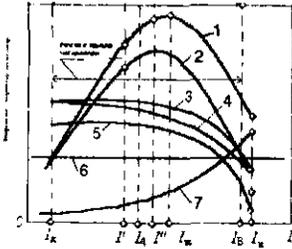
- A) 6
- B) 7
- C) 3
- D) 2
- E) 4

114. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $h_g = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



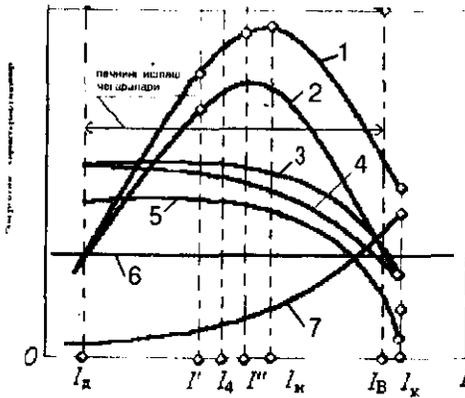
- A) 6
- B) 4
- C) 5
- D) 1
- E) 2

115. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $\cos\phi = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



- A) 4 B) 1
C) 2 D) 6
E) 3

116. Қуйидаги расмда электр ёй печининг энергетик характеристикалари келтирилган. $U_d = f(I)$ характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



- A) 7
B) 5
C) 2
D) 3
E) 6

117. Қуйидаги расмда электр ёй печларининг ишчи (технологик) характеристикалари келтирилган. $g = f(I)$ (g - ишлаб чиқарувчанлик) характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



- A) 1
B) 3
C) 4
D) 2
E) Бундай характеристика расмда келтирилмаган.

118. Қуйидаги расмда электр ёй печларининг ишчи (технологик) характеристикалари келтирилган. $t=f(I)$ (t -металлни эритиш вақти) характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



- A) 3
- B) 2
- C) 1
- D) 4
- E) Бундай характеристика расмда келтирилмаган.

119. Қуйидаги расмда электр ёй печларининг ишчи (технологик) характеристикалари келтирилган. $N=f(I)$ (N -электр энергиясининг солингирма сарфи) характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



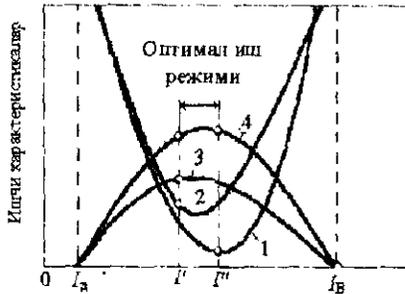
- A) 4
- B) 2
- C) 1
- D) 3
- E) Бундай характеристика расмда келтирилмаган.

120. Қуйидаги расмда электр ёй печларининг ишчи (технологик) характеристикалари келтирилган. $l=f(I)$ (l -электродлар билан маҳсулот ўртасидаги масофа) характеристикаси қайси рақам билан белгиланган?



- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 1
- E) Бундай характеристика расмда келтирилмаган.

121. Қуйидаги расмда электр ёй печларининг ишчи (технологик) характеристикалари келтирилган. $\eta=f(I)$ (η -печь фойдали иш коэффициенти) характеристикаси қайси рақам билан белгилашган?



- A) 3
- B) 1
- C) 2
- D) 4
- E) Бундай характеристика расмда келтирилмаган.

122. Қуйидаги келтирилган энергиялар йўқолишининг қайси бири пўлат эритиш ёй печларида кузатиладиган иссиқлик энергия йўқолиши тоифасига кىрмайди?

- A) Футеровка орқали иссиқлик йўқолиши
- B) Печь ишчи ойнаси орқали иссиқликнинг нурланиш ва конвекция орқали йўқолиши
- C) Печь конструкцияси элементларини совитувчи сув орқали иссиқлик йўқолиши
- D) Печдан чиқариладиган газлар орқали иссиқлик йўқолиши
- E) Электродлар орқали иссиқлик йўқолиши

123. Қуйидаги белгиларнинг қайси бири рудно-термик печга (РТН) таълуқли белгилар тоифасига кىрмайди?

- A) Пўлат эритиш ёй печларидаги иссиқлик ва электр энергиясининг йўқолишига нисбатан бундай йўқолишнинг РТНда камлиги.
- B) Ҳароратнинг ошиши билан шихтанинг солиштирма электр қаршиликнинг сезиларли ўзгариши.
- C) Шихта таркибини ўзгартириш ҳарорати 1200-2200 К.
- D) 1-2 йил давомида узлуксиз ишлаш режими.
- E) Пўлат эритиш ёй печига нисбатан соьшилти, оженурацияцион қисқа туташув ва унинг оқибатидаги токнинг кескин ошишининг кузатилмавлли.

129. Электр ёй найвандлаш қурилмалари ток манбаларининг қандай (специфик) махсус хусусиятини биласиз?

- A) Катта ток юкламаларига бардош бериш
- B) Катта қийматдаги қисқа туташув токига бардош бериш
- C) Кўп миқдордаги технологик қисқа туташувларга бардош бериш
- D) Ўта кучланнишга бардош бериш
- E) Электр энергия йўқолишининг кичик қиймати

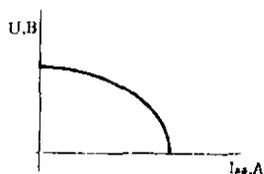
130. Электр ёйининг нормал босим ҳолатидаги абсолют ҳарорат қиймати қандай аниқланади?

A) $T = \frac{810}{Vj}$ D) $T = \sqrt{\frac{810}{Vj}}$

B) $T = 810 \cdot Vj$ E) $T = \frac{810}{\sqrt{Vj}}$

C) $T = \sqrt{810 \cdot Vj}$

131. Қуйидаги расмда электр ёй найвандлаш қурилмаси ток манбасининг қандай характеристикаси келтирилган?



- A) Вольт ампер характеристикаси
- B) Айланма пасивчи юмшоқ ташқи характеристика
- C) Бошқариш характеристикаси
- D) Қисқа туташув характеристикаси
- E) Қаттиқ ташқи характеристикаси

132. Электр ёй найвандлаш қурилмалари учун махсус талабларга жавоб берадиган ўзгармас ва ўзгарувчан ток манбалари яритилади. Қуйидагиларнинг қайси бири бундай талаблар тоифасига кирмайди?

- A) Электр ёйини ҳосил бўлишини таъминлаш учун етарли миқдордаги салт юриши кучланнишга эга бўлиш
- B) Чىقىшдаги кучланнишнинг катта қийматига эга бўлиш
- C) Кўп миқдордаги технологик қисқа туташувлар шароитида ишончли ишлашни таъминлаш
- D) Ток қийматини равои ўзгартириш имконини берувчи қурилма билан таъминланган бўлиш
- E) Иңгисодий ва фойдаланиш қулайлиги талабларига жавоб бериши

133. Электр ёй пайванднинг қурилмаларининг ток манбаларининг ишлаш давомийлигига қандай аниқланади?

A) $IP = \left(\frac{\tau_y}{\tau_p} \right) \cdot 100$ Д) $IP = \sqrt{\frac{\tau_p}{\tau_y}} \cdot 100$

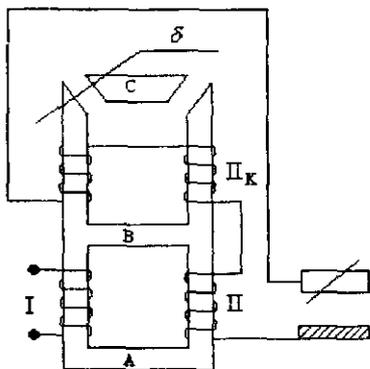
B) $IP = \tau_y \cdot \tau_p \cdot 100$ E) $IP = \left(\frac{\tau_p}{\tau_y} \right) \cdot 100$

C) $IP = \sqrt{\frac{\tau_y}{\tau_p}} \cdot 100$

134. Ўзгарувчан ток электр ёй пайвандлаш қурилмаларидаги дросель салтаги унинг характеристикаларига қандай таъсир кўрсатади?

- A) Танқи характеристиканинг пасасовчан бўлишига олиб келади
- B) Барқарор вольт-ампер характеристика олишига олиб келади
- C) Қисқа тутанув токни ошиб кетишига олиб келади
- Д) Қисқа тутанув токни пасайишига олиб келади
- E) Электр энергия йўқолишини камайишига олиб келади

135. Қуйидаги расмда ички ток бошқартгичи билан таъминланган пайвандлаш трансформатори схемаси келтирилган. Пайвандлаш токи қандай бошқарилади?



- A) ω_1 ғалтақининг ўрамлар сонини орттириб
- B) ω_1 ғалтақининг ўрамлар сонини камайттириб
- C) δ - ҳаво бўшлиғи (азорни) ўзгартириш орқали
- Д) ω_2 ғалтақининг ўрамлар сонини камайттириб
- E) ω_2 ғалтақининг ўрамлар сонини орттириб

136. Магнит оқими катта миқдорда тарқаладиган пайвандланган трансформаторларида пайвандланган токи қандай бошқарилади?

- А) Бирламчи ва иккиламчи чулғамлар ўртасидаги масофани ўзгартириш билан
- В) Бирламчи чулғам ўрамлар сонини ўзгартириш орқали
- С) Иккиламчи чулғам ўрамлар сонини ўзгартириш орқали
- Д) Ҳаво бўшлиғи d ни ўзгартириш орқали
- Е) Бирламчи чулғам кучланишини ўзгартириш орқали

137. Қўй پوستли пайвандланган қурилмаларида трансформаторга уланадиган постлар сони қандай аниқланади?

- А) $n = \frac{I_{mp} \cdot k}{I_n}$
- В) $n = \frac{I_{mp} \cdot I_n}{k}$
- С) $n = I_{mp} \cdot I_n \cdot k$
- Д) $n = \frac{I_{mp}}{I_n \cdot k}$
- Е) $n = \frac{I_n \cdot k}{I_{mp}}$

138. Қўй پوستли пайвандланган қурилмаларида трансформаторнинг иккиламчи чулғамидagi фазга кучланиши миқдорининг тўғри қийматини кўрсатинг.

- А) 50 - 100 В
- В) 20 - 25 В
- С) 65 - 70 В
- Д) 80 В
- Е) 220 В

139. Ўзгарувчан ток пайвандланган агрегатларида электр ёйинининг барқарор ёйинининг таъминлаш учун қуйидагиларнинг қайси бири заҳирга улашиши керак?

- А) Балласт қаршилиқ
- В) Автотрансформатор
- С) Генератор
- Д) Дроссель
- Е) Электромагнит

140. Номинал токи 206 А бўлган пайвандланган агрегатининг балласт қаршилиғининг токни ўзгартириш чегаралари нимага тенг?

- А) 100 - 200 А
- В) 50 - 200 А
- С) 80 - 250 А
- Д) 100 - 350 А
- Е) 100 - 500 А

141. Номинал токи 250 А бўлган пайвандлаш агрегати балласт қаршилигининг токини ўзгартириш чегаралари нимага тенг?

- A) 50 -200 А
B) 100 -200 А
C) 100 -350 А
D) 100 - 500 А
E) 80 -250 А

142. Номинал токи 350 А бўлган пайвандлаш агрегати балласт қаршилигининг токини ўзгартириш чегаралари нимага тенг?

- A) 100 - 350 А
B) 50 -200 А
C) 80 - 250 А
D) 100 -500 А
E) 300 -500 А

143. Пайвандлаш агрегатида генератори кучланиши 60 В ёй кучланиши 20 В бўлса, балласт қаршилигининг кучланиши нимага тенг?

- A) 80 В
B) 40 В
C) 3 В
D) 0.3 В
E) 120 В

144. Ўзгармас ток генераторларининг қайси турининг ташқи характеристикасини юмшоқ (айланама тушувчи (пасаювчи) характеристика) бўлишини таъминлаш якорь реакцияси майдонининг генераторнинг асосий майдонига магнитсизлантириш таъсирига кўра амалга оширилади?

- A) Мустақил қўзғатиш чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида
B) Ажратилган қутбли ва кўндаланг майдонга эга бўлган бир постли пайвандлаш генераторларида
C) Магнитловчи параллел ва магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида
D) Магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли кўп постли пайвандлаш генераторларида
E) Ҳаво бўйлиги d бошқарилувчан бир постли пайвандлаш генераторида

145. Ўзгармас ток генераторларининг қайси турининг ташқи характеристикасини юмшоқ (айланама тушувчи (пасаювчи) характеристика) бўлишини таъминлаш генераторнинг асосий магнит оқимининг кетма-кет чулғам оқими таъсирида камайиши ҳисобига амалга оширилади?

А) Ҳаво бўйлиги d бошқариладиган бир постли пайвандлаш генераторида

В) Ажратилган қутбли ва қўндаланг майдонга эга бўлган бир постли пайвандлаш генераторларида

С) Магнитловчи параллел ва магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида

Д) Магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли қўп постли пайвандлаш генераторларида

Е) Мустақил қўзғатиш чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида

146. Ҳазармас ток генераторларининг қайси турининг ташқи характеристикасини юмшоқ (айланма тушувчи (пасаювчи) характеристика) бўлишини таъминлаш кетма-кет уланган чулғамнинг ва якорь реакциясининг магнитсизлантириш таъсирига қўра амалга оширилади?

А) Мустақил қўзғатиш чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида

В) Ажратилган қутбли ва қўндаланг майдонга эга бўлган бир постли пайвандлаш генераторларида

С) Магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли қўп постли пайвандлаш генераторларида

Д) Магнитловчи параллел ва магнитсизлантирувчи кетма-кет чулғамли бир постли пайвандлаш генераторларида

Е) Ҳаво бўйлиги d бошқариладиган бир постли пайвандлаш генераторида

147. Ажратилган қутбли генераторларнинг пайвандлаш токини бошқаришнинг қандай усуллари мавжуд?

А) 1) Шёткаларни силжитиш билан ва

2) Ғалтак занжири параметрларини релостат ёрдамида ўзгартириш билан

В) 1) Шёткаларни силжитиш билан ва

2) Магнит оқимини ўзгартириш билан

С) 1) Шёткаларни силжитиш билан ва

2) Ҳаво бўйлиги d ни ўзгартириш билан

Д) 1) Магнит оқимини ўзгартириш билан ва

2) Ғалтак занжири параметрларини релостат ёрдамида ўзгартириш билан

Е) 1) Ҳаво бўйлиги d ни ўзгартириш билан ва

- 2) Ғалтак занжири параметрларини релостат ёрдамида ўзгартириш билан

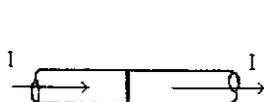
148. Металл юзаларни улардан оқаётган катта ток ҳисобига юмшоқ (эритилган) ҳолатга келтириш, ундан сўнг ушбу юзаларга маълум куч билан босим бериш ва мазкур юзалар ҳароратини иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобига пасайтириш орқали ажралмас юза туташмаларини олиш жараёни қандай аталади?

- А) Электр ёйи билан пайвандлаш
- В) Маҳсулот (металлар)га иссиқлик ишлови бериш
- С) Электр контактли пайвандлаш
- Д) Электрөзлиз
- Е) Материалларга плазмали ишлов бериш

149. Металл юзаларини туташтириш усулларига кўра контактли пайвандлашнинг бир неча турлари мавжуд. Қуйидаги жавобларнинг қайси бири бундай турлар тоифасига қирмайди?

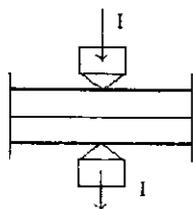
- А) Чокли пайвандлаш (стыковая)
- В) Бутун юза бўйлаб босим остида
- С) Нуқтавий пайвандлаш (точечная)
- Д) Ролликли пайвандлаш (роликовая)
- Е) Юқоридаги жавобларнинг барчаси нотўғри

150. Қуйидаги расмда контактли пайвандлашнинг қайси тури тасвирланган?



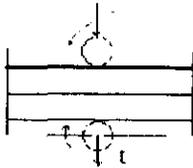
- А) Нуқтавий
- В) Ролликли
- С) Бутун юза бўйлаб босим остида
- Д) Чизиқли
- Е) Чокли

151. Қуйидаги расмда контактли пайвандлашнинг қайси тури тасвирланган?



- А) Чокли
- В) Нуқтавий
- С) Бутун юза бўйлаб босим остида
- Д) Чизиқли
- Е) Ролликли

152. Қуйидаги расмда контактли пайвандлашнинг қайси тури тасвирланган?



- А) Роликли
- В) Чизиқли
- С) Чокли
- Д) Нудғавий
- Е) Бутун коза бўйлаб босим остида

153. Контактли пайвандлаш жараёнида электродлар ўртасида ажралган иссиқлик энергияси Q нинг умумий миқдори қандай аниқланади?

- А) $Q = \int_0^{\tau} Rk(\tau) I^2(\tau) d \cdot t$
- В) $Q = \int_0^{\tau} [Rk(\tau) + Rg(\tau)] I^2(\tau) d \cdot t$
- С) $Q = \int_0^{\tau} \frac{[Rk(\tau) + Rg(\tau)]}{I^2(\tau)} d \cdot t$
- Д) $Q = \int_0^{\tau} [Rk(\tau) - Rg(\tau)] I^2(\tau) d \cdot t$
- Е) $Q = \int_0^{\tau} [Rk(\tau) - Rg(\tau)]^2 I^2(\tau) d \cdot t$

154. Контактли пайвандлашнинг фойдали иш коэффициентини ошириш учун қандай шарт бажарилиши керак?

- А) Босим кучи $F_{см}$ катта бўлиши керак
- В) Манба кучланishi $U_{н}$ кичик бўлиши керак
- С) Пайвандлаш токига қаршилик R_{λ} кичик бўлиши керак
- Д) Пайвандлаш токи узоқ вақт t давомида оқиши керак
- Е) Деталлар туташ юзларидаги контакт қаршилиги R_{λ} катта бўлиши керак

155. Пайвандлаш қурилмаларининг электродларидаги кучланиш қандай қиймагларга эга бўлиши керак?

- А) 6 -15 В
- В) 20 -25 В
- С) 30 -50 В
- Д) 30 -35 В
- Е) 1 -16 В

156. Контактли найвандлаш жараёнида туташ юзаларнинг қиздирилиши нимага боғлиқ?

- A) Токнинг оқиб ўтиш вақтига
- B) Юзаларга босим бериш кучига
- C) Найвандлаш токига қаршиликка
- D) Юзалар контакт қаршилигига
- E) Ток кучига

157. Детяларнинг туташган юзалари бўйлаб тўлиқ найвандланиши контактли найвандлашнинг қандай турига тўғри келади?

- A) Ролликли
- B) Нуқтавий
- C) Чизиқли
- D) Чокли
- E) Катаклар бўйлаб

158. Чокли найвандлаш қурилмалари (машиналари) бир неча турларга бўлинади. Турларга бўлишнинг қуйидаги белгиларидан қайси бири нотўғри?

- A) Найвандлаш усулига кўра
- B) Белгиланишига кўра
- C) Найвандлаш давомийлигига кўра
- D) Йўйлаштириш тартибига кўра
- E) Юқоридаги жавобларнинг барчаси нотўғри

159. Найвандланаётган икки деталли найвандлаш юзаларидан айланаётган ролликлар орқали ток узатиш натижасида амалга оширилаётган найвандлаш қандай аталади?

- A) Нуқтавий
- B) Чокли
- C) Чизиқли
- D) Бутун юза бўйлаб найвандлаш
- E) Ролликли

160. Ролликли найвандлашнинг амалга оширишда қуйидаги режимилар амалга оширилади. Келтирилган жавобларнинг қайси бири нотўғри?

- A) Токни нуқтавий йўналтирилган ҳолда ролликларнинг нуқтавий ҳаракати
- B) Токни узлуксиз узатган ҳолда ролликларнинг узлуксиз ҳаракати
- C) Токни узлукли (вақти-вақти) билан узатиш орқали ролликларнинг узлуксиз ҳаракати

Д) Токни узлукли (вақти-вақти) билан узатини орқали роликларнинг узлукли ҳаракати

Е) Юқоридаги жавобларнинг барчаси нотўғри

161. Контактли пайвандлан машиналари (қурилмалари)нинг қуйидаги турлари мавжуд. Жавобларнинг қайси бири нотўғри?

А) Баланд ёки паст частотада ишловчи бир фазали ўзгарувчан ток (машиналари) қурилмалари

В) Ўзгармас ток қурилмалари

С) Чўқини занжирда ток ҳосил қилиш қурилмалари

Д) Паст частотали, тиристорли ўзгартиргичли 3 фазали қурилмалар

Е) Энергияни тўловчи қурилмалар

162. Контактли пайвандлан қурилмалари (машиналари)нинг қувват коэффициенти қандай қийматга эга?

А) 0,6 – 0,7

Д) 0,7 – 0,8

В) 0,5 – 0,6

Е) 0,8 – 0,9

С) 0,4 – 0,5

163. Электрוליтик диссоциация натижасида ҳосил бўлган ионлар таъсирида ток ўтказувчан моддалар, қоринчалар ва эритмалар қандай аталади?

А) Электродлар

Д) Электромагнитлар

В) Ўтказичлар

Е) Диэлектриклар

С) Электрוליтлар

164. Электрוליтдан ўтаётган ток зичлиги қандай аниқланади?

А) $j = \frac{en \cdot \mu}{E}$

Д) $j = (en \cdot \mu \cdot E)^2$

В) $j = en \cdot \mu \cdot E$

Е) $j = \sqrt{\frac{en}{\mu \cdot E}}$

С) $j = en \cdot \mu \cdot E^2$

165. Электродиз ватнасида ажралиб чиқётган қувват қандай шифтланади?

A) $P_3 = I(U_a + U_k)$

B) $P_3 = I\left(U_1 - U_a - U_k - \frac{I \cdot l}{\delta}\right)$

C) $P_3 = I\left(U_1 + U_a + U_k + \frac{I \cdot l}{\delta}\right)$

D) $P_3 = I\left(\sqrt{U_1^2 + U_a^2 + U_k^2 + \left(\frac{I \cdot l}{\delta}\right)^2}\right)$

E) $P_3 = I(U_1 - U_a - U_k)$

166. Электродлар яқинида мис ионлари концентрациясини тенглаштириш ва зарур ҳарорат қийматини таъминлаш учун қандай чора кўрилади?

A) Электроднинг тўғри циркуляциясини таъминлаш

B) Электроднинг тескари циркуляциясини таъминлаш

C) Электроднинг қизиқди циркуляциясини таъминлаш

D) Электроднинг айланма циркуляциясини таъминлаш

E) Электроднинг босқичма-босқич циркуляциясини таъминлаш

167. Металл маҳсулотнинг механик жиҳатдан биқирлигини ошириш, уларнинг коррозияга қарши хоссаини яхшилаш ва декоратив сифатларини яхшилаш мақсадида уларга электрохимёвий усулда металлларни (металл қуқунлари ёки янги металл қатлами) ни пурқаш (ёки ёнингтириш) қандай аталади?

A) Гальванопластика

D) Электродиз

B) Гальваностегия

E) Коррозия

C) Анодлаш (анодирование)

168. Турли маҳсулотлар штампларини ясаида ишлатилувчи шаблонлар изасига электрохимёвий усулда металл қатламини юришиш (пурқаш) жараёни қандай аталади?

A) Гальванопластика

D) Коррозия

B) Гальваностегия

E) Электродиз

C) Анодлаш (анодирование)

169. Металлларга тегишли эритмалар ёрдамида анод ишлови бериш орқали металл маҳсулотлари юзларига оксидланган коррозияга қарши қатламларни ҳосил қилиш жараёни қандай аталади?

- A) Анодлаш (анодирование)
- B) Гальваностегия
- C) Гальванопластика
- D) Коррозия
- E) Электролиз

170. Қуйидаги келтирилган талабларнинг қайси бири электрохимий ишлов бериш қурилмаларининг ток манбаларига қўйилган талабларга тўғри келмайди?

- A) Талаб қилинган аниқлик ва ишлов бериш барқарорлигини таъминлаш
- B) Электродларнинг емирлишига йўл қўймаслик
- C) Босқичма-босқич ва равои бошқаришни таъминлаш
- D) Иқтисодий жиҳатдан афзаллик
- E) Фақат ўзгармас токда ишлашни таъминлаш

АДАБИЁТЛАР

1. А.В. Болотов, Г.А. Шевель "Электротехнологические установки" М. Высшая школа. 1988.

2. И. П. Евтюкова, Л. С. Кацевич, Н. М. Некрасова, А. Д. Свенчанский "Электротехнологические промышленные установки". Под. ред. А.Д. Свенчанского. М. Энергоатомиздат 1982.

3. "Справочник по электротехнике и электрооборудованию" И.И. Алив, М. Высшая школа, 2000.

4. М.М.Матбабаев "Электротехнологик қурилмалар" (мағруза матилари) Фарғона, ФарПИ, 1999.

5. М.М.Матбабаев, А.М.Ҳасимахунова "Электротехнологик қурилмалар" фашидан лаборатория ашларини бажариш учун услубий кўрсатма, Фарғона, ФарПИ, 1998.

МУНДАРИЖА

Сўз боши.....	3
Кириш.....	5

Биринчи бўлим. Электротермик жараёнлар ва қурилмалар

§ 1. Электротермия ва иссиқлик ишлови берши қурилмалари.....	10
§ 1.1. Электротермик қурилмаларда иссиқлик узатиш усуллари.....	11
§ 2. Қаршилик усулида иссиқлик ишлови берши қурилмалари.....	12
§ 2.1. Қыздирувчи элементлар.....	14
§ 2.2. Электр иситиш ва электр қыздириш қурилмалари.....	16
§ 3. Электр қаршилик печлари.....	17
§ 3.1. Билвосита иссиқлик ишлови берши электр қаршилик печлари.....	17

Иккинчи бўлим. Индукцион ва диэлектрик қыздириш қурилмалари

§ 4. Индукцион қыздириш усули ва индукцион қыздириш қурилмаларининг турлари.....	20
§ 4.1. Ҳўлат ўзакли индукцион печлар.....	21
§ 5. Индукцион канал печларининг электр қисмлари.....	23
§ 5.1. Индукцион канал печларининг эксплуатацион параметрлари.....	24
§ 6. Ҳўлат ўзаксиз индукцион тигель печлар.....	26
§ 6.1. Индукцион тигель печларининг электр жиҳозлари ва уларнинг схемалари.....	29
§ 6.2. Индукцион тигель печларининг афзалликлари ва асосий параметрлари.....	30
§ 7. Индукцион қыздириш қурилмалари.....	31
§ 8. Диэлектрик қыздириш қурилмалари.....	34

Учинчи бўлим. Электр ёйи қыздириш қурилмалари

§ 9. Электр ёйи.....	37
§ 10. Электр ёйининг асосий характеристикалари.....	39
§ 11. Электр ёйи печлари. Умумий тушуничлар.....	42
§ 11.1. Билвосита ишловчи электр ёйи печлари.....	43
§ 11.2. Бевосита ишловчи электр ёйи печлари.....	44
§ 12. Ҳўлат эритувчи ёйи печлари.....	46
§ 13. Руднотермик печлар.....	50

§ 14. Вакуумли ёй печлари.....	53
--------------------------------	----

Тўртинчи бўлим. Электр ёй билан пайвандлан қурилмалари

§ 15. Пайвандлаш турлари.....	56
§ 15.1. Электр ёй пайвандлаш қурилмаларининг энергия манбаларига талаблар, пайвандлаш жиҳозларининг иш режимлари.....	57
§ 16. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари.....	60
§ 16.1. Кўп постли ўзгармас ток пайвандлаш агрегатлари.....	60
§ 16.2. Бир постли ўзгармас ток пайвандлаш агрегатлари.....	62
§ 16.3. Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари.....	63
§ 17. Контактли пайвандлаш машина ва қурилмалари.....	65

Бешинчи бўлим. Электрокимёвий ишлов бериш қурилмалари

§ 18. Электрокимёвий ишлов бериш бўйича умумий тushунчалар.....	69
§ 18.1. Электролитларда электр токичи оқиниш.....	69
§ 19. Қоринма ва эритмалар электролизи.....	71
§ 19.1. Миё электролизи.....	73
Шола.....	76
Дибкитлар.....	118

ЕЗУВ УЧУН

ЕЗУВ УЧУИ

ЕЗУВ УЧУИ

ЎҚУВ УСЛУБИЙ НАШР

МАТБАБАЕВ М.М.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАР

Муаллиф: **МАТБАБАЕВ М.М.**

Мусаххих: **МИЗЯЕВ А.А.**

Тех. муҳаррир: **ГАФФАРОВА Э.**

Теринга берилди 10.05.2002г. Босишга рухсат эгилди
Ҳажми 10.05.2002г. Бичими 60x84 ¹/₁₆. Буюритма 1084.
Адади 300 нусха. Баҳоси келишилган нарҳда.

“Фарғона” нашриёти. 712014, Фарғона шаҳри,
Соҳибқирон Темур кўчаси, 28-ўй.

Фарғона политехника институти босмахонаси
Қирғули тумани, Фарғона кўчаси, 6-ўй.