

С. М. ҚОДИРОВ, С. Е. НИКИТИН

АВТОМОБИЛЬ ВА ТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИ

Профессор О. У. Салимов таҳрири остида

*Ўзбекистон Олий ва махсус ўрта таълим вазирлиги
техника олий ўқув юр்தларининг студентлари
учун дарслик сифатида тавсия этган*

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1992

СУЗ БОШИ

Ушбу дарслик машиналарни Ўрта Осиё ва табиат-иқлими жиҳатидан унга яқин бўлган районларда ишлатиш шароитларини ҳисобга олган ҳолда тузилган.

Ўрта Осиё шароитининг ўзига хос хусусиятлари ички ёнув двигателларининг иш жараёнларига кучли салбий таъсир кўрсатади, совитиш, мойлаш, ёнилғи ва ҳаво билан таъминлаш системаларининг ишлашини қийинлаштиради. Бу ўз навбатида фақат куч агрегатининг эмас, балки бутун бир машинанинг техник-эксплуатацион кўрсаткичларини ва ишончли ишлашини, мамлакатимизнинг мўътадил иқлим шароитларидаги кўрсаткичларга солиштирганда, сезиларли даражада ёмонлашишига олиб келади.

Маълумки, автомобиль ва трактор двигателлари, одатда, мўътадил иқлим шароитларига татбиқан лойиҳаланади ва ишлаб чиқарилади. Шунинг учун дарсликда ички ёнув двигателининг ўзига хос шароитлар (иқлими иссиқ, атмосфера босими паст, ҳавода чанг миқдорининг юқорилиги ва ҳоказо)да ишлаши туфайли турли кўрсаткичларнинг салбий томонга ўзгариш сабабларини ўрганишга катта аҳамият берилган.

Ички ёнув двигателларида ишлатиладиган стандарт суюқ ёнилғилар ўрнини босувчи ёнилғилар, хусусан, Ўрта Осиё регионига хос бўлган — снгил ва оғир газ конденсатлари, шунингдек, ёнувчан газлардан фойдаланиш билан боғлиқ масалалар кўриб чиқилган.

Китобда поршенли двигателларнинг Ўрта Осиё региони эксплуатацион шароитларида ишончли, чидамли ва бузилмасдан ишлаши, узоқ муддатлилиги ҳақида асосий тушунчалар берилган.

Дарслик тўғрисида ўз фикр-мулоҳазаларини билдирган китобхонларга муаллифлар самимий миннатдорчиликларини изҳор этадилар.

Муаллифлар

нефтни қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди, бу эса ўз навбатида ИЕД ларда газ ёнилғилар қаторида суyoқ ёнилғилардан ҳам фойдаланишга имкон берди. Саноат ва транспортда ИЕД ларни кенг миқёсида қўллаш шу даврдан бошланди.

1895 йилда немис инженери Р. Дизель двигателнинг янги цикли учун патент олди, 1897 йилда эса бу цикл асосида ИЕД яратилди. Бу двигателда қизиган ҳавога (сиқилиш туфайли) ёнилғи пуркалиши натижасида ўз-ўзидан алангаланиш принципи қўлланилган эди. Ушбу принципда ишлайдиган ИЕД учкун билан ёндириладиган двигателга қараганда самарали ишлар эди.

1899 йили Россияда сиқилиш натижасида алангаланадиган тўрт тактли ИЕД нинг саноат нусхаси ишлаб чиқилди. Бу двигатель Р. Дизель двигателидан фарқли ўларoқ керосин ўрнига арзон қайта ишланмаган нефтда ишлар эди.

1901 йилда Г. В. Тринклер (Россия) ҳозирги даврда барча дизелларда қўлланиладиган, ёнилғини компрессорсиз пуркаш усулини ИЕД нинг тажриба нусхасида қўллади. XX асрнинг бошларидан эътиборан ИЕД лар буғ машиналари ўрнини тезлик билан эгаллай бошлади.

Ички ёнув двигателларининг такомиллашуви, янги конструкцияларнинг яратилиши ва улар кўрсаткичларининг яхшилланиши Ватанимиз олимлари: В. И. Гриневецкий, Н. Р. Брилинг, Е. К. Мазинг ва Б. С. Стечкинлар томонидан яратилган иш жараёни назарияси ва чуқур илмий изланишлар самарасидир.

Мамлакатимиз ва дунё миқёсида двигателсозликнинг ривожланишида рус инженерлари И. С. Костович, Я. В. Мамин, Р. Н. Шелестларнинг, совет олимлари ва конструкторлари А. А. Микулин, В. Я. Климов, А. Д. Швецов, А. Д. Чаромский, В. А. Константинов, В. М. Яковлев ва бошқаларнинг хизматлари беқийёсдир.

ИЕД ларни ишлаб чиқариш мамлакатимизда ~~1917 йили~~ ~~советларнинг республикасида~~ сўнг жадал ривожланди. Бу даврда автомобиль ва тракторлар, қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва йўл қурилиши машинасозлиги учун ИЕД лар кўплаб ишлаб чиқарила бошланди; Сталинград ва Харьков трактор заводлари, Ярославль ва Горький автозаводлари қурилди ҳамда Москва автозаводи (ҳозирги ЗИЛ) қайта реконструкция қилинди.

Улуғ Ватан уруши даврида двигателсозлик совет халқининг галабасига муносиб ҳисса қўшди. Фронт ва фронт ортига иш шаронтига яхши мослаштирилган юз минглаб ИЕД лар етказиб берилди. Ғалабадан сўнг, қисқа давр ичида, ишдан чиққан трактор заводлари тикланди, қишлоқ хўжалик машиналари, автобуслар ва енгил автомобиллар ишлаб чиқарадиган янги заводлар қурилди. 60-йилларда мамлакатимиз трактор паркини дизеллаштириш батамом тугалланди. Агрегат ва двигателларни унификациялаш ва ишлаб чиқаришни ихтисослаштириш ривожланди. Волгоград, Минск, Барнаул, Харьков ва Владимир шаҳарларида тракторлар учун дизеллар ишлаб чиқариш

йўлга қўйилди. Ярославль автозаводи автомобиллар учун дизеллар ишлаб чиқаришга ўтди (ҳозирда Ярославль мотор заводи). Заволжье ва Мелитополь шаҳарларида мотор заводлари қурилди. Машина ва двигателлар учун агрегат ва узеллар (ёнилғи аппаратлари, электр жиҳозлари, юмалаш подшипниклари, поршень комплекти, шиналар, қўйма деталлар ва бошқ.) ишлаб чиқарадиган махсус заводлар қурилди.

Мамлакатимиз автотрактор двигателсозлиги такомиллашган замонавий технология, автомат линиялар, юқори унумли асбоб-ускуналарга эга бўлган механизациялашган оммавий ишлаб чиқаришга эгадир. Автомобиль ва двигателсозликнинг ривожланишида Тольятти шаҳрида Волжск енгил автомобиллар заводи, Набережная Челнидаги юк автомобиллари ва дизеллар ишлаб чиқарадиган Камск комплекси, «АвтоЗИЛ», «Автодизель», «Автомосквич» каби йирик ишлаб чиқариш бирлашмаларини ташкил қилиш катта аҳамият касб этди.

XII беш йилликда бунёд этилган Тошкент мотор заводи пахта териш машиналари учун дизель двигателлари (Т-140) ишлаб чиқармоқда.

Автотрактор ИЕДларини ишлаб чиқариш ортиб бориши билан уларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳам такомиллашди. Двигателсозларнинг кучи асосан қуйидаги кўрсаткичларини яхшилашга қаратилган эди: ёнилғининг эксплуатацион сарфини камайтириш, ҳавонини цилиндрга босим остида киритиш (наддув) усулини қўллаш ҳисобига куч мосламаларининг агрегат қувватини ошириш; двигателларнинг моторресурсини ошириш билан бир қаторда унга сарф бўладиган металлни камайтириш; экологик характеристикаларни яхшилаш (заҳарли газлар миқдори, шовқин ва вибрацияни камайтириш); техник хизмат кўрсатишга сарф бўладиган вақтни қисқартириш; созлаш жараёнларини автоматлаштириш; ишлатиладиган ёнилғи турларини кўпайтириш.

Дизель двигателли оғир ва ўрта юк автомобилларини кўплаб ишлаб чиқаришни ташкил қилиш ўн миллионлаб тонна нефть ёнилғиларини тежашга имконият яратади. Ҳозирги кунда автомобиль паркларининг структурасини яхшилаш устида иш олиб боришмоқда. 8 дан ортиқ ва 2 т дан кам юк ташийдиган автомобилларни кўплаб ишлаб чиқариш билан бир қаторда юк кўтарувчанлиги 2—5 т бўлган автомобиллар сонини қисқартирилмоқда. Юк кўтарувчанлиги 110—180 т бўлган самарадор, оқик конларда ишлайдиган автосамосваллар ҳамда дизелли автобуслар ишлаб чиқариш йўлга қўйилмоқда. Автопоездлар, прицеплар, махсус кузовли автомобиллар ишлаб чиқариш кенгайтирилмоқда. Ишлаб чиқарилаётган автомобилларнинг маълум бир қисми табиий ва суюлтирилган газда ишлашга ўтказилмоқда. Барча филдираклари етакчи бўлган автомобиль ва автопоездлар ҳамда қишлоқ хўжалик юкларини ташийдиган самосваллар ишлаб чиқариш кенгайтирилмоқда.

Қишлоқ хўжалик машинасозлигида катта қувватли, махсус жиҳозлар комплексига эга бўлган тракторлар ишлаб чиқариш, дизелларда эса ҳавони цилиндрга босим остида киритиш усулини қўллаш кенгайтирилмоқда. Йўл ва қурилиш тармоқларида ер ковайдиган, тупроқ ташийдиган машиналар, дарахт кесадиган, суғориш ишлари билан боғлиқ бўлган қурилишларда ва коммунал хўжаликда ишлатиладиган техниканинг махсус нусхаларини ишлаб чиқариш кенгайтирилмоқда.

Бу туркум машиналарида куч агрегати (ИЕД) — энг мураккаб ҳамда ишлаб чиқариш ва эксплуатацияси қимматга тушадиган элементлардан бири ҳисобланади, унинг иш кўрсаткичлари бир қанча турли омилларга боғлиқдир. Шу билан бир қаторда машиналарнинг самарадорлиги, тежамкорлиги, унумли ишлаши, эксплуатацион хоссалари ва ишлатишнинг хавфсизлиги ИЕДнинг техник ҳолати ва самарали ишлаши билан белгиланади.

Мазкур туркум машиналар парки мамлакатимиз бўйича миллионлаб машиналарга эга, уларни ишлаб чиқаришга, ишлатишга, техник қаров ва тузатишга сарф бўладиган харажатлар ҳар йили миллиардлаб сўмларни ташкил қилади. Шунинг учун ёнилғи, мойлаш ва бошқа материаллар сарфини, ейилган деталларни тузатиш ва алмаштиришга кетадиган харажатларни, носоз ҳолда туриш вақтини биров бўлса-да камайтириш, машиналарнинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминлаш бутун халқ хўжалиги миқёсида миллионлаб тонна ёнилғи, ўн минглаб тонна конструкцион ва эксплуатацион материалларни, ўн миллионлаб сўмларни ёки иш вақти соатларини тежаб қолиш, ўн минглаб машиналардан бошқа мақсадларда фойдаланиш имконини бериши мумкин.

Бу мақсадларни амалга ошириш учун ИЕДлардаги иш жараёни кечилишнинг моҳияти ва қонуниятларини, унинг кўрсаткичларига асосий конструктив, эксплуатация режимлари, созлаш ва атмосфера-иқлим омилларининг таъсирини ҳамда бу кўрсаткичларнинг ташқи (эксплуатацион) ва ички (двигателнинг ҳолатига боғлиқ бўлган) шароитлар таъсирида ўзгаришини билмоқ зарур. Буларни билган ҳолда машиналарнинг (ИЕД характеристикалари ҳисобга олинган ҳолда) унумли ишлашини таъминлайдиган техник қаров ва ремонтнинг яхши усулларини белгилаш ва амалга ошириш мумкин, натижада ИЕДларнинг ҳозирги замон талабларига жавоб берадиган эксплуатацион, иқтисодий ва экологик кўрсаткичлари таъминланади.

2. Ички ёнув двигателларини классификациялаш

ИЕДлар бир неча характерли белгилари бўйича классификацияланади.*

* Келтирилган классификация барча турдаги двигателларни ўз ичига олмайди.

1. Вазифаси бўйича: кўчмас (стационар) ва транспортга ўрнатиладиган бўлади. Бундай фарқлаш двигателларнинг массаси ва габарит ўлчамларини, иш режимини, конструктив хусусиятларини ва созланишини белгилайди. Ҳар бир туркум ичида ИЕДлар конкрет ишлаш шароитларига қараб (куч агрегатни ёки транспорт машинасида) етарлича фарқланади. Автотрактор ИЕДлари транспорт туркумига тегишлидир. Бундан кейинги классификациялаш мана шу туркум ИЕДлари нисбатан берилади.

2. Газ алмашиш усули бўйича: — тўрт ва икки тактли бўлади. Кўпчилик автотрактор ИЕДлари тўрт тактлидир.

3. Ишлатиладиган ёнилғи тури бўйича:

а) *Енгил суюқ ёнилғида*. Бу туркум двигателлари бензинда ишлайди ва асосан енгил автомобилларда, кам ва ўртача юк кўтарадиган автомобилларда, кам ўринли автобусларда, кичик қувватли қишлоқ хўжалик ва бошқа машиналарда қўлланилади.

б) *Оғир суюқ ёнилғида*. Бу ёнилғида тракторлар ва бошқа қишлоқ хўжалик машиналари, йўл-қурилиш машиналари, оғир юк ташийдиган автомобиллар, самосваллар, тягачлар, кўп ўринли автобусларга ўрнатиладиган дизеллар ишлайди. Кейинги йилларда ўртача ва кам юк ташийдиган автомобиллар ва ўринлари сони ўртача бўлган автобусларни дизеллаштиришга бўлган интилиш ошаяпти, шунингдек, енгил автомобиллар ва уларнинг базасидаги махсус автомобилларда ҳам дизель двигателларини қўллаш кенгаймоқда.

в) *Газсимон ёнилғида*. Бунга, асосан, газда ишлашга (арзон ёки маҳаллий ёнилғи турларидан фойдаланиш ёхуд ишлатилган газларнинг заҳарлилигини, айниқса, шаҳарларда камайтириш мақсадида) мослаштирилган, енгил ёнилғида ишловчи ИЕДлар тааллуқлидир. Газ ёнилғиси транспорт воситаларида сиқилган ёки суюлтирилган ҳолда сақланади, бу эса маълум даражада ИЕДнинг ўзига хос хусусиятини белгилайди. Автомобиль ёки трактор ИЕДларининг газ ёнилғисида ишлайдиган қилиб махсус яратилганлари кам ишлатилади.

ИЕДлар икки ва кўп ёнилғида ишлайдиган бўлиши мумкин.

г) *Икки ёнилғили*. Бу — газда ишлашга мослаштирилган дизеллар ҳамда суюлтирилган газда ишлашга ўтказилган бензинли двигателлар. Биринчи ҳолда газ асосий ёнилғи ҳисобланади, суюқ ёнилғи эса ИЕДни ишга тушириш ва ёнувчи арашмани цилиндрда ёндириш учун кам миқдорда ишлатилади. Иккинчи ҳолда ИЕД икки таъминлаш системасига эга бўлади ва ҳам суюқ, ҳам газ ёнилғиларда ишлай олади, бу эса маълум бир эксплуатацион қулайликларни юзага келтиради.

д) *Кўп ёнилғили*. Бу — махсус вазифа бажарадиган дизеллар бўлиб, улар турли характеристикали енгил ва оғир суюқ ёнилғиларда ишлашга мослаштирилган.

4. Ёнувчи аралашмани алангалатиш усули бўйича: сиқиш натижасида алангаланиш (дизеллар) ва учқун ёрдамида мажбуран алангалатиш (бензинли ва газда ишлайдиган ИЕДлар). Кўп ёнилғили дизелларда қийин алангаланадиган ёнилғилар (бензинлар, спиртлар) ишлатилганда, кўпинча, мажбурий ёндириш қўлланилади.

5. Ёнувчи аралашма ҳосил қилиш усули бўйича: цилиндрдан ташқарида ва унинг ичида аралашма ҳосил қилиш. Бензинли ва газли двигателлар ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕДлари туркумига киради, чунки ёнувчи аралашма, асосан, цилиндрдан ташқарида тайёрланади. Цилиндр ичида бу жараён тугалланади, холос. Дизеллар ёнувчи аралашма цилиндрлар ичида ҳосил қилинадиган ИЕДлари туркумига киради. Баъзи бир бензинли автомобиль ИЕДларида ёнилғи бевосита цилиндрга пуркалади, ёнувчи аралашма эса электр учқуни ёрдамида ёндирилади. Бундай двигателлар ёнувчи аралашма цилиндр ичида ҳосил қилинадиган ИЕДлари туркумига киради. Лекин ҳозирда бундай двигателлар жуда кам ишлатилади.

Икки ёнилғили дизелларда газ ёнилғиси ҳаво билан цилиндрдан ташқарида аралаштирилади, ҳолбуки, дизель ёнилғиси цилиндрнинг ёниш камерасига пуркалади. Бундай двигателларда ҳам ташқи, ҳам ички аралашма ҳосил қилиш усули қўлланилади.

6. Совитиш усули бўйича: суюқлик ва ҳаво билан совитиш. Автотрактор ИЕДларида иккала усул ҳам қўлланилади, аммо кўпчилик двигателлар сув ёки паст температурада музлайдиган ва юқори температурада қайнайдиган суюқликлар ёрдамида совитилади.

7. Цикл давомида бериладиган иссиқлик миқдорини ростлаш (созлаш) усули бўйича: сифат, миқдор жиҳатдан ва аралаш (ҳам сифат, ҳам миқдор жиҳатдан) усулларда ростланади. Дизелларга хос аралашманинг сифати ростланганда цикл давомида бериладиган ёнилғининг миқдори ўзгартирилади, цилиндрга кираётган ҳавонинг миқдори деярли ўзгармайди. Бу ҳолда ёнувчи аралашманинг таркиби ёки сифати ўзгаради. Бензинли ва газ двигателларида аралашма миқдор жиҳатдан ростланганда цикл давомида цилиндрга киритиладиган ёнувчи аралашманинг миқдори ўзгаради. Бу ҳолда амалда аралашманинг таркиби, яъни сифати ҳам биров ўзгаради, шунинг учун бу усулда ростлашнинг номи шартлидир. Ёнувчи аралашма аралаш усулда ростланганда унинг таркиби ҳам, сифати ҳам ўзгаради. Бу усул икки ёнилғили дизеллар ва бензин бевосита цилиндрга пуркаладиган ИЕДларга хосдир.

8. Янги зарядни цилиндрларга киритиш усули бўйича: атмосферадан табиий ҳолда киритиладиган ва босим остида киритиладиган. Ҳозирги замон ИЕДларининг кўпчилигида янги заряд табиий ҳолда киритилади. Босим остида ки-

ритиш эса асосан дизелларнинг қувватини ошириш учун қўлланилади. Кейинги даврда босим остида киритиш усулини қўллаш кенгайиб бормоқда, бу нарса бензинли ИЕД ларга ҳам тааллуқлидир. Бензин билан ишлайдиган ИЕД ларда босим остида киритиш усулини қўллаш қийинлигига асосий сабаб детонацияли ёнишнинг пайдо бўлишидир. Босим остида киритиш усулини қўллаш туфайли детонация янада кучаяди.

9. Поршень ҳаракатининг тури бўйича: поршенли ва ротор-поршенли. Поршенли ИЕД ларида поршень цилиндрида қайтма-илгариланма ҳаракат қилади. Автотрактор ИЕД лари асосан поршенли бўлади. Ротор-поршенли двигателларда поршень корпус ичида планетар (мураккаб) ҳаракат қилади. Бу ҳолда корпус деворлари билан поршень ораллиғида ўзгарувчан ҳажм ҳосил бўлади ва уларда иш цикли содир бўлади. ИЕД ларнинг бу туркуми жуда кам қўлланилади.

10. Цилиндрларнинг жойлашиши бўйича:

— бир қаторли тик, қия ва горизонтал жойлашган;

— икки қаторли V-шаклида ва қарама-қарши жойлашган.

Цилиндрлар сони 6 тадан кўп бўлмаган кичик ва ўрта қувватли (50—70 кВт гача) ИЕД лар кўпчилигининг цилиндрлари бир қаторли бўлиб тик ёки қия жойлашади. Ўрта ва катта қувватли, олти ва ундан ортиқ цилиндрли ИЕД лари икки қаторли V-шаклида жойлашган цилиндрларга эга. Цилиндрлари бир қаторли горизонтал ва қарама-қарши жойлашган ИЕД лар машинада ўзига хос тарзда ўрнатилади (юк автомобили платформаси остида, автобус кузови остида, ҳайдовчи кабинаси остида, багажник остида ва ҳ. к.). Цилиндрлари бошқача тарзда жойлашган ИЕД лари ҳам учраб туради.

3. Автотрактор ИЕД ларининг баҳолаш кўрсаткичлари ва ишлаш шароитлари

Ички ёнув двигателининг сифатини, қўйиладиган талабларга мувофиқлигини аниқлаш, бошқа куч агрегатлари билан солиштириш учун унинг бир қатор кўрсаткичларини билиш лозим. Ички ёнув двигатели ёки машинанинг вазифасига ва муайян ишлатиш шароитларига мувофиқ мазкур кўрсаткичларнинг аҳамияти ҳам биров ўзгаради. ИЕД ларнинг асосий баҳолаш кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат:*

ёнилғи тежамкорлиги — бажарилган иш бирлиги учун сарф бўлган ёнилғи миқдори, яъни ёнилғининг солиштирма самарали (эффектив) сарфи билан аниқланади. Турли ёнилғиларда ишлайдиган ИЕД ларнинг тежамкорлиги солиштирилганда самарали ф. и. к. ҳолисона кўрсаткич ҳисобланади; бу кўрсаткич ИЕД тирсакли валида фойдали ишга айланган иссиқлик миқдорининг сарфланган ёнилғи тўла ёнганда ажралиб чиқиши мумкин бўлган иссиқлик миқдорига нисбати билан

* Кейинроқ баҳолаш кўрсаткичлари мукаммал кўрилади.

аниқланади; холисона маълумотлар олиш учун ИЕД ларни бир хил иш шароитларида солиштириш ва баҳолаш керак;

солиш тирма масса, яъни комплектланган куч агрегатининг ундан олинadиган қувват бирлигига тўғри келадиган конструктив массаси;

литр қувват, ИЕД номинал қувватининг унинг барча цилиндрлари ҳажмига нисбати билан аниқланади, яъни бир литр ҳажмдан олинadиган қувват;

двигателнинг ишончли ишлаши (надёжность), яъни моторесурс деб аталadиган давр ичида (ИЕД дан тўғри фойдаланилганда) унинг узел ва деталлари бузилмай, ўзининг эксплуатацион хусусиятларини белгиланган чегарада сақлаш хоссасидир; трактор ИЕД ларининг моторесурси мотосоатларда, автомобилларники эса — километрларда ўлчанади;

ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси — атроф-муҳитга чиқариб ташланган заҳарли моддалар ва ифлослантирувчиларнинг бажарилган иш бирлигига тўғри келган миқдори билан баҳоланади; ишлатилган газларнинг заҳарлилигини баҳолаш шарт-шароитлари ва усуллари стандартларда кўрсатилган ва амалдаги нормаларда қатъий белгиланган;

иш шовқини — акустик нурланиш даражаси ва спектри билан баҳоланади; шовқинни ўлчаш шарт-шароитлари ва усуллари амалдаги стандартлар, техник шартлар ва жоиз нормалар билан қатъий белгиланади;

ишга туширишнинг ишончилиги — қиздирилмаган ҳолатдаги ИЕДнинг ўзида мавжуд мосламалар ёрдамида бетўхтош ишга тушишидаги минимал температура билан аниқланади.

ИЕД ларининг баҳолаш кўрсаткичлари сифатида, шунингдек, тайёрлаш нархи, конструкциянинг соддалиги, техник қаровнинг қулайлиги, тузатиш ва техник қаровга кетadиган вақт ҳамда бошқа ишлаб чиқариш ва эксплуатацион хусусиятлардан ҳам фойдаланилади.

Эксплуатация шароитларида автотрактор ИЕД лари тирсакли вал айланишлар частотаси ва буровчи моментининг узлуксиз ўзгаришида ишлайди, бунда уларнинг жузъий ўзгариш (вариация) тезлиги ва чегараси ҳаракатга келтирилаётган машинанинг вазифаси, бажарилаётган ишнинг ўзига хослиги ва хизматчилар малакаси билан аниқланади. Одатда автомобиль ИЕД лари айниқса шаҳар шароитларида юрганда кўпроқ вақт кичик юкланиш ва тезлик режимларида ишлайди, трактор ва йўл-қурилиш машиналарининг двигателлари эса асосан тўла ёки деярли тўла юкланишларда, баъзан эса ортиқча юкланиш билан ҳамда режимни кескин ўзгартирган ҳолда ишлатилади. Қишлоқ хўжалик, йўл-қурилиш ва мелiorатив (суғориш иншоотларини қурадиган) машиналарининг ИЕД лари, бунга қўшимча равишда юқори даражада чангли ташқи муҳит шароитларида ишлатилади, очикда сақланиши туфайли ёғингарчиликлар таъсирида бўлади.

Ички ёнув двигателларини сақлаш ва ишлатиш шароитлари уларнинг ёнилғи тежамкорлигини, ишончли ва узоқ муддат ишлашини, деталлар ва узелларнинг ейилишини, ремонт ва техник қаровнинг нархини, ишлатилган газларнинг заҳарлилиги ва бошқа кўрсаткичларни кўп жиҳатдан белгилайди.

4. Ўрта Осиё региони табиат-иқлим шароитларининг ўзига хос хусусиятлари

Автомобиллар, тракторлар, йўл-қурилиш, мелиоратив ва қишлоқ хўжалик машиналари ҳамда уларнинг куч агрегатлари (двигателлари) одатда мамлакатимизнинг мўътадил иқлим шароитларига мослаб лойиҳаланади, тайёрланади ва ростланади (созланади). Маҳаллий табиат-иқлим, тупроқ, геологик, рельеф шароитларининг мўътадил иқлим минтақасидаги шароитлардан катта фарқ қилиши машиналарнинг хусусият ва кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Бу ҳол кўпроқ ички ёнув двигателларига тааллуқлидир, чунки уларнинг иш жараёни ва кўрсаткичлари бир неча турли хилдаги омилларга боғлиқ.

ИЕД ларнинг цилиндрлари ичида содир бўладиган жараёнларнинг ўзгаришига, улар системаларининг ишлашига ва иш кўрсаткичларига таъсир қилувчи Ўрта Осиё регионининг ўзига хос табиат-иқлим шароитларини кўриб чиқамиз*.

Ўрта Осиё регионига Ўзбекистон, Туркменистон, Қирғизистон, Тожикистон республикалари ва Қозоғистоннинг жанубий қисми қиради. Бу регионнинг майдони 3,3 млн. км² дан ортқ бўлиб, ~~СССР~~ территориясининг тахминан 15% ни ташкил қилади. Мазкур регион текисликлар, чўл ва яримчўл зоналари ва тоғлик районларни ўз ичига олади, иқлими кескин континентал бўлиб, температуранинг сутка ва мавсум давомида тебраниши катта қийматларни ташкил этади.

Регион текисликларининг иқлими қуруқ, ёзи иссиқ ва узоқ давом этади. Айрим районларда температуранинг ойлик ўртача қиймати 35—40°C, сутка давомидаги энг юқори температура 45—50°C, чўл зоналарида қумнинг температураси 80°C га етади. Бу ердаги қуёш радиацияси ~~СССР~~ даги энг юқори қийматни, яъни йилига 600—670 Ж/м² ни ташкил этади. Бу кўрсаткич бўйича Ўрта Осиё регионини Арабистон, Шимолий Африка ва Американинг Калифорния соҳиллари билан солиштирса бўлади. Тошкент ва Ашхобод шаҳарларида қуёшнинг йиллик ўртача нур сочиб туриш вақти 2700—2750 соатга етади.

Манфий температурали совуқ кунлар регионининг шимолида 3—4 ой, жанубида эса бир ой атрофида давом этади. Бу кенгликларда қиш фасли анча совуқ, январь ойининг ўртача

* Бу шароитларнинг ИЕДнинг айрим иш жараёнларига таъсири ҳақиқий цикллارни ва ИЕД системаларини таҳлил қилганда мукамал ўрганилади.

температураси —5...—10°C, совуқ —30°C га етадиган пайтлар ҳам бўлади. Йил давомидаги ёғингарчиликнинг миқдори 200—300 мм ни ташкил қилади, ёзда эса унинг 6% ёғади, холос. Ёғингарчилик, асосан қишда ва баҳорда кўп бўлади. Ёзда ҳавонинг намлиги 40—50% дан деярли ошмайди.

Тоғли районларнинг иқлим шароитлари горизонтал бўйича кичик масофаларда ҳам, баландлик ўзгарганлиги туфайли, кескин фарқланади. Ёзги температуралар 20—30°C ни, қишкиси эса —30...—35°C ни ташкил этади. Тоғ этакларида ёғингарчиликнинг йиллик миқдори 300—400 мм ни, музликлар чегарасида эса 800—1000 мм ни ташкил этади. Тоғли районларнинг ўзига хос хусусиятларидан бири атмосфера босимининг пастлиги (500 мм сим. уст. атрофида) ва денгиз сатҳидан кўтарилган сари температуранинг тез пасайишидадир.

Ички ёнув двигателларининг совитиш системасида ишлатиладиган дарё, ҳовуз ва қудуқ сувлари ундаги магний ва кальций бирикмалари миқдори билан аниқланадиган юқори қаттиқликка эга. Кўпинча сувлар лой ва қумнинг қаттиқ, майда муаллақ зарралари билан ифлосланган бўлади. Тоғ дарёлари сувининг қаттиқлиги 1,2—4,9 мг-экв/л, текисликлардаги дарёларда — 8,6—17,5 мг-экв/л, артезиан қудуқларда, ҳовузларда — 9,1—27,4 мг-экв/л оралиғида бўлади. ~~Сув~~ мўътадил минтақасидаги дарёларнинг сувлари эса 0,5—4,5 мг-экв/л атрофида қаттиқликка эга. Ўрта Осиё региони дарёларидаги муаллақ зарралар миқдори 3—5 кг/м³ ни, қўйилиш жойларида эса 10—30 кг/м³ ни ташкил этади. ~~Сув~~ нинг мўътадил минтақасидаги дарёларда бу кўрсаткич 0,05—0,2 кг/м³ ни ташкил этади, яъни юқоридаги кўрсаткичдан бир неча марта камдир.

Ўрта Осиё регионининг юқори қуёш радиацияси, ҳаво намлигининг камлиги ва тупроқ-геологик шароитлари билан боғлиқ бўлган ўзига хос хусусияти ер юзасидаги ҳаво қатламида чангнинг кўплиги (юқорилиги) ҳамда чанг зарраларининг майдаллиги ва юқори абразивлигидадир. Регионнинг тупроқлари асосан кулранг-қўнғир, чўл, чўл-қумли ва бўз тупроқлардан иборатдир. Уларнинг таркибини 55—88% кварц, 12—20% глинозём шунингдек темир, кальций, магний ва бошқа моддалар ташкил қилади.

Йилнинг қуруқ даврларида тупроқ ишларнинг, пахта териш, ер қазииш ва бошқа ишларни бажарадиган машиналар ишлаганда ҳаводаги чангнинг миқдори 3—5 г/м³ ни ташкил қилади, бу кўрсаткич мўътадил минтақа шароитида, ҳатто йўл-қурилиш машиналари ишлаганда пайдо бўладиган чанг миқдоридан ҳам бир неча марта ортиқдир.

Ҳавонинг чангланганлик даражаси ва характеристикалари кўпгина омилларга боғлиқ бўлиб, кўп ҳолларда ер юзасидан олинган баландлик (масофа) билан аниқланади. Масалан, ер юзасидан 0,45 м баландликда 10 мкм ўлчамга эга бўлган чанг зарраларининг миқдори ҳаводаги чангнинг умумий миқдорига нисбатан 47% ни, 0,65 м баландликда эса 66% ни ташкил этади.

Ҳавонинг юқори даражада чангланганлиги турли узеллар, механизмлар ва деталь бирикмаларига чанг тушишини келтириб чиқаради, натижада ишқаланувчи сиртлар абразив зарралар таъсиридан ейилади. Кварц зарралари ўта қаттиқ ва ўткир қиррали бўлганлиги учун кўпроқ абразивлик хусусиятига эга бўлади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ИЕД деталларининг ейилиш тезлиги қумли зонада лёсс тупроқли зонага қараганда 1,6 марта катта бўлади, чунки лёсс тупроқда кварц зарралари 20—25% камроқдир.

Урта Осиё регионининг юқорида қайд қилинган ўзига хос табиат-иқлим шароитлари ИЕД нинг иш жараёнига, эксплуатацион характеристикаларига, чиқиш кўрсаткичларига, умуман, салбий таъсир кўрсатади, натижада улардан олинадиган маълумотлар (кўрсаткичлар) ~~содда~~ нинг мўътадил минтақасидаги кўрсаткичларга нисбатан паст (ёмон) бўлади. Аммо ИЕД лар эксплуатациясини, техник қаровини ва сақлашни тўғри ташкил қилиш орқали маҳаллий табиат-иқлим шароитларининг салбий таъсирини камайтириш ва машина паркиннинг ишлаш самарадорлигини ошириш мумкин.

1-Б 6 Б. ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ТЕРМОДИНАМИК ЦИКЛЛАРИ

Маълумки, ИЁД нинг ишлаши циклик равишда, яъни цилиндр ичида содир бўладиган муайян жараёнлар мажмуининг такрорланиши орқали амалга оширилади. Ушбу даврий такрорланадиган жараёнлар мажмуи ҳақиқий циклни ташкил қилади. Ҳар бир цикл амалга оширилиши натижасида ёнилғи-ҳаво аралашмасининг ёниш иссиқлиги сарф қилинади ва ИЁД нинг тирсакли валида механик иш ҳосил бўлади. ИЁД цилиндрларида содир бўладиган реал жараёнлар табиатан мураккаб ва уларни таҳлил қилиш машаққатлидир. Шунинг учун ИЁД ларда сарфланган иссиқликнинг фойдали ишга айланишидаги умумий қонуниятларни яхшироқ тушуниш мақсадида ҳақиқий циклларнинг назарий тимсоли бўлмиш *термодинамик циклларни* кўриб чиқамиз, чунки мазкур цикллар анча содда ва уларни таҳлил қилиш қулайдир.

Поршенли ИЁД ларнинг идеал термодинамик цикллари ёлқ бўлишини, яъни бундай цикллар цикл тугагандан сўнг ўзининг бошланғич ҳолатига қайтувчи ягона газсимон иш жисми ёрдамида амалга оширилишини эслатиб ўтамиз. Цикл давомида иш жисмининг миқдори ва унинг химиявий таркиби ўзгармайди. Газнинг иссиқлик сиғими температурага боғлиқ эмас. Сиқиш ва кенгайиш жараёнлари адиабатик тарзда (иссиқлик алмаштинмай) содир бўлади, бунинг устига цикл умуман фақат қайтариловчи жараёнлардан иборатдир.

Термодинамик циклда иссиқликдан фойдаланишдаги бекам-кўстлик кўрсаткичи, яъни унинг тежамкорлиги термик ф. и. к. орқали аниқланади:

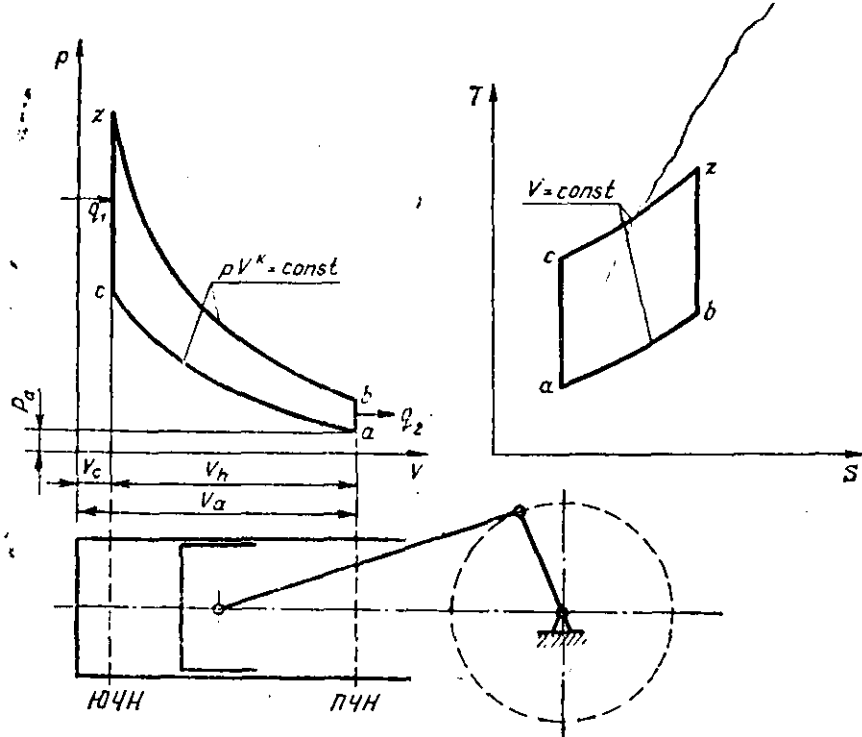
$$\eta_t = \frac{L_{\text{ц}}}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}, \quad (1.1)$$

бу ерда $L_{\text{ц}}$ — цикл ишига айланган иссиқлик;

Q_1 — газга берилган иссиқлик;

Q_2 — газдан олинган иссиқлик.

Поршенли ИЁД циклининг муҳим энергетик кўрсаткичи циклнинг ўртача босимидир:



1.1-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган термодинамик цикл

$$p_t = \frac{L_u}{V_h} = \frac{L_u}{V_{\max} - V_{\min}} \quad (1.2)$$

бу ерда V_h — цилиндрнинг иш ҳажми;
 $V_{\max}$ — цилиндрнинг поршень ПЧН (пастки чекка нуқта) да бўлгандаги тўла ҳажми;
 $V_{\min}$ — цилиндрнинг поршень ЮЧН (юқориги чекка нуқта) да бўлгандаги энг кичик ҳажми (ёниш камерасининг ҳажми).

Амалда циклнинг ўртача босими (p_t) цикл давомида цилиндр иш ҳажми бирлигидан олинadиган ишни белгилайди. Бу кўрсаткич қанча катта бўлса, цилиндрнинг ўлчамлари, бинобарин, ИЕД нинг масса ва ўлчамлари, қолган шароитлар бир хил бўлганда шунча кичик бўлади.

1.1. ИССИҚЛИК ЎЗГАРМАС ҲАЖМДА БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Бундай цикл (1.1-расм) учкун билан ёндириладиган (бензинли ва газда ишлайдиган) ИЕД ҳақиқий циклининг тимсоли ҳисобланади. Расмдан кўриниб турибдики, иш жисми адиабатик сиқилгандан сўнг (ac) унга ўзгармас ҳажмда, q_1 миқдорда иссиқлик берилади (cz). Кейин иш жисми (zb) бўйлаб адиабатик кенгайиб иш бажаради. q_2 миқдордаги иссиқликни ўзгар-

мас ҳажмда олиш (ba) билан цикл тугалланади. ИЕД механизмининг схемасидан кўриниб турибдики, циклни амалга ошириш учун поршень икки тўлиқ йўлни ўтиши керак (икки такт-ли цикл). Циклни таҳлил қилишда қуйидаги параметрлардан фойдаланиш қабул қилинган:

$\varepsilon = V_a/V_c$ — сиқиш даражаси;

$\lambda = p_z/p_c$ — босимнинг ортиш даражаси;

термодинамик қурсидан:

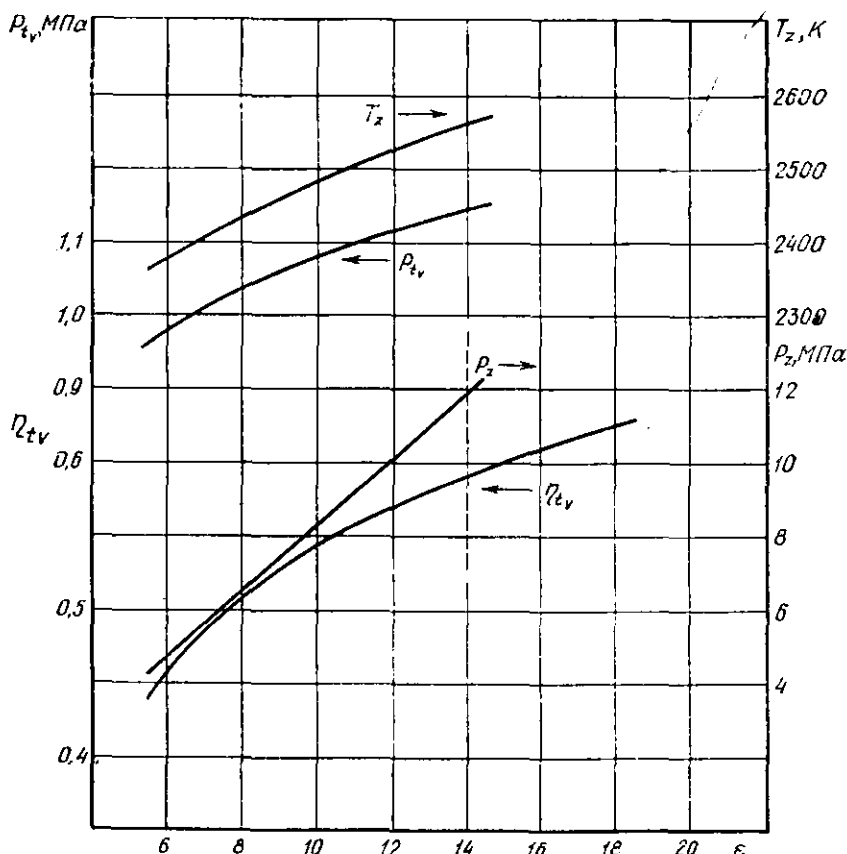
$$\eta_{lv} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}, \quad (1.3)$$

$$p_{lv} = \frac{p_a \varepsilon^k (\lambda - 1)}{(\varepsilon - 1)(k - 1)} \eta_{lv} = \frac{p_a \varepsilon (k - 1)}{(\varepsilon - 1)(k - 1)} (\varepsilon^k - 1 - 1) \quad (1.4)$$

эканлиги маълум. Бу ерда $k = c_p/c_v$ — адиабата кўрсаткичи.

Цикл кўрсаткичларига сиқиш даражасининг таъсири 1.2-расмда келтирилган. Циклнинг ўртача босими, газнинг максимал температура ва босими қийматлари цикл давомида иш жисмига берилган иссиқлик миқдори ўзгармас деб фараз қилинган ҳолда олинган. Расмдан кўринадики, сиқиш даражасининг ортиши билан цилиндрнинг иш ҳажми бирлигидан олиннадиган иш ортади ва циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Бу сиқиш даражасининг ортиши билан, қолган шароитлар ўзгармаганда, ИЕД тағин ҳам қувватлироқ ва тежамлироқ бўлади демакдир. Бироқ цикл тежамкорлигига ε нинг таъсири унинг цикл солиштирма ишига кўрсатадиган таъсиридан анча катталигини таъкидлаш жоиздир. Масалан, сиқиш даражаси 6 дан 12 гача ўзгарганда термик ф. и. к. 1,25 марта ортса, циклнинг ўртача босими фақат 1,14 марта ортади, холос. Сиқиш даражаси ортишининг цикл ва ИЕД нинг тежамкорлик ва энергетик кўрсаткичларига ижобий таъсир кўрсатиши азалдан маълум, шунинг учун уни барча мумкин бўлган усуллар билан оширишга бўлган интилиш учқун билан ёндириладиган поршеньли ИЕД ларни такомиллаштиришнинг асосий йўналишларидан бирига айланган. Мавжуд ИЕД ларнинг сиқиш даражасини ошириш йўлидаги асосий тўсиқ детонациянинг вужудга келишидир, чунки детонация нагизасида двигателнинг нормал ишлаши бузилади ва унинг деталлари емирилиши мумкин. Детонациянинг моҳияти ва у билан курашиш усуллари кейинроқ, ҳақиқий цикллар ўрганилаётганда кўриб чиқилади.

1.2-расмда сиқиш даражасининг яқин келажакда учқун билан ёндириладиган ва берилган цикл тимсоли бўйича ишлайдиган ИЕД ларда амалга оширилиши мумкин бўлган энг катта қиймати пунктир чизик билан кўрсатилган. Мазкур типдаги ҳозирги замон ИЕД лари 6,5—10 оралиғидаги сиқиш даражасига эга. Сиқиш даражасининг ортиши иш жисми температура ва босими максимал қийматларининг жадал ўсиши билан боғлиқлиги расмдан кўриниб турибди. Бу эса ёниш камераси атро-



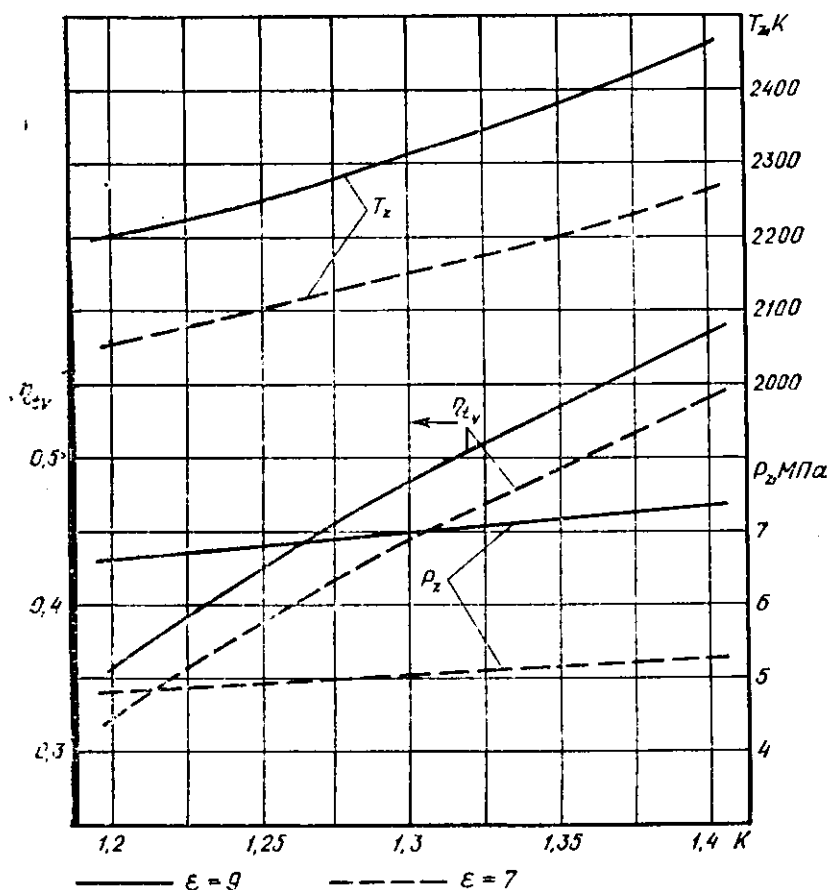
1.2- расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган циклнинг кўрсаткичларига сиқиш даражасининг таъсири:

$$k = 1.34; T_a = 300 \text{ K}; p_a = 0.1 \text{ МПа}$$

фидаги деталларга бўлган иссиқлик ва механик нагрузкалар ортишини билдиради. Демак, сиқиш даражаси ортган сари юқори сифатли, бинобарин, қимматбаҳо конструкцион материаллардан фойдаланиш ёки деталларнинг кўндаланг қисми ва цилиндрлар деворларининг қалинлигини ошириш, яъни ИЕД массасини ошириш талаб этилади.

Адиабата кўрсаткичи k нинг η_{tv} га таъсири сиқиш даражасининг икки хил қиймати учун 1.3-расмда тасвирланган. Циклдаги энг юқори босим p_z ва энг юқори температура T_z катталиклари иш жисмига бериладиган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлган ҳол учун олинган.

Адиабата кўрсаткичи иш жисмининг хусусиятларини белгилайди. Унинг катта қийматлари икки атомли газлар (азот, кислород, атмосфера ҳавоси) учун, кичик қийматлари эса молекуласида атомлар сони кўп бўлган газлар, яъни ҳақиқий

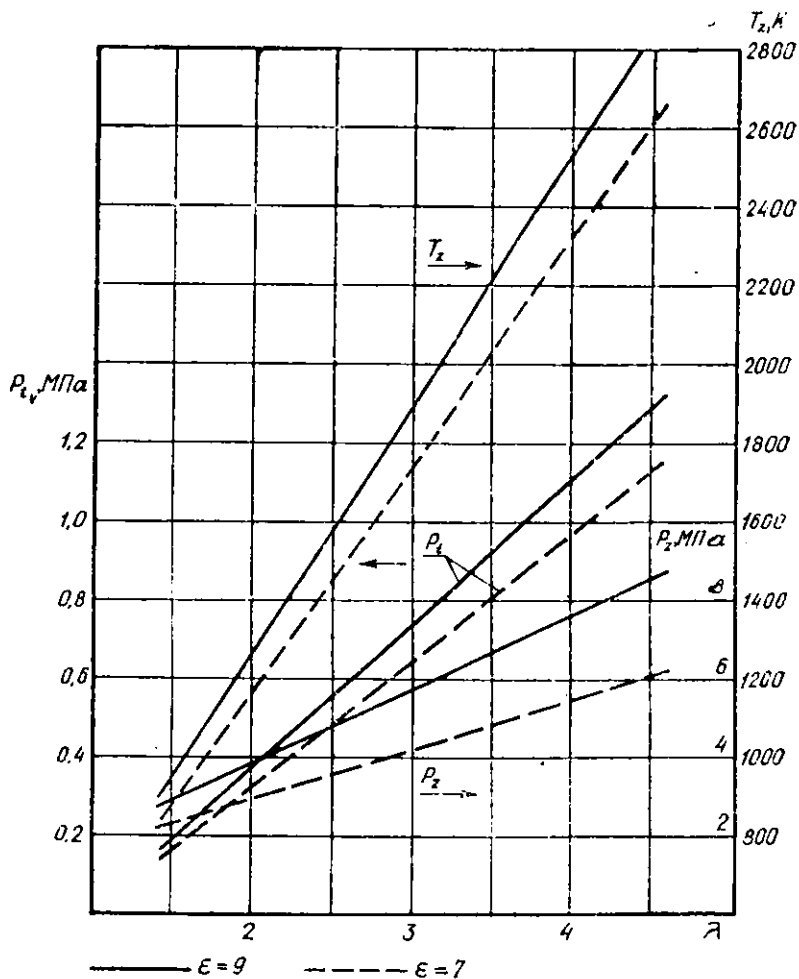


1.3-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда Сериладиган цикл характеристика-
ларига адиабат кўрсаткичининг таъсири:

$$T_a = 300 \text{ K}; p_a = 0,1 \text{ МПа}; 1 - \epsilon = 9 \text{ ва } 2 - \epsilon = 7$$

циклнинг асосий ёниш маҳсулотлари (ис гази, сув буғи)га хос-
дир. k нинг оралиқ қийматлари икки ва уч атомли газларни
турли нисбатларда аралаштириб олинади. Расмдан кўриниб
турибдики, иш жисмининг табиати цикл давомида иссиқликдан
фойдаланишга катта таъсир кўрсатади; адиабата кўрсаткичи
қанча катта бўлса, яъни иш жисмида икки атомли газлар қанча
кўп бўлса, циклнинг тежамкорлиги ҳам шунча юқори бўлади.

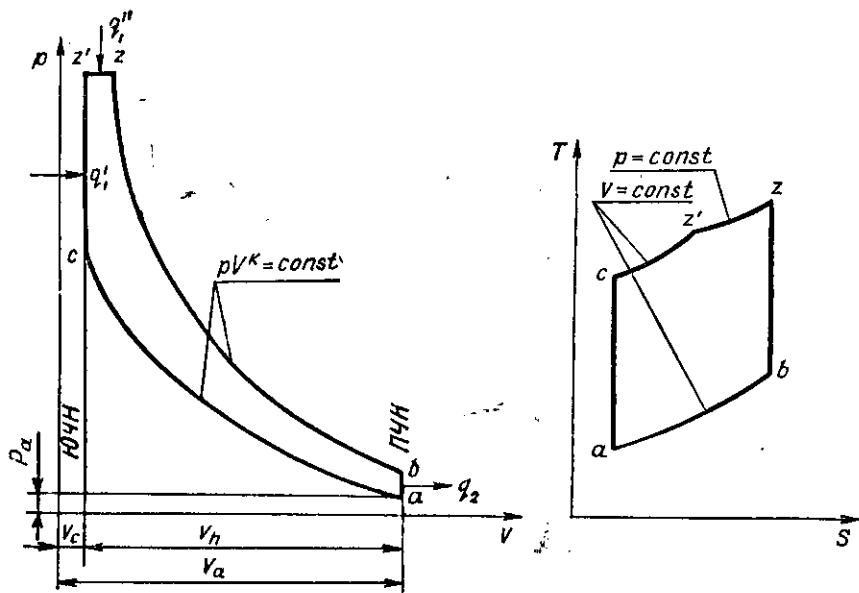
Юқорида қайд қилиб ўтилганидек, кўрилатган циклни тим-
сол сифатида қўлловчи автомобиль ИЕД лари кўпроқ вақт ки-
чик юкланишларда ишлайди. Бу ўз навбатида двигателнинг
ёнилғи сарфи бўйича ўртача тежамкорлигини, унинг юклан-
ганлигини ва узоқ муддат ишлашини кўп жиҳатдан белгилай-
ди. Юкланишга қараб цикл кўрсаткичларининг ўзгаришини



1.4-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл кўрсаткичларига босимнинг ортиш даражаси таъсири:

$$T_a = 300 \text{ K}; p_a = 0.1 \text{ МПа}; k = 1.34; 1 - \epsilon = 9; 2 - \epsilon = 7$$

таҳлил қилиш аҳамиятга молик. Бу ўзгаришни кўрсатувчи (ўлчагич) сифатида циклда бажарилган иш ёки циклнинг ўртача босими қабул қилинган. 1.4-расмдан кўриниб турибдики, циклнинг ўртача босими ўзгарганда ва сиқиш даражаси $\epsilon = \text{const}$ бўлганда унга мутаносиб равишда босимнинг ортиш даражаси ҳам (юкланишни ўлчагич сифатида) ўзгаради. Шу билан бирга сиқиш даражаси ϵ нинг берилган қийматида циклда иссиқликдан фойдаланиш (яъни циклнинг тежамкорлиги) ўзгармай қолади. Бу, босимнинг ортиш даражаси қатнашмаган (1.3) формуладан бевосита келиб чиқади. Ҳақиқий циклда ис-



1.5- расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган термодинамик цикл

сиқликдан фойдаланишнинг юкланиш билан ўзаро боғлиқлиги бирмунча бошқачароқ бўлади, бу нарса мазкур туркумдаги ИЕДларда фойдаланиладиган юкланишни миқдорий усулда ростлаш хусусиятлари билан тушунтирилади.

1.2. ИССИҚЛИК АРАЛАШ УСУЛДА БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Бу цикл тезюрар дизеллар шу жумладан, автотрактор типдаги дизеллар ҳақиқий циклининг тимсоли ҳисобланади. 1.5-расмда кўрсатилганидек, адиабатик сиқиб (ac)дан сўнг иш жисмига аввал ўзгармас ҳажмда q_1' (cz' жараён), кейин — ўзгармас босимда q'' ($z'z$ жараён) иссиқлик берилди. Шундан сўнг иш жисми адиабатик кенгайиб, иш бажаради (zb) жараён. Цикл ўзгармас ҳажмда q_2 иссиқлик олиш билан тугалланади (ba жараён). Юқорида кўрилганидек, бу цикл ҳам поршеннинг икки тўла йўлида бажарилади. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклни таҳлил қилишда қуйидаги қўшимча параметрлар киритилади:

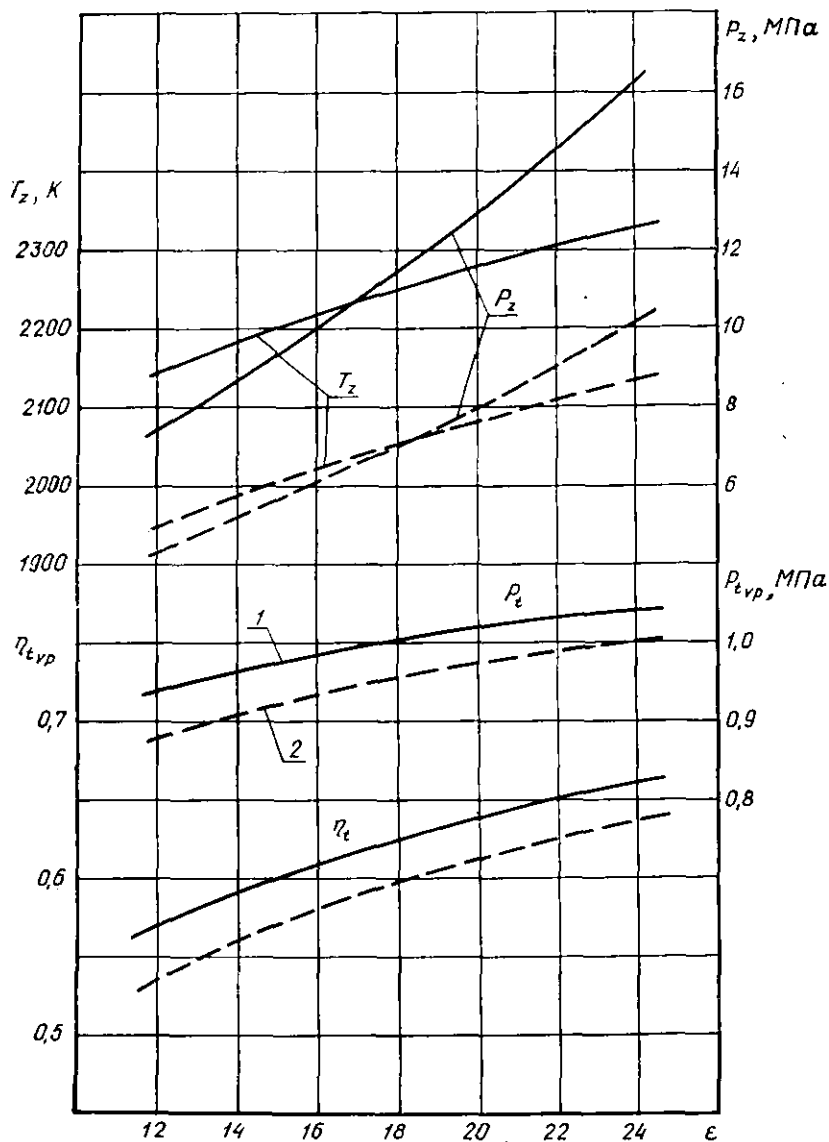
дастлабки кенгайиш даражаси $\rho = V_z/V_{z'} = V_z/V_c$;

кейинги кенгайиш даражаси $\delta = V_b/V_z$.

Бу ифодалардан:

$$\epsilon = \rho \cdot \delta \quad (1.5)$$

Термодинамика курсида мазкур цикл кўрсаткичлари учун қуйидаги муносабатлар қабул қилинган:



1.6- расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл кўрсаткичларига сиқиш даражасининг таъсири:

$$k = 1,34; \quad 1 \rightarrow q'_1/q''_1 = 3; \quad 2 \rightarrow q'_1/q''_1 = 1/3$$

$$\eta_{lv_p} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \lambda (\rho - 1)}; \quad (1.6)$$

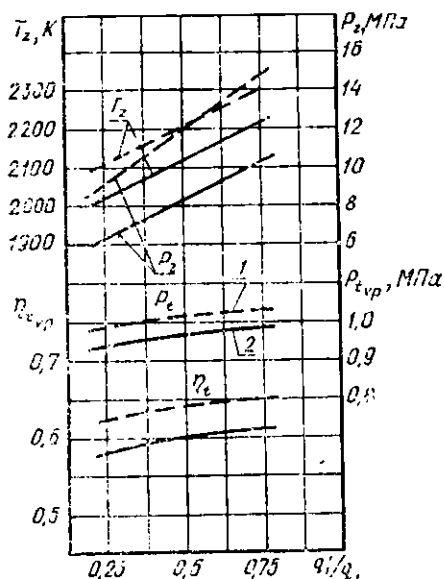
$$\tau_{lv_p} = \frac{p_a e^k}{(k-1)(\varepsilon-1)} \eta_{lv_p} [\lambda - 1 + k \lambda (\rho - 1)] = \frac{p_a e^k}{(\varepsilon-1)(k-1)} \cdot \left\{ \lambda (\rho - 1)(k-1) + \lambda \rho \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{\varepsilon}{\rho}\right)^{k-1}} \right] - \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \right) \right\} \quad (1.7)$$

(1.3) ва (1.6) формулаларни солиштириш ε нинг цикл те-
жамкорлигига таъсири иккала ҳолда ҳам бир хил нисбат билан
аниқланишини ва бу нисбат айнан ўзгариш бўлишини кўрса-
тади. Бироқ иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл-
даги нисбат λ ва ρ нинг биргаликдаги таъсири ҳамда k нинг
ўзгачароқ таъсири туфайли мураккаблашади. (1.5) формула-
дан сиқиш даражаси ε нинг иш жисмига ўзгармас босимда
берилган иссиқлик улушини билдирувчи ρ билан чамбарчас боғ-
ланганлиги кўриниб турибди. Демак, циклда иссиқликдан фой-
даланишга ε нинг таъсири ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда
бериладиган иссиқликнинг тақсимланишидаги ўзаро боғлиқлик-
ни эътиборга олган ҳолда қаралиши лозим. 1.6-расмда ўзгармас
ҳажм ва ўзгармас босимда берилган иссиқлик миқдорлари ўр-
тасидаги икки хил нисбатда, бошқача қилиб айтганда, λ/ρ нинг
икки хил нисбатида цикл кўрсаткичларига ε нинг таъсири кўр-
сатилган. 1.2 ва 1.6- расмларни солиштириш ε нинг ушбу цикл
кўрсаткичларига таъсир этиш характери иссиқлик ўзгармас
ҳажмда бериладиган циклики билан бир хил эканлигини кўр-
сатади.

Иккала ҳолда ҳам сиқиш даражасининг ортиши билан цикл те-
жамкорлиги яхшиланишининг жадаллиги камаяди, яъни ε маълум
қийматга етгандан кейин иссиқликдан фойдаланиш ва солиштирма
ишнинг ортиши керагича бўлмайди. Шу билан бирга, ε ортиши би-
лан циклнинг максимал температураси T_z , максимал босими p_z тез
кўтарилади, бу ўз-ўзидан ИЕД деталларининг механик ва иссиқ-
ликдан янада кучлироқ зўриқишига олиб келади.

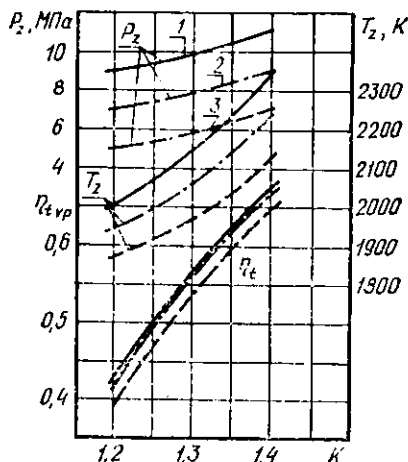
Дизеллардаги иш жараёнини ташкил қилишда сиқиш да-
ражасини оширишга, учқун билан ёндириладиган ИЕД ларда
бўлгани каби бирор-бир чекланишлар монелик қилмайди. Шу-
нинг учун дизелларда сиқиш даражасини чекловчи асосий
омиллардан бири деталларнинг иссиқлик ва механик зўриқи-
шидир. Аралашма ҳосил қилиш усули ва иш шароитларига
кўра ҳозирги замон дизеллари 15÷23 оралиғида сиқиш дара-
жасига эга.

1.7- расмда сиқиш даражасининг икки хил қиймати учун
цикл кўрсаткичларининг ўзгариши ўзгармас ҳажмда берила-
диган иссиқлик миқдорида нисбатан келтирилган (бу ҳолда
иш жисмига берилган иссиқликнинг умумий миқдори ҳам ўз-
гармайди).



1.7-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклниң кўрсаткичларига иссиқликнинг ўзгармас ҳажмда берилдиган улушининг таъсири:

$k = 1.34$; $q_1 = \text{const}$; $1 - \varepsilon = 16$ ва $2 - \varepsilon = 22$



1.8-расм. q_1'/q_1 нисбатининг иссиқлик аралаш усулда берилдиган цикл кўрсаткичларига таъсири:

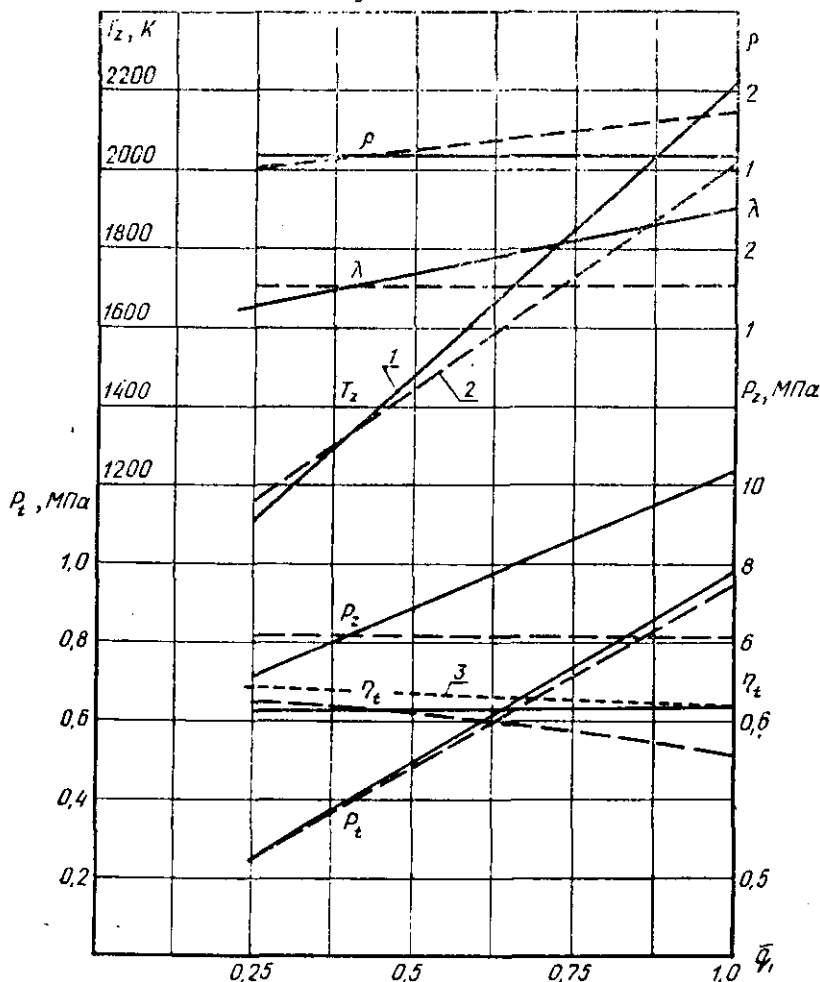
$\varepsilon = 13$; $q_1 = \text{const}$; q_1'/q_1 нисбат: $1 - 0.75$; $2 - 0.5$; $3 - 0.25$

Иссиқлик миқдори ортиб борган сари, яъни иссиқлик аралаш усулда берилдиган циклниң иссиқлик ўзгармас босимда берилдиган циклга яқинлашгани сари η_i ва p_i ортиб боради. Бинобарин, энергетик ва тежамкорлик нуқтаи назаридан цикл янада такомиллашади. Шу билан бирга p_z ва T_z лар ҳам жадал ўсиб боради.

1.8-расмда цикл баъзи бир параметрларининг берилган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлган ҳол учун k га нисбатан ўзгариши кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, берилдиган иссиқлик қандай бўлинишидан қатъи назар, k нинг ортиши билан цикл тежамкорлиги сезиларли даражада яхшиланади.

1.9-расмда берилдиган иссиқлик миқдори ўзгарган ҳол учун (яъни юкланишни ростлаганда) мазкур цикл кўрсаткичларининг ўзгариши тасвирланган. q_1 ни ўзгартаришниң икки хил усули солиштирилади: λ ўзгармас бўлганда ρ ҳисобига ва ρ ўзгармас бўлганда λ ҳисобига. $\rho = \text{const}$ бўлганда юкланиш камайиши билан η_i жуда оз миқдорда камаяди. Бу λ/ρ нисбатининг камайиши билан тушунтирилади (1.7-расмга қаранг). $\lambda = \text{const}$ бўлган ҳол учун эса юкланиш камайиши билан η_i сезиларли даражада ортади, чунки иссиқлик бериш камая бориши билан бу цикл иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилдиган циклга борган сари яқинлашади.

Демак, q_1 ошганда T_z ўсиши билан боғлиқ $\rho = \text{const}$ бўлгандаги вариантга нисбатан $\lambda = \text{const}$ бўлганда юкланишни ростлаш варианты p_z ўзгармаслиги билан характерланади.



1.9- расм. Иссиқлик миқдори q'_1 нинг цикл кўрсаткичларига таъсири:

$$\lambda/\rho = \text{var}$$

$$1 - (q'_1/q_1)_{100} = 0,75; \quad 2 - (q'_1/q_1)_{100} = 0,25; \quad 3 - k = \text{var};$$

$$(q_1)_{100} = \text{const}; \quad \varepsilon = 16, \quad k = 1,34).$$

Шунинг учун ИЕД деталларининг механик ва иссиқлик зўриқишлари нуқтаи назаридан олганда катта юкланишларда мазкур вариант мақсадга мувофиқ бўлади. Бироқ ε нинг берилган қиймати учун циклнинг тежамкорлиги $\rho = \text{const}$ вариантыга нисбатан пастроқ бўлади.

1.9- расмдан кўринадики, юкланиш камайиши билан иш жисмининг температураси пасаяди, натижада газнинг иссиқ-

лик сифини камаяди ва ўз навбатида адиабата кўрсаткичи ортади. Расмда келтирилган ҳисоблаш натижаларида циклга берилган иссиқлик миқдорини ўзгартиришнинг k нинг ўзгаришига таъсири ҳисобга олинмаган, бу эса циклнинг кўрсаткичларига таъсир қилган. Термик ф.и.к. (қисқа пунктирли чизиқ) k нинг ўзгаришини эътиборга олиб ҳисобланган. Бунда циклга берилган иссиқлик миқдори иш жисми температурасининг ўртача қийматидан келиб чиқиб ўзгартирилган ($\rho = \text{const}$ варианты). Бу ҳолда юкланиш камайиши билан цикл тежамқорлигининг сезиларли даражада ортиши расмдан кўриниб турбди.

Реал шаронтларда k катталикнинг юкланиш бўйича ўзгариши иш жисми температураси таъсиригагина эмас, балки унинг таркибига ҳам боғлиқдир. Юкланиш камайиши билан иш жисми таркибида уч атомли газларнинг миқдори камайиб, икки атомли газлар миқдори ортади (юкланиш ёнилғининг циклда бериладиган миқдорини ўзгартириш йўли билан сифат жиҳатдан ростланганда). Бу нарса k нинг янада ортишига, яъни цикл тежамқорлигининг яхшиланишига олиб келиши керак, амалда ҳам шу ҳолат кузатилади.

1.3. БОСИМ ОСТИДА КИРИТИШ УСУЛИ (НАДДУВ) ҚЎЛЛанилган ИЕД Цикллари

Босим остида киритиш усули ҳисобига ИЕДнинг қуввати ва буровчи моментини оширишга цилиндрнинг иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган цикл ишини кўпайтириш орқали эришилади. Босим остида киритиш усулининг моҳияти шундан иборатки, бунда иш жисми цилиндрга киритиш олдиан компрессор ёрдамида атмосфера босимидан юқори босимгача сиқилади. Бу нарса цилиндрнинг ўлчамлари ўзгармаган ҳолда унга кўпроқ миқдорда (массаси бўйича) иш жисми киритишга имкон беради, демак кўпроқ миқдорда иссиқлик берилади ва циклда бажарилган иш миқдори катта бўлади. Ҳозирги кунда дизелларда босим остида киритиш усули кенг қўлланилмоқда. Ушбу ИЕДларда назарий тимсол сифатида иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклдан фойдаланилган. Мазкур циклга татбиқан (1.5-расмга қаранг) a нуқтада қуйидагига эга бўламиз:

$$p_a = \frac{MRT_a}{V_a} \quad (1.8)$$

бу ерда T_a ва V_a —мос равишда газнинг температураси ва цилиндрнинг тўла ҳажми. $R/V_a = \text{const}$ деб қабул қиламиз ва $p_a \neq M \cdot \text{const}$ деб, T_a янги заряд босим остида киритиладиган ва табиий ҳолда киритиладиган ИЕД ларида бир хил деб фараз қилсак,

$$p_a = M \cdot \text{const}$$

ҳосил бўлади. Берилган цилиндр ҳажми V_a учун унга киритилган иш жисми массасини фақат бир йўл билан ошириш мумкин. Бунда газни сиқиб иш жисмининг зичлиги ортирилади:

$$M = V_a \cdot \rho_a \quad (1.9)$$

у ҳолда $\rho_a = \rho_a \cdot \text{const}$ бўлади. (1.10)

(1.7) формула таҳлили циклнинг параметрлари (ϵ , λ , ρ , k) ўзгармас бўлганда циклнинг ўртача босими p_a га пропорционал эканлигини кўрсатади. Циклнинг a нуқтасида иш жисмининг зичлигини ошириш учун ҳаракатни ИЁД валидан оладиган компрессордан фойдаланиш мумкин. Бу ҳолда компрессор ИЁД бажарган ишнинг маълум бир қисмидан фойдаланади, натижада босим остида киритиш усулини қўллашдаги ютуқ бироз пасаяди.

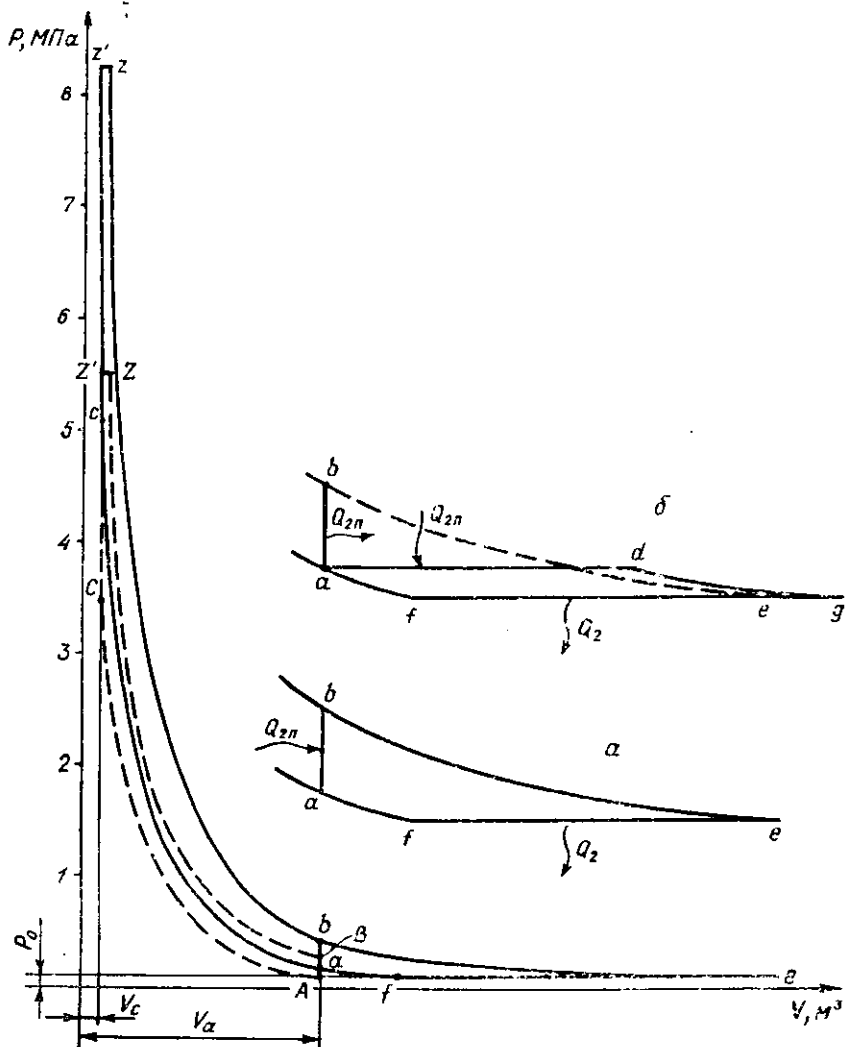
Босим остида киритиш усулини қўллашда реал шароитларда ИЁД дан атмосферага чиқариб ташланадиган ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Автотрактор двигателларида энг кўп қўлланиладиган бундай система *турбонаддув* деб аталади. Бунда ишлатилган газлар турбинага йўналтирилади ва улар турбина парракларида кенгайиб, иш бажаради (турбинани ҳаракатга келтиради ва парракли компрессор ишга тушади).

Поршенли ИЁД нинг иссиқлик аралаш усулда бериладиган ва турбокомпрессорли назарий цикли 1.10- расмда кўрсатилган. Циклнинг бир қисми, яъни двигателнинг турбокомпрессор ишига тўғри келадиган қисми каттароқ масштабда (1.10- расм, *a*) кўрсатилган. Поршенли двигателда *ba* изохора бўйлаб Q_{2n} иссиқлик олинади. Агар турбина парракларига газ берилаётганида иссиқлик йўқолиши ҳисобга олинмаса, у ҳолда $Q_{2n} = Q_{ba}$ иссиқлик газ-турбинали агрегат цикли *abef* да ўзгармас ҳажмда газга узатилади. *be* ва *fa* жараёнлар адиабата бўйича, иссиқлик олиш *ef* ўзгармас босимда юз беради.

Газ турбинали мослама цикли амалга оширилиши натижасида $p-V$ координатларида *abef* шаклининг юзасига эквивалент бўлган ортиқча фойдали иш ҳосил қилинади. Бу иш бевосита газ-турбина валидан олиниши мумкин. Бу ҳол катта қувватли мосламаларда ишлатиладиган комбинацияланган двигателга мос келади.

Автотрактор ИЁД ларида газ-турбинали мослама циклидан поршенли двигателда босим остида киритиш усули қўлланилгандагина фойдаланилади ва циклнинг ортиқча иши a нуқтада газ босимини оширувчи компрессорни ҳаракатга келтиришга сарфланади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ва қўлланилмаган (1.10- расм, *ACZ'ZB*) цикллари ϵ , λ , ρ , k параметрлар бир хил бўлганда ўзаро таққослаш циклнинг иши, бинобарин циклнинг ўртача босими босим остида киритиш усули қўлланилган вариантда, V_a ўлчами бир хил бўлганда, анча юқори эканлигини кўрсатади. Агар кўрсатилган параметрлар икки хил вариант учун бир хил бўлса, термик ф. и. к. лари ҳам бир хил бўлади.

Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган газ турбинали мосламанинг цикли газ-турбинанинг импульс режимига мос келади (1.10- расм, *a*). Бу жараёни ИЁД ларда амалга ошириш анча мураккаб, чунки уларда юкланиш ва айланишлар частот



1.10- расм. Босим остида қиритиш усули қўлланилган термодинамик цикълар

таси кенг кўламда ўзгариб туради. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган газ-турбинали агрегат цикли амалга ошириш анча содда ва транспорт ИЕД ларининг ишлаш шароитларига дурустроқ мослашган цикл ҳисобланади (1.10- расм, б).

Юқорида фараз қилинганидек, поршенли двигателдан олинадиган Q_{2n} миқдордаги барча иссиқлик исроф бўлмасдан газ-турбинага берилади. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган газ-турбинали мослама ишига эквивалент бўлган $adgf$ шакл юзаси илгари кўриб чиқилган циклга тегишли $abef$ юзадан кичик эканлиги расмдан кў-

риниб турибди. Бу эса иш жисмига бериладиган иссиқлик миқдорин ўзгармас бўлганда берилган турбонаддув агрегати компрессорни юргизиш учун кам энергетик имкониятларга эга ва поршенли ИЕД да (босим остида киритиш усули қўлланилган паст босим ҳосил қилишини кўрсатади. Бундан аввалги ҳолдаги каби босим остида киритиш усули қўлланилган циклнинг термик ф. и. к., ϵ , γ , ρ , k лар ўзгармаганда, мазкур усул қўлланилмаган цикликка тенг бўлади.

1. 10- расмдан кўринадики, босим остида киритиш усулини қўллаш циклда газ босимининг кўтарилишига олиб келади, бу эса деталларнинг механик зўриқиши янада кучайишини билдиради. Ҳисоблашларда бошланғич T_a температура босим остида киритиш усули қўлланилган ва қўлланилмаган цикллар учун бир хил деб олинади. Амалда эса газ компрессорда сиқилиши туфайли тез қизийди, натижада иш жисмининг циклдаги энг юқори ва ўртача температураси сезиларли даражада ортади, яъни ИЕД деталларига бўлган иссиқлик юклавишлари ошади. Шунинг учун босим остида киритиш усули қўлланилганда ИЕД деталларининг ишлаш қобилиятини таъминловчи бир қатор тадбирлар қўллаш талаб қилинади.

Учқун билан ёндириладиган ИЕД ларда босим остида киритиш усули ҳозирча деярли қўлланилмайди, шунинг учун уларнинг назарий цикллари дарсликда кўриб чиқилмади. Бироқ иссиқлик аралаш усулда бериладиган, босим остида киритиш усули қўлланилган циклга тегишли умумий қоида ва хулосалар тенг тарзда учқун билан ёндириладиган ИЕД нинг термодинамик цикли учун ҳам қўлланиши мумкин. Фақат шуни эслатиб ўтамизки, бундай двигателлар учун босим остида киритиш усулининг энергетик имкониятлари дизелларга қараганда сезиларли даражада юқоридир, чунки улардаги ишлатилган газларнинг энергияси кўпроқ бўлади.

2-606. АВТОТРАКТОР ИЕД ЛАРИНИНГ ҲАҚИҚИЙ ЦИКЛЛАРИ

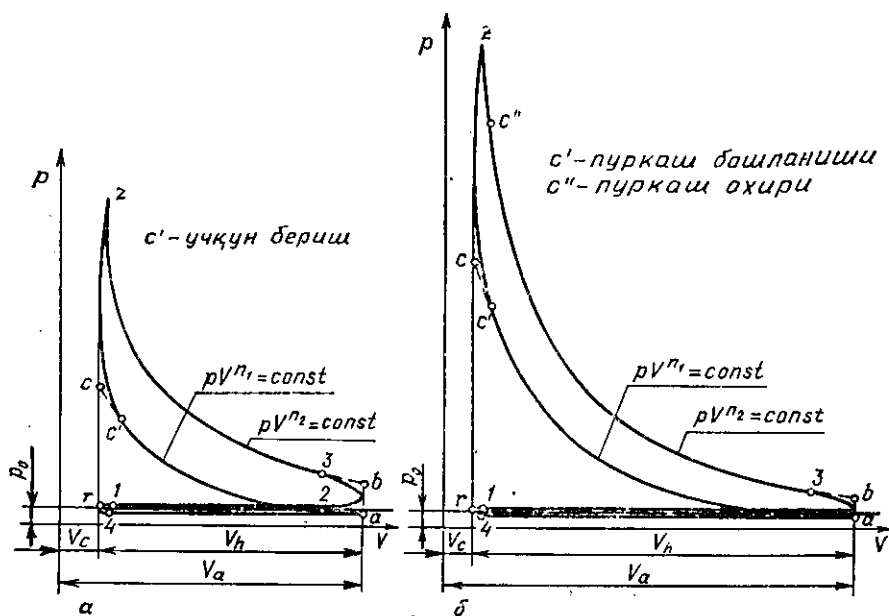
ИЕД ларнинг ҳақиқий циклларида иш маълум миқдордаги ёнилғининг ёнишида ажралиб чиқадиغان иссиқлик энергиясининг механик энергияга айланиши натижасида олинади. Газ ҳолидаги ёниш маҳсулотлари цилиндрда кенгайгандан, яъни иш бажаргандан сўнг атмосферага чиқариб ташланади. Кейинги циклда ёниш ва кенгайиш жараёнларини тайёрлаш учун цилиндр ишлатилган газлардан тозаланиб, янги заряд билан тўлдирилган бўлиши керак. Бу газ алмашиш жараёнлари чиқариш ва тўлдириш ёрдамида амалга оширилади. Шундай қилиб, ИЕД ларнинг ҳақиқий цикллари термодинамик циклларга солиштирилса, улардаги иш жисмига иссиқлик берилиши ёнилғининг ёниши ва иссиқ ёниш маҳсулотлари ҳосил бўлиши билан, иссиқлик олиш жараёни эса маълум бир иссиқлик энер-

гиясига эга бўлган ишлатилган газларни атмосферага чиқариш билан алмаштирилади. Ҳақиқий циклда қўшимча равишда газ алманиш жараёнлари ҳам содир бўлади.

Ҳозирги замон ИЕД ларида бир секунд давомида ҳар бир цилиндрда бир неча ўнлаб цикллар содир бўлади. Циклнинг қисқа вақт ичида содир бўлиши уни ташкил қилувчи жараёнларни сифатли ва ўз вақтида амалга оширишни қийинлаштиради. Кўпчилик ИЕДларда ҳақиқий цикл 4 такт ёки поршеннинг тўла йўли (тўрт тактли ИЕД) давомида амалга оширилади, улардан икки тактида юқорида кўриб чиқилган термодинамик цикл жараёнлари, қолган икки тактида эса газ алманиш содир бўлади. ИЕД ларнинг камроқ қисмида ҳақиқий цикл 2 такт ёки поршеннинг тўла йўли (икки тактли ИЕД) давомида амалга оширилади. Демак, берилган айланмишлар частотасида ҳақиқий циклни амалга ошириш учун ажратилган вақт икки тактли ИЕД ларда тўрт тактлига қараганда икки марта кам экан, шунинг учун икки тактли ИЕД ларда юқори сифатли газ алманишни ташкил қилиш анча мураккаб вазифа ҳисобланади. Ҳақиқий циклларнинг яна бир томонини кўриб чиқамиз. Ёнилғи цилиндрида, тўғрироғи, ёнилғининг ёниш камерасида ёндирилишдан олдин алангаланиш ҳамда ёнишга тайёрланган ёнилғи ва оксидловчи — кислород зарралари аралашмаси (кислород ИЕД га ташқи муҳитдан ҳаво таркибида киради) бўлиши лозим. Ёнувчи аралашманинг сифати цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори ёнишининг тўлиқлиги ва тезлигини кўп жиҳатдан белгилайди, яъни охири-оқибатда циклда иссиқликдан фойдаланишнинг такомиллашганлиги ҳамда цикл ва умуман ИЕД нинг бошқа кўрсаткичларини белгилайди.

Учқун билан ёндириладиган ИЕД ларида (бензин ва газда ишлайдиган) ёнувчи аралашма цилиндридан ташқарида тайёрланади, кўпинча махсус қурилма: карбюратор ёки аралаштиргичда тайёрланади ва цилиндрига фақат қўшимча ўзгаришларига содир бўлиб, деярли тайёр ҳолда киритилади.

Дизелларда ёнувчи аралашма ёнишгача бўлган даврда (сиқишнинг охирида) ва қисман ёниш даврида бевосита ёниш камерасида тайёрланади. Бу двигателларда ёнувчи аралашма ҳосил қилишга ажратилган вақт ёнувчи аралашма цилиндридан ташқарида тайёрланадиган ИЕД ларникига қараганда бир неча марта кам. Шунинг учун дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш анча мураккаб вазифа ҳисобланади, ёнувчи аралашма сифати эса цикл ва ИЕД нинг турли кўрсаткичларига кучлироқ таъсир кўрсатади. Мазкур вазифа дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш ИЕД нинг турли режим ва ишлаш шароитлари (ташқи ҳаво температураси, цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори, валнинг айланиш частотаси ва Ҳ. К. ларнинг ўзгариши)да ёнилғининг ўз вақтида ва ишончли ўз-ўзидан алангаланиши зарурлиги билан чамбарчас боғланганлиги сабабли янада мураккаблашади.



2.1-расм. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган тўрт тактли двигателлар ҳақиқий цикллариининг индикатор диаграммалари:

a — карбюраторли двигателлар; *b* — дизеллар

Ёнилғи ўз-ўзидан алангаланиши учун у пуркалаётган вақтда ёниш камерасидаги ҳавонинг температура ва босими етарли даражада юқори бўлиши керак. Ўз-ўзидан алангаланиш ишончли бўлиши учун пуркалаётган ёнилғининг жуда майда (бир неча микрометр) зарраларга парчаланиши катта аҳамиятга эга. Бу ёнилғининг ҳаво билан иссиқлик алмашадиган юзасини бир неча марта оширишга, яъни ёнилғи зарраларининг қизишини, буғланишини тезлаштиради ва ёнилғи зарраларининг ўз-ўзидан алангаланиши учун дастлабки химиявий тайёргарликни таъминлайди.

Дизелларда сифатли аралашма ҳосил қилиш, ўз-ўзидан алангаланишни ҳамда самарали, тез ва тўлиқ ёнишни таъминлаш учун ёнилғи юқори босимда пуркалиши ва ёниш камерасида ҳавонинг маълум тартибли интенсив ҳаракати вужудга келтирилиши керак (ИЕД ларининг иш режимлари ҳамда ёниш камерасининг шакл ва ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда пуркаш босими 20—150 МПа оралиғида бўлади).

ИЕД ҳақиқий циклларида содир бўладиган жараёнларни таҳлил қилиш ва кўриб чиқиш мақсадида, одатда, тирсакли вал кривошипининг бурилишига (т. в. б.) ёки цилиндр ҳажмига мувофиқ цилиндрлар ичидаги газ босимининг ўзгариш графиги, яъни махсус асбоб — босим индикатори ёрдамида олинадиган

индикатор диаграммдан фойдаланилади. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган тўрт тактли ИЕД ҳақиқий циклининг асосий жараёнларини 2.1-расмда келтирилган индикатор диаграммалар ёрдамида кўриб чиқамиз.

1. Тўлдириш (киритиш) жараёни. Ушбу газ алмашиш жараёни цилиндрни янги заряд билан тўлдириш учун хизмат қилади. Ёниш камераси поршень тубида жойлашган (*ажратилмаган камерали*) дизелларда содир бўлувчи киритиш жараёнида цилиндр ўқи атрофида заряднинг тартибли айланма ҳаракати ҳам юзага келади.

Киритиш жараёни 1 нуқтада киритиш клапани поршень ЮЧН га бироз етмасдан (20° т. в. б.) очилгандан сўнг бошланади, бунда чиқариш жараёни тугалланаётган ва чиқариш клапани ҳали очиқ ҳолда бўлади. Янги заряднинг асосий миқдори цилиндрга поршеннинг ЮЧН дан ПЧН гача бўлган ҳаракатида α нуқтагача берилади. Бу ҳолда цилиндрда киритиш системаси элементлари (ҳаво тозалогич, трубопроводлар, коллектор, карбюратор ёки аралаштиргич, клапан тирқиши) нинг гидравлик қаршилиги туфайли бироз сийракланиш ҳосил бўлади. Аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда цилиндрга *ёнувчи аралашма*, дизелларда эса — *ҳаво* киритилади. Аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларнинг киритиш системасида иш аралашмаси ва юкланишни ростлайдиган махсус қурилмаларнинг бўлиши уларда гидравлик қаршиликларнинг ўсишига ва ўз навбатида дизелларга нисбатан цилиндрда сийракланишнинг кўпроқ ортишига олиб келади. Бензинли ИЕД ларда содир бўладиган киритиш жараёнида карбюратор ёки форсунка орқали берилган ёнилғи томчиларининг ёнувчи аралашма таркибида буғланиши давом этади. Тўлдириш жараёни киритиш клапани ПЧН га нисбатан $40\text{—}75^\circ$ кечикиб (2 нуқтаси) ёпилганидан сўнг тугайди.

Киритиш жараёни давомида цилиндр ичидаги босим поршеннинг тескари (мой картери тарафидан) томонидаги атмосфера босимидан кичик бўлгани сабабли мазкур жараёни амалга оширишда ташқи иш сарф қилиш талаб этилади. Бу мақсадда маховикда йиғилган энергиядан ёки бошқа циклларда олинган фойдали ишнинг бир қисмидан фойдаланилади. Киритишнинг якуний қисми (α нуқтадан 2 нуқтагача) поршеннинг ЮЧН га қараб ҳаракатланишида, яъни цилиндрнинг поршень усти ҳажми қисқаришида содир бўлади.

2. Сиқиш жараёни. Назарий циклдан фарқли ўлароқ ҳақиқий циклда сиқиш жараёнининг ҳозирги замон тезюрар ИЕД ларида жуда кам вақт ичида кечишига қарамай, мазкур жараён иш жисми ва цилиндр деворлари ўртасида узлуксиз, ўзгарувчан интенсивлик билан иссиқлик алмашинувида содир бўлади. Бундан ташқари, у қатор сабаблар таъсири туфайли ҳам мураккаблашади. Чунончи, сиқиш жараёни бошида α ва 2 нуқталар оралиғида киритиш клапани очиқ ҳолатда бўлади

ва поршень устидаги бўшлиқ киритиш системаси билан туташади. Соф сиқиш жараёни, яъни иш жисмининг амалий жиҳатдан ўзгармас миқдорини сиқиш 2 нуқтасидан кейингина бошланади. Сиқиш жараёнининг охирида, аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда *c* нуқтада (ЮЧН га $25-40^{\circ}$ т. в. б. қолганда) электр учқуни берилади ва ёнувчи аралашма ёндириш свечаси электродлари оралиғидаги зазорда ёндирилади (*ёндиришни илгарилатиш бурчаги* деб аталувчи катталиқ). Шу лаҳзадан бошлаб цилиндрда аланга фронти шакллана бошлайди ва сиқиш жараёни ёнишнинг бошланғич фазаси ривожланиши билан биргаликда давом этади.

Дизелларда *c* нуқтада, ЮЧН га $15-20^{\circ}$ т. в. б. етмасдан форсунка орқали ёнилғи берила бошланади (*пуркашни илгарилатиш бурчаги* деб аталувчи катталиқ). Шу лаҳзадан бошлаб дизеллардаги сиқиш жараёни ёнилғини ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланишнинг физик ва химиявий жараёнлари, шунингдек, ёниш жараёнининг ривожланиши билан давом этади. Сиқиш жараёнини амалга ошириш учун дизелларда кўпроқ, карбюраторли двигателларда эса нисбатан камроқ механик энергия сарф қилиш талаб этилади.

3. Ёниш жараёни. Ушбу жараён поршень ЮЧН га етмасдан бошланади. Бунда цилиндрдаги газнинг босими ва температураси соф сиқишдагига қараганда сезиларли даражада кўтарилади. Ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда аланга фронти ёнмаган аралашмани тобора қамраган ҳолда свечадан ёниш камерасига тарқалади. Аланганинг кўринарли тарқалиши амалдагидан каттароқ (кўпроқ) бўлади, чунки ёниш маҳсулотлари температурасининг ортиши ва ёнмаган аралашманинг сиқилиши натижасида ёниш маҳсулотларининг кенгайиши туфайли аланганинг кўринарли тарқалиши ҳақиқий тарқалишдан кўпроқ бўлади. Дизелларда ёнилғини бевосита ёниш зонасига пуркаш давом этади. Химиявий реакциялар натижасида ёниш маҳсулотлари ҳосил бўлади, яъни цилиндрда иш жисмининг таркиби ва хусусиятлари кескин ўзгаради. Ёниш жараёнида газларнинг температураси ва босими энг юқори қийматларга эришади. Ёниш жараёни, кенгайиш тактида поршень газнинг ортиқча босим кучи таъсирида ПЧН га қараб ҳаракатланганда, оралиқ нуқтада ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда ЮЧН дан $30-40^{\circ}$ ўтиб, дизелларда эса $50-80^{\circ}$ ўтиб тугалланади. Шундай қилиб, ИЕД ларининг ҳақиқий циклларида ёниш жараёни (иссиқлик бериш) сиқиш ва кенгайиш тактларининг бир қисмини ўз ичига олади.

4. Кенгайиш жараёни ЮЧН да бошланади. Унинг бошланғич фазаси ёнилғининг ёниши натижасида газларнинг температура ва босимининг кўтарилиши билан характерланади. Бунда иссиқлик ажралиб чиқади ва унинг бир қисми цилиндр деворлари орқали исроф бўлади. Поршень ЮЧН дан узоқлашганда иссиқлик ажралиш тезлиги максимумга эришади, кейин эса

циклга берилган ёнилғи миқдори сарфланган сари камаяди. Цилиндр деворлари орқали иссиқлик йўқотиш тезлиги аввалига газ ва деворлар ўртасида температура напори катта бўлганлиги ҳамда иссиқлик алмашиш юзаси катталашгани сабабли энг катта қийматга эга бўлади. Сўнгра газларнинг деворлар билан контакт, юзалари катталаша бориши давом этишига қарамай тобора камая боради. Кенгайиш жараёнида ёниш маҳсулотларининг иссиқлик энергияси ишга айланади. 3 нуқтасида (ПЧН га $40-75^{\circ}$ т. в. б. етмасдан илгарироқ) чиқариш клапани очилади ва бундан кейин кенгайиш жараёни ишлатилган газларни чиқариш системаси ва атмосферага ҳайдаш билан давом этади. Чиқариш клапани вақтлироқ очилгани учун кенгайишдаги фойдали ишнинг маълум бир қисмидан ютқазилади, чунки 3 нуқтасидан сўнг цилиндр ичидаги газлар миқдори интенсив камая боради. Дизелларда иш жисми кўпроқ даражада кенгайгани туфайли атмосферага чиқариб ташланадиган газлардаги энергия улуши учқун билан ёндириладиган ИЕД лардагига қараганда камроқ бўлади.

5. Чиқариш жараёни цилиндрни ишлатилган газлардан тозалаш учун мўлжалланган ва у ёниш маҳсулотларининг кенгайиши давом этаётган шароитларда бошланади. Жараённинг асосий (ПЧН ва ЮЧН оралиғидаги) қисми цилиндрдаги босимнинг чиқариш системасининг гидравлик қаршилиги туфайли атмосфера босимига нисбатан бировз ортиқчаллигида содир бўлади. Ишлатилган газлар клапан, коллектор, трубалар ва товуш сўндиргичдан ўтаётганда маълум қаршиликка учрайди. Шунинг учун чиқариш жараёнини амалга ошириш чиқариш системасининг қаршилиги қанча юқори бўлса, шунча кўп ташқи иш сарфлашни талаб қилади. Айланишлар частотасининг ортиши билан чиқариш жараёнига ажратилган вақт қисқаради ва ўз навбатида ташқи энергия сарфи ортади.

Икки тактли ИЕД ларнинг аралашма учқун билан ёндириладиган турида ҳам, дизелли турида ҳам сиқиш, ёниш ва кенгайиш жараёнларини ташкил этиш тўрт тактли ИЕД нинг мазкур жараёнларидан асосан фарқ қилмайди. Асосий фарқ газ алмашиниш жараёнлари билан боғлиқ. Икки тактли ИЕД газ алмашиш органларининг конструктив схемасида (2.2-расмга қаранг) поршень иш жисмининг ортиқча босими таъсирида ПЧН га қараб ҳаракатланган ҳолда 4 нуқтада цилиндр деворига жойлаштирилган чиқариш дарчасини очади ва у орқали поршень устки юзасидан ишлатилган газлар ташқарига ҳайдалади.

Газларни эркин чиқариш даври 1. нуқтагача давом этади, бу ҳолда цилиндрдаги босим чиқариш дарчаси (ёки дарчалари)нинг ўтиш кесими катта бўлгани туфайли тез пасаяди. Поршень 1 нуқтада киритиш дарчасини очади (у ҳам цилиндр деворига жойлаштирилган). Бу пайтда янги заряд (аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД да ёнилғи-ҳаво аралашмаси, дизелда эса — ҳаво) махсус насос ёрдамида поршень устки

бўшлиғига босим остида кира бошлайди. 1—2 нуқталар оралиғидаги даврда чиқариш ва киритиш дарчалари очиқ бўлади ва шу туфайли цилиндр ишлатилган газлардан босим остида кираётган ҳаво билан тозаланади ва у янги заряд билан тўлдирилади. Киритиш йўлида янги заряд ишлатилган газлар билан қисман аралашishi ва у билан бирга атмосферага чиқариб ташланиши мумкин. Бу нарса аралашма ташқарида ҳосил қилнадиган ИЕД да ёнувчи аралашманинг йўқотилишига, яъни ёнилги сарфининг ортишига олиб келади. 2 нуқтасида ҳайдаш тугайди ва 3 нуқтада чиқариш дарчаси беркилгандан сўнг, сиқиш жараёни бошланади.

2.2- расм. Икки тактли ИЕД ҳақиқий циклининг индикатор диаграммаси

Ишнинг қўшимча исрофлари цилиндрни ишлатилган газлардан тозалашнинг ёмонлашиши ва ҳайдаш насосини ҳаракатга келтириш учун сарф бўладиган қувват билан боғлиқ. Буларнинг барчаси шунга олиб келадики, амалда цилиндрнинг ўлчамлари ва валнинг айланишлар частотаси бир хил бўлган ҳолда икки тактли двигателнинг қувватидан ютиш тўрт тактли двигателга нисбатан олганда кўпинча 50—60% ни ташкил қилади.

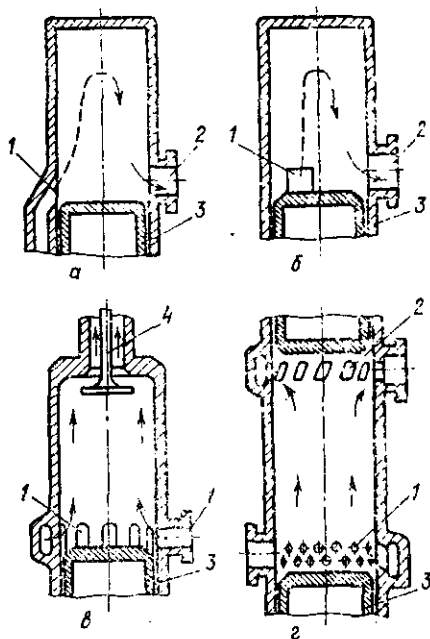
Икки тактли ИЕД ларида икки хил сиқиш даражаси мавжуд: геометрик $\epsilon = V_a/V_c$ ва ҳақиқий $\epsilon' = (V_a - V_b)/V_c$, улар ўзаро боғлиқ бўлади $\epsilon' = \epsilon(1 - \psi) + \psi$.

2.3-расмда ҳозирги замон икки тактли ИЕД ларида газ алмашинишини ташкил қилишнинг асосий схемалари келтирилган. *а* схема кўпроқ кичик қувватли (*кривошип-камерали* деб аталувчи) ИЕД ларда қўлланилади. Бу ҳолда янги заряднинг ортиқча босимини ҳосил қилиш учун двигателнинг жипс-лаштирилган картеридан фойдаланилади. Мазкур ИЕД нинг конструкцияси жуда содда ва уни ишлаб чиқариш арзон тушади, бироқ янги заряд киритиш сифати юқори эмас ва ψ ўзининг энг катта кўрсатилган қийматларига эришади. *б* схема ҳаво ҳайдаш насоси билан жиҳозланган автомобиль ва трактор дизелларида қўлланилади. Уларда $\psi = 0,15 - 0,2$ бўлади. Тўғри оқимли, клапан-тирқишли ҳаво ҳайдаш схемаси баъзи бир чет эл автомобиллари, тракторлари ва йўл қурилиш машиналарига ўрнатиладиган дизелларда қўлланилади, у, шунингдек, ЯМЗ-204; 206 маркали совет автомобиль дизелларида ҳам қўлланилган. Ишлатилган газларни чиқариш уларда клапанлар орқали амалга оширилади, бунинг учун ИЕД махсус механизм-

га эга бўлиши лозим, бу эса ўз навбатида унинг конструкциясини мураккаблаштиради. Баъзи бир чет эл автотрактор дизелларида қўлланиладиган ўзаро қарама-қарши жойлашган поршенлар ёрдамида ҳавони тўғри оқимда ҳайдаш схемаси (*г*) ИЕД нинг махсус конструктив тузилишини талаб қилади, бу эса куч агрегатининг нархини ошириб юборади.

Охирги икки схема ишлатилган газларнинг янги заряд билан жуда кам миқдорда аралашгани ҳолда цилиндрни мазкур газлардан тозалашнинг нисбатан юқори сифатлилиги билан характерланади. Уларда ψ катталики 0,12—0,14 ни ташкил этади.

Тўрт ва икки тактли ИЕД ларининг ҳақиқий цикллари ва ишлаш хусусиятларини солиштириш икки тактли ИЕД лар асосий устунликка—қувват бирлигига тўғри келадиган масса ва габарит ўлчам-



2.3-расм. Икки тактли двигателларнинг газ алмашиниш схемалари:

а — дарчалари параллел жойлашганда; *б* — дарчалари эксцентрик жойлашганда; *в* — клапан-тирқишли тўғри оқимли; *г* — қарама-қарши ҳаракатланувчи поршенлар ёрдамида тўғри оқимли

ларнинг кичик қийматга эга эканлигини кўрсатади. Бундан ташқари, улар бошқа шароитлар бир хил бўлганда цилиндрлардаги ёнишлар частотаси икки баробар юқори бўлгани учун тирсакли валда буровчи моментнинг кривошип бурчаги бўйича анча раван ўзгаришини таъминлайди. Шу билан бир қаторда икки тактли ИЕД ларнинг ёнилғи тежамкорлигини яхши деб бўлмайди, цилиндрларни ёнувчи аралашма билан таъминлаш пайтида атмосферага заҳарли ва ифлослантирувчи моддалар нисбатан кўпроқ миқдорда чиқарилади. Уларнинг деталлари юқори иссиқлик юкланишлари шароитида ишлайди, бу эса ИЕД нинг ишлаш муддати (моторресурси) ни камайтиради.

Юқорида келтирилган бир қатор сабабларга кўра икки тактли ИЕД лари автотрактор соҳасида жуда кам қўлланилади. Улардан, асосан, куч агрегатининг массаси ва габарит ўлчамлари катта аҳамиятга эга бўлган кичик қувватли машина ва қурилмалар (мотоцикллар, моторли қайиқлар, мотопомпалар, кўчма мослама ва асбоблар)да фойдаланилади. Бундан ташқари, улар иш шароитлари икки тактли циклда ҳам юқори иқтисодий кўрсаткичлар олишга имкон берадиган катта қувватли қурилмалар (паст сортли арзон ёнилғида ишлайдиган кема ва саноат қурилмалари, электростанциялар)да етарли даражада кенг қўлланилади.

Автотрактор ИЕД ларининг ҳақиқий цикллари билан танишиб чиқиш уларнинг термодинамик тимсоллардан асосий фарқ қилиш томонларини ифодалашга имкон беради:

1. Ҳақиқий цикллار очиқ бўлади, яъни иш жисми цилиндрда кенгайганидан сўнг атмосферага чиқариб ташланади ва ташқаридан бериладиган янгиси билан алмаштирилади. Иш жисмининг даврий равишда ўзгартириб туриш ташқи энергия сарф қилишни талаб этади, бу эса циклнинг фойдали ишини камайтиради.

2. Термодинамик циклнинг асосий жараёнларига мос келувчи ҳақиқий циклнинг барча жараёнлари қайтмасдир. Чунончи, сиқиш пайтида, иссиқлик беришда ва газ кенгайганда иш бўшлиғи етарли даражада зич эмаслиги туфайли газнинг цилиндрдан сизиб чиқиши доимо мавжуд бўлади. Ёниш жараёни аралашма ҳосил қилишнинг мукамал эмаслиги ва химиявий ўзгаришларнинг бузилиши (масалан, «совуқ» диворларнинг яқинлиги туфайли) сабабли доимо нотўлиқлиги билан характерланади. Жараёнларнинг қайтмаслиги ҳақиқий цикл тежамкорлигининг термодинамик циклдагига нисбатан пасайишига олиб келади.

3. Ёниш жараёни сиқиш ва кенгайиш тактларини қисман қамраб олган ҳолда чекли тезликда юз беради. Бунинг натижасида газни сиқишдаги манфий иши ортади, кенгайишдаги мусбат иш эса камаяди. Чиқариш клапани илгарироқ очилгани сабабли газ мусбат ишининг бир қисми бекорга исроф бўлади. Буларнинг барчаси цикл ишининг камайишига олиб келади.

4. Сиқиш ва кенгайиш жараёнлари термодинамик циклдаги каби аднабатик бўлмайди. Уларни амалга ошириш жараёнида иш жисми ва цилиндр деворлари ўртасида иссиқлик алмашинуви мавжуд бўлади, бу нарса оқибатда ёнилғини ёндириш ҳисобига олинган иссиқликнинг исроф бўлишига олиб келади. Бунга қўшимча равишда ёниш жараёнида ҳам цилиндр деворлари орқали иссиқлик йўқолади. Қайд қилинган хусусиятлар иссиқликдан фойдаланишнинг термодинамик циклдагига нисбатан ёмонлашишига олиб келади.

5. Ёниш жараёнида юқори температураларда ҳосил бўлган маҳсулотларнинг бир қисми ажралиб чиққан иссиқликни ютиб парчаланади (диссоциацияланади). Кенгайиш даврида, газларнинг температураси пасайганда, тескари ҳодиса — бирлашиш (ассоциация) содир бўлади, яъни ораліқ маҳсулотлар молекулалари пировард маҳсулотлар молекулаларига иссиқлик ажратиб айланади. Бироқ, бу иссиқликни етарли даражада фойдали деб бўлмайди, чунки уни кенгайиш ишига жуда оз миқдорда айлантириш мумкин. Шундай қилиб, диссоциация ҳодисаси ҳақиқий циклда иссиқликдан фойдаланишда бўладиган исрофларнинг яна бир манбаи ҳисобланади. Бу исрофлар учқун билан ёндириладиган ИЕДларда ёниш жараёнида газнинг максимал температураси юқори бўлганлиги сабабли кўпроқ бўлади.

6. Ҳақиқий циклни амалга оширишда иш жисмининг температураси унинг хоссалари билан биргаликда узлуксиз ўзгариб туради. Газ иссиқлик сифмининг ортиши циклда газнинг сиқишдаги ишининг ортишига ва кенгайишдаги ишининг камайишига олиб келади.

Юқорида қайд қилинган хулосалардан кўриниб турибдики, ҳақиқий циклнинг термодинамик циклдан фарқ қилувчи барча томонлари иссиқликдан фойдаланишнинг пасайиши ва газ ишининг камайишига олиб келади.

Ҳақиқий цикл давомида ҳосил қилинган газ иши *циклнинг индикатор иши* L_i деб аталади. Юқорида айтилганларга асосланадиган бўлсак, циклга берилган иссиқлик Q_1 нинг маълум миқдорида ҳақиқий циклнинг индикатор иши термодинамик цикликидан кичик бўлади, яъни $L_i < L_t$.

Юқоридагига ўхшаш *циклнинг ўртача индикатор босими* тушунчасидан фойдаланилади:

$$p_i = L_i/V_h, \text{ МПа} \quad (2.1)$$

бу ерда L_i — цикл иши, кЖ.

V_h — цилиндрининг иш ҳажми (2.1-расмга қаранг). Бу тушунча термодинамик циклнинг ўртача босими p_i каби физик маънога эга.

Циклда иссиқликдан фойдаланишнинг такомиллашганлигини баҳолаш учун *индикатор ф. и. к.* тушунчаси қўлланилади:

$$\eta_i = |L_i/Q_1 = L_i/G_{u, \epsilon} H_u \quad (2.2)$$

бу ерда $G_{u, \epsilon}$ — цилиндрга киритиладиган ёнилғининг цикл давомида берилган миқдори, кг;

H_u — ёнилғининг қуйи ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

Q_1 — циклга ёнилғи билан киритилган иссиқлик, кЖ.

Келтирилганлардан кўринадики, $\eta_i < \eta_e$. Бу коэффициентлар орасидаги нисбат *нисбий ф. и. к.* дейилади:

$$\eta_0 = \eta_i / \eta_e \quad (2.3)$$

Нисбий ф. и. к. двигателда термодинамик цикл қай даражада амалга оширилганлигини белгилайди. Ҳозирги замон ИЕД лари учун нисбий ф. и. к. 0,66—0,85 оралиғида бўлади. 1 — η_0 айирма термодинамик циклга нисбатан ҳақиқий циклда қанча иш йўқотилганлигини баҳолайди.

Берилган туркум ИЕД ларининг ҳақиқий цикллари анча қисқа, умумий танишиш маъносида кўриб чиқилди. Илгари айтилганидек, эксплуатация шароитларида автотрактор ИЕД лари ишлаш режимларининг узлуксиз ўзгариб туриши цикл характеристикаларига ва уни ташкил этувчи алоҳида жараёнларга таъсир кўрсатишини албатта ҳисобга олиш лозим. Бу режим ўзгаришлари кўп жиҳатдан ИЕД ларда иш жараёнларини ташкил қилиш ва двигателларнинг ўзига хослиги билан аниқланади. Бундан ташқари, ИЕД ларнинг ҳақиқий цикллари ва жараёнлари кўрсаткичлари кўп жиҳатдан куч агрегатларининг техник ҳолатига, уларнинг ростилашига, иқлим ва рельеф шароитларига, температура ҳолатига, бошқа ички ва ташқи омилларга боғлиқ. Мазкур омиллар ҳақиқий цикл характеристикалари ва жараёнлари қуйида мукаммал ўрганилганда тўла-тўқис кўриб чиқилади.

Шундай қилиб, ИЕД ларнинг ҳақиқий цикллари термодинамик тимсоллардан сезиларли даражада фарқ қилади. Шунинг учун мавжуд ёки лойиҳаланаётган ИЕД кўрсаткичларини таҳлил ва олдиндан тахмин (прогноз) қилиш учун термодинамик циклдан фойдаланиш аниқ (ҳаққоний) натижалар бермайди. Бундай ҳисобларни бажариш учун *назарий цикллардан* фойдаланилади. Назарий цикл очиқ цикл ҳисобланади, унда бир жараёндан иккинчи бир жараёнга ўтишда иш жисмининг таркиби ва хоссалари ўзгариши, газ билан цилиндр деворлари ўртасида иссиқлик алмашинуви, иссиқликнинг ўз вақтида реал циклга етарли даражада яқин натижалар олишга имкон берадиган бошқа омиллар (термодинамик циклдан фарқ қилувчи) ҳисобга олинади.

3-Б О Б. ЁНИЛҒИЛАР, ЁНУВЧИ АРАЛАШМАЛАР, ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИ

3.1. ИЕД ЛАРДА ҚўЛЛАНИЛАДИГАН ЁНИЛҒИЛАРГА ҚўЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

Автотрактор ИЕД ларида қўлланиладиган ёнилғилар бир қатор талабларга жавоб бериши керак. Улардан бир қисми барча двигателлар учун умумий бўлиб, қолганлари эса у ёки бу

типтаги ИЕД циклини амалга оширишнинг ўзига хос хусусиятлари билан белгиланади. Ёнилғилар арзон, ҳаммабоп, фойдаланиш учун заҳарсиз, ташиш учун қулай, сақлашда хоссалари ўзгармайдиган, етарли даражада юқори ёниш иссиқлигига эга, ИЕД деталларини емирмайдиган бўлиши керак. Улар цилиндрда ёнганда ИЕД элементларини химиявий емирадиган ёки тез ёйилишига олиб келадиган маҳсулотлар ажралиб чиқмаслиги лозим. Шимолий регионларда фойдаланиладиган ёнилғилар 50—60°C совуқда музламаслиги, жануб шароитларига мўлжалланган ёнилғилар эса таъминлаш системаси ишида бузилишлар (масалан, +50°C гача бўлган температураларда буғтиқилари пайдо бўлиш ҳоллари) келтириб чиқармаслиги лозим.

Автотрактор ИЕД лари талабларига ҳозирги вақтда кенг фойдаланилаётган нефть маҳсулоти бўлмиш суюқ углеводородли ёнилғилар анча тўлиқ жавоб беради. Уларнинг хоссалари ва хусусиятлари махсус стандартларда ва техник шартларда белгиланган.

3.2. ЁНИЛҒИЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

Ёнилғиларнинг ИЕД нинг ишлаши нуқтаи назаридан муҳим бўлган баъзи бир хоссалари устида тўхталиб ўтамиз.

Детонацияга чидамлик — ёнувчи аралашмани ИЕД шароитларида сиқишда детонация ҳодисасининг юзага келишига ёнилғининг қаршилиқ кўрсатиш қобилияти. У ёнилғининг октан сони (ОС) билан баҳоланади. Октан сони учун изооктаннинг нормал гептанли эталон аралашмадаги фоз миқдори қабул қилинган. Мазкур миқдор синалган ёнилғининг детонацияга қарши чидамлигига тенг бўлиб чиқди. Изооктан юқори, нормал гептан эса паст чидамликка эга, шунинг учун ёнилғи детонацияга қанча яхши қарши турса, унинг октан сони шунча юқори бўлади. Ёнилғиларнинг октан сони лаборатория шароитларида сиқиш даражасини ўзгартириш мумкин бўлган ҳамда детонация бошланишини аниқлайдиган мослама билан жиҳозланган махсус ички ёнув двигателида аниқланади. Синаш шароитларига кўра октан сони мотор ёки текшириш усулида аниқланади. Мотор усули ИЕД нинг анча оғир иш шароитларига мос келади ва бунда октан сони кичик қийматларга эга бўлади. Реал йўл шароитларида ёнилғиларнинг октан сони иккала усул бўйича олинган қийматлар оралигида бўлади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ва учқун билан ёндириладиган ИЕД ларда қўлланиладиган ёнилғиларнинг хусусияти сифатида октан сонининг энг катта қиймати кўрсатилади. Октан сони ёнилғи молекулаларининг юқори температурадаги чидамлиги билан аниқланади ва нефтдан олинадиган углеводородли ёнилғиларнинг таркибига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади. Одатда, бу ёнилғилар кўпгина химиявий компонентларнинг аралашмаси бўлиб, улар молекулаларнинг тузилиши, молекула элементларининг химиявий боғланишлар характери

ҳамда молекуладаги водород ва углероднинг атомлар сони билан ажралиб туради.

Дастлабки ёнилғиларнинг октан сони асосан нефтнинг оғир фракцияларининг иккинчи марта деструктив қайта ишлаш йўли билан оширилади. Бунда углеводород молекулалари қайта тузилади, оғир молекулалар анча енгил молекулаларга парчала-нади. Нефтдан олинadиган ёнилғиларни қайта ишлашнинг *крекинг, риформинг, полимеризация, алкиллаш* каби усуллари кенг қўлланилади. Суюқ ёнилғиларнинг детонацияга чидамли-лигини махсус қўшилмалар (присадкалар) — антидетонаторлар қўшиш билан ҳам ошириш мумкин. Энг кенг тарқалган анти-детонатор тетраэтилқўрғошнинг (ТЭС) бўлиб, у ёнилғига кам миқ-дорда (масса бўйича 0,04—0,1% ТЭС) этил суюқлиги кўриниш-да қўшилади. ТЭС заҳарли модда ҳисобланади ва у ёнилғи ёнганда заҳарли маҳсулотлар ҳосил қилади. Шунинг учун этил-ланган бензинларга ранг берилади ва улар ИЕД ларда қўлла-нилганда махсус эҳтиёт чораларига риоя қилиш талаб этилади.

Ўз-ўзидан алангаланишга мойиллик *цетан сони* (ЦС) би-лан баҳоланади ва у лаборатория йўли билан дизель циклида ишлайдиган махсус двигателда аниқланади. Ёнилғи эталон аралашма, яъни цетан ва альфаметилнафталидан ташкил топ-ган аралашма билан солиштирилади. Цетан ўз-ўзидан аланга-ланишга анча яхши мойил, альфаметилнафталин эса анча ёмон мойилликка эга. ЦС эталон аралашмадаги цетаннинг фoиз миқдорини билдиради. Мазкур миқдор берилган ёнилғининг цилиндрга пуркаш бошлангандан сўнг алангаланишнинг кечи-киш даври давомийлигига эквивалент бўлади. Бу сифат дизел-лар учун жуда муҳим ҳисобланади, шунинг учун ЦС дизель ёнилғиларининг хусусияти сифатида қабул қилинган.

ЦС юқори бўлганда ёнишнинг бошланиши равон кечади ва ИЕД силлиқ, тақиллашсиз, ортиқча шовқинсиз ишлайди. ИЕД ни ишга тушириш хусусиятлари ҳам яхшиланади. Аслида ёнил-ғиларнинг ўз-ўзидан алангаланишга мойиллиги детонацияга чидамлилик хоссасига тескари бўлган хоссадир. ЦС қанчалик катта бўлса, ОС шунчалик кичик бўлади ва аксинча.

ЦС аввало углеводородли ёнилғиларнинг таркибига боғлиқ бўлади ва у углеводородли ёнилғи молекуляр массасининг ор-тиши (яъни молекуладаги углерод атомлари сонининг ортиши) билан ортади. ЦСнинг керагидан ортиқ бўлиши цилиндрда ёниш ва аралашма ҳосил қилиш жараёнларининг бузилишига олиб келиши мумкин. Бунинг натижасида циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади, шунингдек, ишлатилган газларда тутун миқдори ошади. Шу сабабли дизель ёнилғилари учун ЦС ўзгаришининг маълум бир чегараси (одатда 40—60 оралиғида) тавсия этилади. ЦС нинг рухсат этилган энг кичик қиймати стандартлар билан белгиланади. Ёнилғиларнинг ЦС ни махсус қўшилмалар (проденаторлар): аминитратлар, этилнитратлар, изоамилнитратлар ва шу кабиларни қўшиш билан ошириш мумкин.

Ёнилғи таркибидаги олтингугурт миқдори. Олтингугурт хом ашё материаллари (нефть, тошкўмир) таркибига кирувчи бирикмаларнинг табиий компоненти ҳисобланади. Нефть қайта ишланганда олтингугурт ёнилғиларда озроқ ёки кўпроқ миқдорда қолади, бу билан ёнилғиларнинг туркуми (олтингугуртли, кам миқдорда олтингугуртли) аниқланади. Ёнилғи таркибида олтингугурт бўлиши ИЕД деталларининг, айниқса ёнилғи узатиш аппаратлари деталларининг коррозияланишини келтириб чиқаради.

Ёнилғи ёнганда олтингугурт шундай маҳсулотлар ажратадики, улар цилиндр деворларини, чиқариш клапанлари ва уларнинг ўриндиқларини, двигатель чиқариш системаси деталларини емиради. Юқори температураларда олтингугуртли моддалар углеродли бирикмалар билан ўзаро таъсирлашиб, ишқаланиб ишлайдиган деталлар (поршенлар, ҳалқалар, цилиндр деворлари)нинг тез ёйилишига олиб келувчи қаттиқ сўхта (нагар) ҳосил қилади. Ёйилиш интенсивлиги ёнилғидаги олтингугурт миқдорига мутаносиб равишда ортади. Атмосферага чиқариб ташланадиган олтингугуртли моддалар заҳарли маҳсулотлар қаторига кириди. Ёнилғи таркибидаги олтингугурт миқдорини технологик йўл билан камайтириш мумкин, бироқ бунда ёнилғининг нархи қимматлашади. Ёнилғи таркибидаги олтингугуртнинг рухсат этилган энг катта миқдори стандартлар ва техник шартлар билан чекланади.

Ёнилғи таркибидаги механик аралашмалар (зарралар) ва сув миқдори. Ёнилғиларда механик зарраларнинг мавжудлиги деталларнинг, хусусан дизелларнинг қимматбаҳо ёнилғи бериш аппарати прецизион элементларининг ёйилишини тезлаштиради, шунингдек, ёнилғи филтрларининг муддатидан олдин ишдан чиқишига сабаб бўлади. Ёнилғи таркибида сувнинг мавжуд бўлиши ёниш жараёнини ёмонлаштиради. ИЕД ва ёнилғи аппарати деталларининг коррозияланиши ва ёйилишини тезлаштиради, ёнилғи филтрларининг нормал ишлашини бузади. Атроф-муҳитнинг манфий температураларида ёнилғи таркибидаги сув музлайди, натижада двигатель ишида ноқулайликлар юзага келиши мумкин. Қайд қилинган сабабларга кўра ёнилғи таркибида сув ва механик зарраларининг мавжуд бўлишига одатда йўл қўйилмайди.

3.3. ЁНИЛҒИ ТУРЛАРИ

Автотрактор ИЕД ларида суюқ ва газ ёнилғилардан фойдаланилади.

3.3.1. Суюқ ёнилғилар

ИЕД ларда қўлланиладиган суюқ ёнилғилар олиш учун, юқорида қайд қилиб ўтилганидек, нефть асосий хом ашё бўлиб ҳисобланади. Хом нефтни кетма-кет ҳайдаш йўли билан бирин-

чи марта қайта ишланганда бензинли, керосинли, газойлли ва солярли фракциялар олинади. Улар бир-биридан қайнаш температурасининг тобора ўсиб бориши билан фарқ қилади. Улардан турли типдаги ИЕД лар учун тўғридан-тўғри ҳайдалган суюқ ёнилғилар олинади.

Дастлабки хом ашёдан зарур суюқ ёнилғилар олишни кўпайтириш, шунингдек, ёнилғиларнинг сифатини яхшилаш мақсадида тўғридан-тўғри ҳайдалган оғир фракциялар ва нефть қолдиқларини турли усуллар билан (юқорида келтирилган) иккинчи марта қайта ишлашдан ҳозирги кунда кенг фойдаланилмоқда. Бу қўшимча равишда кўплаб бензин, керосин ва газойллар олишга имкон беради. Бу маҳсулотлар мустақил ёки тўғри ҳайдаш фракциялари аралаштирилган ҳолда ишлатилади. Бундай йўллар билан олинган суюқ ёнилғилар ҳатто муайян бир тур доирасида нефть кони ва иккинчи марта қайта ишлаш усулига боғлиқ ҳолда молекулаларнинг тузилиши ва таркибига кўра сезиларли даражада фарқ қилади, албатта. Шу сабабли турли нефть конларидан олинган ёнилғилар ишлатишга яроқлилиги бўйича фарқланади. Суюқ ёнилғилар сифатини унификациялаш мақсадида уларнинг хосса ва хусусиятлари тегишли стандарт ва техник шартларда белгиланган.

Суюқ ёнилғиларнинг энг муҳим хусусиятларидан бири уларнинг ҳайдаш эгри зичиқлари билан белгиланадиган фракцион таркибидир. Мазкур эгри чизиқлар буғланган ёнилғи нисбий миқдорининг температурага боғлиқлигини билдиради. Ҳайдаш эгри чизиқлари лаборатория шароитларида олинади. Стандартларда эса керакли характерли нуқталар температураси кўрсатилади. Қайнаш бошланишидаги ва ёнилғининг 10 фоизи ҳайдалиб бўлган температуралар суюқ ёнилғиларда ишлайдиган, учқун билан ёндириладиган ИЕД ларининг ишга тушиш сифатини кўп жиҳатдан белгилайди. Ушбу хусусият дизеллар учун ҳам катта аҳамиятга эга. Шу билан бирга, паст температурада қайнайидиган фракциялар фоизининг катта бўлиши юқори температурали шароитда енгил ёнилғида ишлайдиган ИЕД таъминлаш системасидаги бузилишларга сабаб бўлиши мумкин, чунки бунда ИЕД элементларида буғ тиқинлари ҳосил бўлиши ва карбюратор ишида ёнилғини дозалаш бузилиши мумкин. 50% ли ҳайдаш температураси ИЕД ўртача юкланишларда ишлаганда, ёнувчи аралашма ҳосил қилиш сифатини белгилайди. 90% ли (бензин учун) ёки 96% ли (дизел ёнилғиси учун) ҳайдаш температураси, шунингдек қайнаш охиридаги температура ёнганда сўхта (нагар), смола, локлар ҳосил қиладиган, ишлатилган газларда тутун миқдорини оширадиган, буғланмаган ҳолатда цилиндр деворларига тушиб, улардаги мой қатламини ювиб юбориши ва мойни суюлтириши мумкин бўлган оғир фракциялар мавжудлигини белгилайди. Енгил ёнилғиларда ишлайдиган ИЕД ларда оғир фракциялар киритиш системаси трубопроводларида суюқ юпқа парда ҳосил бўлишига олиқ келади, бу ўз навбатида аралашма ҳосил бўлиши ва цилиндр

лар бўйлаб ёнувчи аралашманинг текис тарқалишига салбий таъсир кўрсатади.

Фракцияли ҳайдаш эгри чизиклари ва суюқ ёнилғиларнинг қайнаш температуралари ёнилғидаги углеводородларнинг миқдоридан ташқари кўп жиҳатдан углеводород молекуласидаги углерод атомларининг сони билан аниқланади. Нефтдан олинadиган суюқ ёнилғилар молекулаларида 5 тадан 30 тагача углеводород атомлари бўлиб, одатда бу сон қанча кичик бўлса, мазкур углеводород шунча паст температурада қайнайди (яъни ҳайдалади). Ушбу хусусиятнинг ўзи ёнилғиларнинг зичлигига, қовушқонлигига, музлаш температурасига, детонацияга чидамлик кўрсаткичига, шунингдек ўз-ўзидан алангаланишига кучли таъсир кўрсатади.

Нефть ресурсларининг чекланганлиги муносабати билан кейинги вақтларда автотрактор ИЕД ларида нефть бўлмаган хом ашёлардан олинadиган суюқ ёнилғиларни қўллаш кенгайиб бормоқда. Соф ҳолда ёки нефтдан олинadиган ёнилғилар билан аралаштирилган ҳолда қўлланиладиган асосий суюқ ёнилғиларга қуйидагилар киради:

а) *Сланецлар ва битумлардан олинadиган ёнилғилар*. Уларни маҳаллий турлар деб қараш мумкин, чунки уларнинг хоссалари кўп жиҳатдан олинган жой хусусиятларига ва мазкур ёнилғиларни ҳосил қилишда қўлланиладиган технологияга боғлиқдир.

б) *Бензол* — ароматик углеводород бўлиб, тошкўмирни қайта ишлаш йўли билан олинади. Юқори антидетонацион сифатларга эга ва шу сабабли бензинларга октан сонини ошириш учун қўшимча сифатида қўшилади. Қайнаш бошланиши ва музлаш температуралари юқори бўлганлиги учун соф ҳолда кам ишлатилади, чунки ИЕД нинг ишга тушишини ёмонлаштириши мумкин.

в) *Метанол* (метил спирт) — нефть ёнилғилари ўрнига ишлатилиши мумкин бўлган ёнилғи. У паст сифатли тошкўмир ва ёғочдан кам харажатларда кўплаб миқдорда олинishi мумкин. Юқори антидетонацион хоссаларга эга ва учқун билан ёндириладиган ИЕД лари учун кўпроқ мос келади. Бунда сиқиш даражасини, бинобарин иссиқликдан фойдаланиш самарадорлигини сезиларли даражада ошириш имкони вужудга келади. Лекин у заҳарли моддадир. Ҳозирги кунда метанол нефтдан олинadиган ёнилғиларга қўшимча сифатида (10—20%) қўлланилади, бу ўз навбатида ИЕД конструкциясини ва ростлашларини деярли ўзгартирмаган ҳолда бензин сарфини камайтиради.

г) *Этил* (этил спирт) — асосан ўсимликлардан олинади. Би юқори антидетонацион хоссаларга эга ва учқун билан ИЕД лари учун кўпроқ мос келади.

д) *Углеводородли бирикмаларнинг катта туркуми*, ёғоч ва ўсимликлардан олинади. Хом технологиясига боғлиқ ҳолда ҳам карбюра-

Этил спирт

торли ИЕД ларида, ҳам дизелларда фойдаланиш учун ўзаро уйғун хоссаларга эга бўлган эфирлар олиш мумкин. Спиртларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга, бироқ ишлаб чиқаришда қимматроқ. Эфирларни нефть ёнилғилари ўрнида ишлатиладиган истиқболли ёнилғи сифатида қараш мумкин.

3.1 ва 3.4- жадвалларда суюқ ёнилғиларнинг баъзи хусусиятлари келтирилган.

3.3.2. Газ ёнилғилар

Транспорт машиналарининг ИЕД ларида газ ёнилғилардан фойдаланилганда баъзи ноқулайликлар юзага келади; резервуарларни тўлдиришнинг ва машинада сақлашнинг мураккаблиги, таъминлаш системасида зич бўлмаган жойлар мавжуд бўлганда портлаш хавфининг катталиги, резервуарларнинг суюқ ёнилғиларга нисбатан кам энергия сиғимига эга бўлиши ва ш.к. Шу билан бир қаторда газ ёнилғилар суюқ ёнилғиларга қараганда қатор афзалликларга эга, шунинг учун улар истиқболли ва автотрактор ИЕД ларида кенг қўламда қўллаш учун мақбул ёнилғи ҳисобланади. Кўпгина ҳолларда улар маҳаллий ёнилғи турлари бўлиб, суюқ ёнилғиларга нисбатан анча арзон.

Учқун билан ёндириладиган ИЕД ларида ёнувчи газларни қўллаш аралашма ҳосил қилиш жараёнини, шунингдек ҳар қандай ишлатиш шаронтиларида аралашманинг цилиндрлар бўйлаб тақсимланишини яхшилайти ва енгиллаштиради, чунки газлар ҳаво билан турли нисбатларда анча осон аралашади. Кўпгина газлар суюқ ёнилғиларга нисбатан аланга тарқалишининг анча кенг концентрацион диапозонига эга, яъни улар аралашмада ҳаво миқдори анча ортиқ бўлганда ҳам тез ва тўлиқ ёнади.

3.1- жадвал

Суюқ ёнилғиларнинг физик хусусиятлари

Хусусиятлар	Ўлчов бирлиги	Бензин	Дизель ёнилғиси	Керосин	Метанол	Этанол	Бензол (моторли)
20°C даги зичлик	кг/м ³	700—760	820—850	750—830	792	789	879
20°C даги кинематик қовушқоқлик	10 ⁻⁶ м ² /с	0,5—0,8	1,8—8,0	2,0	0,75	1,51	0,73
Қайнаш боиланишидаги температура	°C	30—40	180—200	150—155	65	78,3	80
50% қайнаш температураси	°C	95—125	240—290	190—200	65	78,3	
Қайнаш охиридаги температура	°C	185—205	330—360	280—300	65	78,3	168
Цетан сон	—	24—14	40—52	40—45	3	8	
Октан сон	—						
(мотор усулида аниқланган)	—	72—90	30—35	35—40	90	94	90

Буларнинг барчаси ёнувчи аралашма олиш учун қўлланиладиган мосламани соддалаштиришга ва унда ёнилғи ва ҳавонинг атмосферага заҳарли моддалар кам миқдорда чиқариладиган нисбатларидан фойдаланишга имконият яратади. Газ ёнилғиларидан фойдаланилганда ИЕД нинг совуқ ҳолда ишга тушириш ва қиздирилмаган ҳолатда ишлашидаги ёнилғининг буғланиши билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар бўлмайди, атроф-муҳит температураси юқори бўлганда таъминлаш системасида буғ тикинлари ҳосил бўлиш ҳоллари ўз-ўзидан йўқолади. Газ ёнилғилари бензинларга нисбатан юқори антидетонацион хусусиятларга эга, бу эса двигателнинг сиқинш даражасини кўтаришга ва ёнилғи тежамкорлигини оширишга имкон беради.

Юқорида қайд қилинган фикрлардан кўриниб турибдики, газ ёнилғилари комплекс хусусиятларига кўра ёнувчи аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ва учқун билан ёндириладиган ИЕД лари учун анча мос келади, шунингдек дизелларда ҳам фойдаланилиши мумкин.

Газ ёнилғиларининг келиб чиқиши турлича бўлади: *табiiй газ* (газ конларидан олинади), *йўлдош газ* (нефтни қазиб олиш ва қайта ишлашда), *саноат газ* (домна, кокс, ёритувчи, канализация газлари), *генератор газ* (қаттиқ ёнилғиларни газга айлантиришда) ва бошқалар. Уларнинг таркиби ва хоссалари, шу жумладан ёниш иссиқлиги кенг кўламда ўзгаради. Одатда, улар турли хилдаги ёнувчи ва инерт газларнинг аралашмасидан иборат. Уларнинг таркибига ёнувчи газлар: метан, пропан, бутун C_nH_{2n+2} формулали бошқа углеводородлар, водород, ис газ и ва ш. к., шунингдек, инерт газлар ва ифлослантйрувчи моддалар (карбонат ангидрид, азот, намлик, смола ҳолидаги моддалар, механик зарралар, олtingугуртли бирикмалар ва бошқ.) киради.

Транспорт машиналарида газ ёнилғилари сиқилган ёки суюлтирилган ҳолда сақланади.

3.2- жадвалда ИЕД ларда қўлланиладиган бир қатор газ ёнилғиларининг ҳажмий таркиби ва баъзи хусусиятлари келтирилган.

3.3.3. Газ конденсатлари

Газ конларидан олинадиган газ ёнилғилари таркибига углеводородларнинг анча оғир фракциялари кўпинча мавжуд бўлади, улар газ босими ортганда ва температураси пасайганда осон суюқланади. *Газ конденсатлари* деб аталмиш ушбу фракциялар нефтдан олинадиган стандарт суюқ ёнилғилар ўрнида, мазкур ёнилғилар камёб бўлганда, ёки иқтисодий мулоҳазаларга кўра, ишлатилиши мумкин. Урта Осиё регионидagi газ конларидан олинадиган 1 м^3 газнинг таркибидан $15\text{—}170\text{ см}^3$ суюқ газ конденсатлари олинади.

Газ ёнигларининг баъзи хусусиятлари

Газ	Хажмий таркиби, %										Уст. ва 20° С 760 мм снм. кг/м³	Ениш иссиқ. лиги, кЖ/м³	Оқтан сон. (мотор усули) да энингланган
	метан CH ₄	этан C ₂ H ₆	пропан C ₃ H ₈	бутан C ₄ H ₁₀	Бошқа газлар C _n H _m	Водо- род H ₂	Ис газ. CO	Карбонат анидрид CO ₂	Азот N ₂	Кислород O ₂			
Табий газ (ўрта минтақа)	82—98	0,2—6	0,1—2	0,1—2	0,8 гача	0,3	—	0,9	0,4—9	—	0,68—	30500—	110
Газли табий газ	95	2,8	0,3	0,4	0,2	гача	—	0,4	0,9	—	0,78	36000	
Бухоро табий газ	93,8	3,0	0,7	0,5	0,8	—	—	0,6	0,6	—	0,70	33800	
Жарқоқ табий гази	95,5	2,7	0,35	0,32	0,20	0,03	—	0,08	0,8	—	0,71	35000	95—100
Фарғона табий гази	85,9	6,1	1,5	1,6	1,2	—	—	0,1	3,6	—	0,70	34100	
Йўлдош газ (са- ноат газ)	42—86	4—17	2—20	0,8—7	0,6—3,1	2,8 гача	—	0,2—	1,3—	—	0,78	35700	
Шу газ каталитик крекингдан сўлг	8—12	8—10	10—15	23—32	12—18	1—1,5	—	2,1	16,2	—	0,80	38800—	97
Шу газ каталитик риформингдан сўлг	4—10	10—15	35—40	30—40	—	8—10	—	—	—	—	—	51600	
Саноат газ (син- тез газ)	52	—	—	—	3,4	9	11	0,5—	24,6	—	—	22200	
Ерғувачи газ (ша- ҳар тармоғида)	27—30	—	—	—	3—6	42—53	4—12	3,0	1—8	0,1—	—	17600—	97
Суюлтирилган газ	—	—	50	50	—	—	—	—	—	1,0	2,12	21000	
Кокс газ	25—35	—	—	—	1,5—3	48—55	5—10	2—4	5—10	0,1—	—	98700	
Генератор газ (ўтиндан олинган)	2,5— 3,5	—	—	—	0,1— 0,5	9—15	13—18	10—13	53—58	0,5— 0,8	1,12	16000— 18900	97
												6200— 4800	

Албатта, газ конденсатларини ИЕД ларни деярли қайта ўзгартирмаган ҳолда қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. Газ конденсатларини қўллаш двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини суяқ ёнилғиларга нисбатан пасайтирмаслиги лозим. Газ конденсатларининг муҳим томони ишлаб чиқаришнинг арзонлиги, сақланганда хоссаларининг ўзгармаслиги, хусусиятлари ва таркибининг доимийлигидадир. Ўрта Осиё мазкур ёнилғиларни энг кўп етказиб берадиган регион бўлиб, на фақат ўз талабларини, балки Урал, Қозоғистон ва Марказий районларни ҳам таъминлайди. Турли конлардан олинадиган газ конденсатларининг таркибида учқун билан ёндириладиган ИЕД талабларига жавоб берадиган енгил газ конденсатлари ва дизелларда қўллаш мумкин бўлган оғир газ конденсатлари мавжуд бўлади. Ўрта Осиё регионига мансуб бўлган бу икки туркум газ конденсатларининг баъзи бир хусусиятларини кўриб чиқамиз. Иккала туркум учун умумий жиҳатлар шуки, газ конденсатлари таркибида чексиз бирикмалар мавжуд эмас ва улар ароматик, нафтен ҳамда парафинли углеводородлардан таркиб топган.

Енгил газ конденсатлари Муборак, Газли, Учқир ва бошқа конлардан олинади. Улар бензинларга нисбатан паст температурада қайнай бошлайди, бу ўз навбатида ИЕД таъминлаш системасида буғ тиқинлари пайдо бўлишига мойилликни кучайтиради. Бироқ махсус тадқиқотлар шуни кўрсатадики, замонавий ИЕД ларнинг таъминлаш системасида буғ тиқинлари ҳосил бўладиган температура машиналарнинг Ўрта Осиё региони шароитларида ишлаганида юзага келувчи одатдаги қийматидан бироз юқори бўлар экан.

Газ конденсатлари унча юқори бўлмаган антидетонацион хусусиятларга эга бўлиб, уларнинг октан сонин 54—58 оралиғида бўлади. Бироқ, ТЭС қўшиш ҳисобига газ конденсатларининг октан сонини ўрта сифатли бензинларникига тенглаштириш мумкин. Газ конденсатларини юқори октанли бензинлар билан аралаштириб уларнинг детонацияга чидамлилигини замонавий ИЕД лар талаб қиладиган даражагача ошириш мумкин. Бу ҳолда газ конденсатларидан фойдаланиш соф бензинга бўлган талабни 50—60% камайтиради.

Газ конденсатларининг қовушоқлиги бензинларникига яқин бўлганлиги учун ИЕД таъминлаш системасини конструктив жиҳатдан ўзгартириш талаб қилинмайди. Махсус тажрибалар енгил газ конденсатларининг етарли даражада барқарор эканлигини ҳамда уларни сақлаш пайтида исрофлар (буғланиш туфайли) юқори эмаслигини кўрсатди.

3.3-жадвалда енгил газ конденсатларининг баъзи хоссаларини келтирилган.

Оғир газ конденсатлари Шохпахти, Ачак, Шатлик, Карим, Ислим, Қора-Чоп, Равот, Гугуртли ва бошқа газ конларидан олинади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, уларда дизель ёнилғисига қараганда енгил фракциялар кўпроқ экан. Бу жиҳат ди-

Газ конденсатларининг хоссалари

Топилган жойи	Октан сони (мотор усули- да)	Цетан сони	Фракцион таркиб учун ҳайдаш температураси, °С					20 С даги кинематик қовушқилиқ, 10 ⁻³ м ² /с	20 С даги зичлик, кг/дм ³	
			қ. б.	10%	50%	90%	қ. о.			
Ёнгил газ конденсатлари										
Жанубий Муборак	64,2		40	74	109	163	206	0,76	0,72	
Шимолий Муборак	65,1		36	75	118	196	230	0,765	0,731	
Газли	66,5		56	101	128	175	232	0,889	0,757	
Оғир газ конденсатлари										
Шоҳпахти	50,5	79	139	208	277	314	2,29	0,772		
Ачак	39—42	103	122	151	242	292	1,16	0,77		
Қарим	65	50	94	149	257	313	0,85	0,76		
Шатлик	53	111	150	201	308	350	1,74	0,773		
Қора-Чоп	65	58	108	185	335	353	0,71	0,759		

қ. б. — қайнаш бошланиши; қ. о. — қайнаш охири.

зелнинг ишга тушиш хусусиятларини яхшилаши ва ўз-ўзидан алангаланмишга бўлган даврда ёниш камерасида буғланишни жадаллаштиришга олиб келиши керак. Шу билан бирга, смолали қолдиқлар, сўхта ва ишлатилган газларда тутун ҳосил қиладиган оғир фракциялар миқдори мазкур газ конденсатларида стандарт ёнилғига қараганда сезиларли даражада кам бўлади ва у дизель хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади. Қўпгина газ конденсатларининг цетан сони 40—65 оралиғида, яъни дизель ёнилғиникига тенг ёки бироз юқори бўлади. Бу жиҳат одатдагидек ростлашларда ИЕД нинг анча равион ишлашини таъминлайди. Газ конденсатларининг зичлиги ва қовушқилиги, одатда, дизель ёнилғисиникидан кам бўлади, бу эса дизель ёнилғисига мўлжалланган ёнилғи системасидаги цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорининг бироз камайишига ва пуркаш босимининг пасайишига олиб келиши мумкин. Агар дизель кўрсаткичлари стандарт ёнилғиларда ишлагандаги кўрсаткичлардан сезиларли даражада ёмонлашадиган бўлса, газ конденсатларининг қовушқилигини махсус қуюқлаштиргичлар, масалан, полиизобутилен ёки дизель ёнилғиси қўшиб ошириш мумкин. Натижада стандарт ёнилғига бўлган талаб 40—50% камаяди. Оғир газ конденсатларининг баъзи бир хоссалари 3.3-жадвалда келтирилган.

Қатор газ конларидан олинадиган газ конденсатлари таркибида энг зарарли модда — олтингугурт бўлади. Баъзи ҳол-

ларда унинг миқдори 3% гача етади ва бу газ конденсатларини ИЕД лари учун ёнилғи сифатида ишлатишни чеклаб қўяди. Газ конденсатлари таркибидаги олтингугуртни камайтириш учун махсус технология қўллаш талаб этилади, бу эса газ конденсатлари ишлаб чиқаришни қимматлаштиради. Бироқ Урта Осиё регионидида ишлаб чиқариладиган газ конденсатларининг таннархи ИЕД ларида қўлланиладиган стандарт ёнилғиларникидан бир неча марта арзонга тушади. Чунки газ конденсатларидан газ конлари яқинидаги районларда фойдаланилади, шунинг учун ташиб келтиришга сарфланадиган харажатлар стандарт ёнилғиларникига нисбатан кам бўлади.

3.4. ЁНИЛҒИ ТАРКИБИДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ОКСИДЛАНИШИ. ҲАВОНИНГ НАЗАРИЙ ЗАРУР МИҚДОРИ

Ёнилғининг ички ёнув двигатели цилиндрида оксидланиши мураккаб химиявий жараён бўлиб, бунда бошланғич углеводород молекулалари парчаланadi ва оралиқ молекулалари ҳосил бўлади. Бошланғич реагентлар ва охириги маҳсулотлар миқдорини аниқлаш учун ёнилғи элементлари ва оксидловчиларнинг оддий химиявий реакцияларидан фойдаланилади. Бу усул ёниш жараёнини тўла тушунтириш учун етарли бўлмаса-да, қўйилган масалани амалий жиҳатдан етарлича аниқликда ечишга ёрдам беради.

Ёнилғи таркибий қисмлари (компонентлари) нинг масса бўйича (∂_i) ёки ҳажм бўйича (r_i) миқдори ёнилғининг *элементар таркиби* дейилади. Углерод, водород ва кислороднинг химиявий бирикмасидан ташкил топган 1 кг суюқ ёнилғи учун (олтингугуртнинг жуда оз миқдори ҳисобга олинмаганда) қуйидаги оддий формулани келтириш мумкин:

$$g_C + g_H + g_O = 1 \quad (3.1)$$

Тўлиқ ёниш жараёнида карбонат ангидрид ва сув буғи ажралиб чиқади деб фараз қилиб, қуйидагиларга эга бўламиз:

$$C + O_2 = CO_2 \quad (3.2)$$

ва

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O \quad (3.3)$$

Ёнилғидаги углероднинг оксидланиши қуйидагича юз беради:

$$1 \text{ кг } C + \frac{32}{12} \text{ кг } O_2 = \frac{44}{12} \text{ кг } CO_2,$$

$$g_C \text{ кг } C + \frac{8}{3} g_C \text{ кг } O_2 = \frac{11}{3} g_C \text{ кг } CO_2. \quad (3.4)$$

Газ ҳолатидаги моддаларни киломолда ифодалаб, қуйидагига эга бўламиз:

$$g_C \text{ кг } C + \frac{8}{3.32} \text{ кмоль } O_2 = \frac{11}{3.44} \text{ кмоль } CO_2,$$

$$g_C \text{ кг C} + \frac{g_C}{12} \text{ кмоль O}_2 = \frac{g_C}{12} \text{ кмоль CO}_2. \quad (3.5)$$

Ёнилғидаги водороднинг оксидланишини ҳам худди шундай усулда аниқлаймиз:

$$1 \text{ кг H}_2 + \frac{32}{4} \text{ кг O}_2 = \frac{2 \cdot 18}{4} \text{ кг H}_2\text{O},$$

$$g_H \text{ кг H}_2 + 8g_H \text{ кг O}_2 = 9g_H \text{ кг H}_2\text{O}. \quad (3.6)$$

Газ ҳолатидаги моддаларнинг киломолдаги миқдори:

$$g_H \text{ кг H}_2 + \frac{g_H}{4} \text{ кмоль O}_2 = \frac{g_H}{2} \text{ кмоль H}_2\text{O}. \quad (3.7)$$

(3.5) ва (3.7) формулаларда суюқ ёнилғилар таркибига кирувчи углевод ва водород кг да берилган. (3.1) формула бўйича элементар таркибли 1 кг ёнилғининг тўлиқ оксидланиши учун ҳаводан олинган зарур бўлган кислород миқдорини l'_0 кг/кг ва L'_0 кмоль/кг орқали белгилаймиз.

Шундай қилиб, (3.4), (3.6) ва (3.5), (3.7) формулаларни ҳисобга олсак:

$$l'_0 = \frac{8}{3} g_C + 8g_H - g_O, \text{ кг/кг} \quad (3.8)$$

$$L'_0 = \frac{g_C}{12} + \frac{g_H}{4} - \frac{g_O}{32}, \text{ кмоль/кг} \quad (3.9)$$

Кислород ИЁД цилиндрларига атмосфера ҳавоси таркибида киради ва унда ҳажми бўйича 21% ни ёки массаси бўйича 23% ни эгаллайди. 1 кг ёнилғининг тўлиқ оксидланишини таъминлаш учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдорини l_0 кг/кг ва L_0 кмоль/кг орқали белгилаб, қуйидагига эга бўламиз:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} g_C + 8g_H - g_O \right), \text{ кг/кг} \quad (3.10)$$

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{g_C}{12} + \frac{g_H}{4} - \frac{g_O}{32} \right), \text{ кмоль/кг} \quad (3.11)$$

Элементар ёнилғилар учун l_0 ва L_0 ни аниқлашда уларнинг химиявий формулаларини билиш кифоя. Турли углеводородларнинг арашмасидан иборат одатдаги нефть ёнилғилари учун уларнинг лаборатория йўли билан аниқланадиган масса таркиби маълум бўлиши керак.

3.4-жадвалда мазкур катталиклар автотрактор ИЁД ларида қўлланиладиган бир қатор суюқ ёқилғилар учун келтирилган. Таркиби химиявий формулалар ҳамда таркибий қисмларнинг ҳажмий миқдори билан берилган газ ёнилғилари учун қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\sum r_i + r_{N_2} + r_{CO_2} = 1 \quad (3.12)$$

бу ерда r_i — ёнилғи ёнувчи компонентларининг ҳажмий улуши.

Суюқ ёнилгиларнинг элементар таркиби ва қуйи ёниш иссиқлиги

Ёнилғи	Элементар таркиби			Молекуляр масса, μ кг/моль	Қуйи ёниш ис- сиқлиги, H_u кЖ/кг
	C	H	O		
Бензин (ўртача)	0,855	0,145	—	110—120	44000
Дизель ёнилгиси (ўртача)	0,870	0,126	0,004	180—200	42500
Бензол	0,923	0,077	—	78	39860
Керосин (ўртача)	0,856	0,138	0,006	180	43100
Этанол	0,522	0,130	0,348	46	26930
Метанол	0,375	0,125	0,500	32	19370

Умумий ҳолда $C_nH_mO_p$ химиявий формула шаклида берилади; r_N , r_{CO_2} — инерт компонентларнинг ҳажмий улуши. Улар одатда табиий, қўшимча, саноат ва бошқа газ ёнилгиларида учрайди. (3.2) формулага мувофиқ ҳар бир углерод атоми 1 молекула кислород талаб қилади. Натижада 1 молекула карбонат ангидрид газини ҳосил бўлади. (3.3) формулага мувофиқ ҳар тўрт водород атоми учун 1 молекула кислород талаб қилинади ва 2 молекула сув буғи ҳосил бўлади. Шуларни эътиборга олиб газ ёнилгисини ёнувчи компонентининг оксидланиш реакциясини қуйидагича ёзамиз:

$$1 \text{ кмоль } (C_nH_mO_p) + \left(n + \frac{m}{4} - \frac{p}{2}\right) \text{ кмоль } O_2 = n \text{ кмоль } CO_2 + \frac{m}{2} \text{ кмоль } H_2O. \quad (3.13)$$

Бир неча ёнувчи компонентлардан иборат 1 кмоль газ ёнилгисининг тўлиқ оксидланиши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдорини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$L_{O_2} = \frac{1}{0,21} \sum \left(n + \frac{m}{4} - \frac{p}{2}\right) r_i, \text{ кмоль/кмоль} \quad (3.14)$$

Газ ёнилгисиди инерт компонентларининг мавжудлиги реакция зонасига қўшимча ҳаво киритишни талаб қилмайди.

3.5. ҲАВОНИНГ ОРТИҚЛИК КОЭФФИЦИЕНТИ

Ички ёнув двигателида ишлатиладиган ёнувчи аралашма таркибидаги ёнилғи ва ҳаво миқдори орасидаги боғлиқлик турли режимларда доимий бўлмайди. Аралашма таркиби ички ёнув двигателининг ёнилғи тежамкорлигини, энергетик, эксплуатацион кўрсаткичларни белгилайдиган муҳим омилдир. Аралашма таркиби ҳавонинг ортиқлик коэффиценти билан характерланади. У аралашмадаги ҳавонинг ҳақиқий миқдорининг тўла ёниш учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдорига нисбати билан аниқланади.

Суюқ ёнилғи учун:

$$\alpha = G_{x \cdot x} / l_0 G_e = l / l_0. \quad (3.15)$$

Бунда $G_{x \cdot x}$ — ҳақиқий ҳаво миқдори, кг (G_e кг ёнилғи билан аралашган);

l_0 — 1 кг ёнувчи аралашма таркибидаги ҳақиқий ҳаво миқдори
Газ ёнилғи учун:

$$\alpha = N_{x \cdot x} / L_{ог} N_e = V_{x \cdot x} / L_{ог} V_e = L_r / L_{ог}, \quad (3.16)$$

Бунда $N_{x \cdot x}$ ($V_{x \cdot x}$) — N_e (V_e) кмоль (m^3) газ ёнилғиси билан аралашган ҳавонинг ҳақиқий миқдори, кмоль (m^3).

Агар $l = l_0$ ($L_r = L_{ог}$) бўлса, аралашма нормал ёки *стехиометрик аралашма* ҳисобланади (бунда $\alpha = 1$). Агар $l > l_0$ ($L_r > L_{ог}$), яъни $\alpha > 1,0$ бўлса, ўта тўйинмаган (бедный) аралашма ҳисобланади. Бу аралашмаларда ортиқча ҳаво мавжуд. Агар ҳавонинг миқдори бироз ортиқ бўлса, бундай аралашма тўйинмаган (обедненный) ҳисобланади. Агар $l > l_0$ ($L_r > L_{ог}$), яъни $\alpha < 1,0$ бўлса, аралашма ўта тўйинган ҳисобланади. Бундай аралашмалар ёнилғи билан тўйинган бўлиб, бунда ҳаво миқдори тўлиқ оксидланиш учун етарли даражада бўлмайди. Ёнилғи миқдори бироз ортиқ бўлса, аралашма тўйинган дейилади. Одатда, учқун билан ўт олдириладиган бензинли ИЕД ларида ҳавонинг ортиқлик коэффициенти 0,75—1,25 оралиғида бўлади. Газ ёнилғисида ишлайдиган ИЕД ларда эса $\alpha = 1,0$ —1,30 бўлади.

Юкланиш сифат жиҳатдан созланадиган дизелларда аралашманинг ўртача таркиби ва ҳавонинг ортиқлик коэффициенти тўла юкланишда $\alpha = 1,2$ ÷1,5 оралиғида ва салт ишлашда $\alpha = 5$ —6 оралиғида ўзгаради.

3.6. ЯНГИ ЗАРЯДНИНГ СОЛИШТИРМА МИҚДОРИ

ИЕД нинг ҳақиқий циклини таҳлил қилишдаги ҳисоб-китоблар 1 кг суюқ ёнилғига ёки 1 кмоль газга мос келадиган иш жисмига нисбатан олиб борилади. Ёнувчи аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда цикл бошида цилиндрга суюқ ёнилғи буғларининг (ёки ёнувчи газнинг) ҳаво билан аралашмаси киритилади. Суюқ ёнилғи учун янги заряд миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$M_1 = \alpha L_0 + 1/\mu_e, \text{ кмоль/кг} \quad (3.17)$$

Бунда μ_e — ёнилғининг ўртача молекуляр массаси (3.4-жадвалга қаранг).

Газ ёнилғиси учун

$$M_1 = \alpha L_{ог} + 1, \text{ кмоль/кмоль} \quad (3.18)$$

Дизелларда цилиндр ичига атмосфера ҳавоси киритилади, ёнилғи эса суюқ ҳолатда пуркалади. Пуркалган ёнилғи ҳажмининг ҳавонинг ҳажмига нисбатан эътиборга олмаса ҳам бўлади. Бу ҳолда

$$M_1 = \alpha L_0 \text{ кмоль/кг} \quad (3.19)$$

3.7. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ СОЛИШТИРМА МИҚДОРИ

3.7.1. Тўла ёниш ($\alpha \geq 1$)

Мазкур ҳолда ёниш маҳсулотлари назарий жиҳатдан ёнилғи компонентларининг тўла оксидланиши натижасида ҳосил бўлган газлардан ҳамда атмосфера ҳавоси билан киритилган ортиқча азот ва кислороддан иборат. Суюқ ёнилғининг ёнишида қуйидаги газлар ҳосил бўлади:

$$M_2 = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{O}_2} + M_{\text{N}_2} \quad (3.20)$$

1 кг ёнилғи ёнганда ҳосил бўлган ёниш маҳсулотларининг миқдори (3.5), (3.7) бўйича аниқланади.

$$M_{\text{CO}_2} = g_{\text{C}}/12, \text{ кмоль/кг} \quad (3.21)$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = g_{\text{H}}/2, \text{ кмоль/кг} \quad (3.22)$$

Ёниш жараёнида қатнашмайдиган кислород ва азот миқдори қуйидаги муносабат орқали аниқланади:

$$M_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1) L_0, \text{ кмоль/кг} \quad (3.23)$$

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \alpha L_0, \text{ кмоль/кг} \quad (3.24)$$

Ёниш маҳсулотларининг солиштирма миқдори учун

$$M_2 = g_{\text{C}}/12 + g_{\text{H}}/2 + 0,21(\alpha - 1)L_0 + 0,79\alpha L_0 \quad (3.25)$$

L_0 ўрнига унинг (3.11) формуладаги қийматини [қўйсақ, қуйидагига эга бўламиз:

$$M_2 = \alpha L_0 + g_{\text{H}}/4 + g_{\text{O}}/32. \quad (3.26)$$

Агар $\alpha = 1$ бўлса,

$$M_{2(\alpha=1)} = g_{\text{C}}/12 + g_{\text{H}}/2 + 0,79L_0 \quad (3.27)$$

ёки (3.26) ни ҳисобга олган ҳолда:

$$M_{2(\alpha=1)} = L_0 + g_{\text{H}}/4 + g_{\text{O}}/32 \text{ бўлади.} \quad (3.28)$$

(3.26) ва (3.28) ни солиштириб, қуйидагига эга бўламиз:

$$M_2 = M_{2(\alpha=1)} + (\alpha - 1)L_0 = M_{2(\alpha=1)} + M_{\text{орт.ҳаво}} \quad (3.29)$$

Бинобарин, ёниш маҳсулотларининг солиштирма миқдорини стехиометрик аралашмадаги ёниш маҳсулотларининг киломоллар сони ва ҳавонинг ортиқча миқдори йнғиндисидан иборат деб қабул қилиш мумкин. Газ ҳолатдаги ёнилғи ёнганда ҳосил бўладиган ёниш маҳсулотлари ҳам (3.20) формула бўйича аниқланади, аммо M_{CO_2} миқдорига ёнилғининг инерт қисми (r_{CO_2}) ҳам қўшилади. Шунга ўхшаш M_{N_2} ҳам цилиндрга киритилган ҳаводаги азот ҳамда ёнил-

ғидаги азотдан (r_{N_2}) ташкил топади. У ҳолда (3.13) формулани ҳисобга олиб, ёниш маҳсулотларини қуйидагича аниқлаймиз:

$$M_{CO_2} = \sum n \cdot r_i + r_{CO_2}, \quad (3.30)$$

$$M_{H_2O} = \sum \frac{m}{2} r_i. \quad (3.31)$$

(3.23) формуладан кислород учун:

$$M_{O_2} = 0,21(\alpha - 1)L_{0r};$$

(3.24) формуладан азот учун:

$$M_{N_2} = 0,79\alpha L_{0r} + r_{N_2}.$$

Демак, газ ёнилгиси учун ёниш маҳсулотлари қуйидагича ҳисобланади:

$$M_2 = \sum \left(n + \frac{m}{2} \right) r_i + \alpha L_{0r} - 0,21 L_{0r} + r_{CO_2} + r_{N_2}. \quad (3.32)$$

Стехиометрик таркибли аралашма учун:

$$M_{2(\alpha-1)} = \sum \left(n_i + \frac{m}{2} \right) r_i + 0,79 L_{0r} + r_{CO_2} + r_{N_2}. \quad (3.33)$$

Суюқ ҳамда газ ёнилғилар учун (3.29) формула ўринлидир.

3.7.2. Чала ёниш ($\alpha < 1,0$)

Бундай ёниш жараёнини фақат суюқ ёнилғилар, яъни аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ички ёнув двигателлари учун кўриб чиқамиз. Бунда ёнилғи таркибидаги углерод қисман CO_2 га, қисман CO га оксидланади, водороднинг эса бир қисми сув бугига, бир қисми эса молекула ҳолатда ажралиб чиқади ва атмосферага чиқариб ташланади. Шундай қилиб,

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{CO} + M_{H_2O} + M_{N_2} + M_{H_2}. \quad (3.34)$$

Тажрибаларнинг кўрсатишича, ёниш маҳсулотларидаги водород ва ис газининг киломоль сонлари ёнилғидаги g_H/g_C нисбат билан аниқланар экан. Бензин учун $g_H/g_C = 0,17 - 19$ бўлганда $M_{H_2}/M_{CO} = K = 0,45 - 0,5$ га тенг бўлади. Углероднинг ис газини CO га оксидланиш реакцияси қуйидагича бўлади:



$$1 \text{ кг } C + \frac{32}{24} \text{ кг } O_2 = \frac{28}{12} \text{ кг } CO;$$

$$g_C \text{ кг } C + \frac{4}{3} g_C \text{ кг } O_2 = \frac{7}{3} g_C \text{ кг } CO; \quad (3.36)$$

ёки

$$g_C \text{ кг } C + \frac{g_C}{24} \text{ кмоль } O_2 = \frac{g_C}{12} \text{ кмоль } CO. \quad (3.37)$$

Ёнилғи таркибидаги углероднинг x қисми CO_2 кўринишида оксидланади, $(1-x)$ қисми эса CO кўринишида оксидланади деб қабул қилсак, (3.5) ва (3.37) формулалардан ёниш маҳсулотларидаги CO_2 ва CO ларнинг умумий миқдорини қуйидагича аниқлаймиз:

$$M_{\text{CO}_2} + M_{\text{CO}} = \frac{g_{\text{C}} \cdot x}{12} + \frac{g_{\text{C}}(1-x)}{12} = \frac{g_{\text{C}}}{12} \quad (3.38)$$

Ёнилғи таркибидаги водороднинг y қисми сувга айланади ва $(1-y)$ қисми молекула ҳолатда ажралиб чиқади деб қабул қилсак, (3.7) формула бўйича ёниш маҳсулотларидаги H_2O ва H_2 ларнинг умумий миқдорини қуйидагича аниқлаймиз:

$$M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{H}_2} = g_{\text{H}} \cdot y/2 + g_{\text{H}}(1-y)/2 = g_{\text{H}}/2 \quad (3.39)$$

Шундай қилиб, (3.34) формула мазкур ҳол учун қуйидаги кўринишга келади:

$$M_2 = g_{\text{C}}/12 + g_{\text{H}}/2 + 0,79 \alpha L_0 \quad (3.40)$$

Ёниш маҳсулотларидаги ҳар бир компонентнинг миқдорини аниқлаш учун *кислород баланси* тузилади. Ҳаво таркибидаги кислороднинг киломолдаги миқдори $(0,21\alpha L_0)$ билан ёнилғи таркибидаги кислород миқдори $(g_{\text{O}}/32)$ нинг йиғиндиси CO_2 , CO ва H_2O ларнинг ҳосил бўлишига сарфланган кислород миқдорига тенг бўлиши керак. Мазкур баланс ёниш маҳсулотлари компонентларининг молда ифодаланган миқдорини аниқлашга имкон беради:

$$0,21\alpha L_0 + g_{\text{O}}/32 = M_{\text{OCO}_2} + M_{\text{OCO}} + M_{\text{OH}_2\text{O}} \quad (3.41)$$

(3.5), (3.7), (3.37), (3.33) ва (3.39) тенгламаларга кўра:

$$M_{\text{OCO}_2} = M_{\text{CO}_2} = g_{\text{C}}/12 - M_{\text{CO}};$$

$$M_{\text{OCO}} = M_{\text{CO}}/2;$$

$$M_{\text{OH}_2\text{O}} = M_{\text{H}_2\text{O}}/2 = \frac{g_{\text{H}} - M_{\text{H}_2}}{2} = \frac{g_{\text{H}} - kM_{\text{CO}}}{2}.$$

Бу тенгликларни (3.41) баланс тенгласига татбиқ этиб ва M_{CO} га нисбатан ечиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$M_{\text{CO}} = 0,42 \frac{1-\alpha}{1+k} L_0; \quad (3.42)$$

у ҳолда

$$M_{\text{CO}_2} = g_{\text{C}}/12 - M_{\text{CO}} \quad (3.43)$$

$$M_{\text{H}_2} = kM_{\text{CO}}; \quad (3.44)$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = g_{\text{H}}/2 - M_{\text{H}_2}; \quad (3.45)$$

(3.24) формулага бинбан

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \alpha L_0 \text{ бўлади.}$$

3.8 МОЛЕКУЛАЛАР ЎЗГАРИШИНING ХИМИЯВИЙ КОЭФФИЦИЕНТИ

(3.7) ва (3.37) формулалардан маълумки, суюқ ёнилғидаги водороднинг оксидланишидан сув ҳосил бўлиши ва углероднинг оксидланишидан ис газини ҳосил бўлиши натижасида ёниш маҳсулотларининг моллар сони бошланғич газ (ҳаводаги кислород) никидан ортиқ бўлади. Бундан ташқари, моллар сонининг бироз ортиши суюқ ёнилғидаги химиявий боғланган кислороднинг газ ҳолатидаги маҳсулотга айланиши туфайли юз беради. Буларнинг барчаси M_2/M_1 нисбат 1 дан катта бўлишига олиб келади. Авогадро қонунига биноан, газнинг ҳар бир моли берилган босим ва температурада маълум аниқликдаги ҳажмни эгаллайди. Агар ёнилғининг ёпиқ ҳажмда (ИЁД ёниш камерасида) ёниши натижасида газнинг моллар сони ортса, у ҳолда газ температураси кўтарилиши туфайли босимнинг асосий ортишига қўшимча равишда босим ортиши кузатилади. Босимнинг қўшимча равишда ортиши газнинг цилиндрда кенгайиши туфайли бажарилган ишнинг ортишини таъминлайди. Ёнилғининг ёниши натижасида моллар сонининг ўзгариши *молекулалар ўзгаришининг химиявий коэффиценти* орқали баҳоланади:

$$\mu_0 = M_2/M_1 = 1 + \Delta M/M_1. \quad (3.46)$$

Дизель двигателида ёнилғи тўла ёнган ҳол учун (3.19) ва (3.26) га кўра

$$\Delta M = g_H/4 + g_O/32. \quad (3.47)$$

Бензинда ишлайдиган ИЁД ларида ёнилғининг тўла ёнишида (3.17) ва (3.26) формулаларга асосан қуйидагига эга бўламиз:

$$\Delta M = g_H/4 + g_O/32 - 1/\mu_e. \quad (3.48)$$

(3.17) ва (3.40) формулалар бўйича ёнилғининг чала ёниш ҳоли учун қуйидагига эга бўламиз:

$$\Delta M = g_C/12 + g_H/2 - 0,21\alpha L_0 - 1/\mu_e.$$

(3.11) дан фойдаланиб, маълум ўзгартiriшлардан сўнг қуйидагига эга бўламиз:

$$\Delta = 0,21(1 - \alpha)L_0 + g_H/4 + g_O/32 - 1/\mu_e. \quad (3.49)$$

(3.18) ва (3.32) ларга кўра газ ҳолатдаги ёнилғи учун

$$\Delta M = \sum(n + m/2)r_i + r_{CO_2} + r_{N_2} - 0,21L_{0r} - 1$$

ёки (3.14) ни ҳисобга олган ҳолда

$$\Delta M = \sum(n + m/2)r_i - \sum(n + m/4 - p/2)r_i + r_{CO_2} + r_{N_2} - 1.$$

Газ ёнувчи компонентларининг тўла таркиби ($\sum r$) ни қўшиб ҳамда айланиб қуйидагига эга бўламиз:

$$\Delta M = \sum(m/4 + p/2 - 1)r_i + r_{CO_2} + \sum r_i + r_{N_2} - 1$$

ёки газ ёнилғиси учун $\sum r_i + r_{\text{CO}_2} + r_{\text{N}_2} = 1$ эканлигини ҳисобга олсак,

$$\Delta M = \sum (m/4 + p/2 - 1) r_i \quad (3.50)$$

Газ ёнилғисининг ёнишидаги моллар сонининг ўзгариши унинг таркибига боғлиқ экан.

$\sum (m/4 + p/2) r_i > \sum r_i$ да ΔM катталик мусбат ва $\sum (m/4 + p/2) r_i < \sum r_i$ да ΔM катталик манфий бўлади. Шундай қилиб, газ ҳолатидаги ёнилғилар ёнишида μ_0 катталик 1 дан катта бўлиши ҳам, кичик бўлиши ҳам мумкин. (3.46 — 3.50) формулалар ΔM ва μ_0 нинг ёнувчи аралашма ва ёнилғи таркибига боғлиқ ҳолда ўзгаришини таҳлил қилишга имкон беради. α нинг ўсиши билан μ_0 нинг камая бориши умумий қонуниятдир. ИЕД ларда қўлланиладиган ёнилғилар учун μ_0 нинг ўзгариш графиги 3.1-расмда кўрсатилган.

Ёнилғининг амалий шароитларда ёниши натижасида ИЕД нинг ёниш камерасида қолдиқ газлар деб аталадиган, яъни цилиндр ичида олдинги циклдан қолган озроқ миқдордаги ёниш маҳсулотлари доимо мавжуд бўлади. Шу сабабли янги заряд ва ёниш маҳсулотларининг миқдори юқорида олинган қийматлардан қолдиқ газларнинг киломоллари сони ҳисобига фарқ қилади. Бундай шароитларда молекулалар ўзгаришининг ҳақиқий коэффиценти тушунчасидан фойдаланилади. Мазкур тушунчанинг таърифи 7- бобда келтирилади.

3.9. ЁНИЛҒИ ВА ЁНУВЧИ АРАЛАШМАНИНГ ЁНИШ ИССИҚЛИГИ

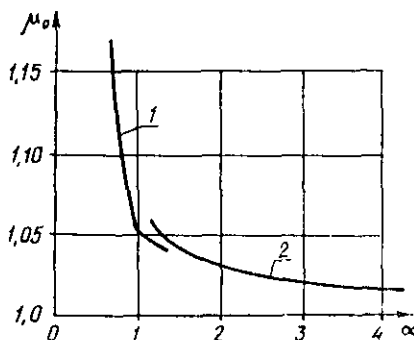
Цикл ишининг кўламини, шунингдек ИЕД нинг қуввати ва бошқа бир қатор кўрсаткичларини белгиловчи цилиндр ичида ёндириладиган ёнилғи-ҳаво аралашмасининг энг муҳим хусусиятларидан бири аралашманинг ёниш иссиқлиги $H_{\text{ар}}$ дир. Ёнилғи тўла ёнганда у қуйидаги муносабатдан топилади:

$$H_{\text{ар}} = H_u / M_1, \text{ кЖ/кмоль} \quad (3.15)$$

бунда H_u — ёнилғининг қуйи ёниш иссиқлиги (кЖ/кг суяқ ёқилғилар учун, газлар учун кЖ/кмоль).

Ёнилғининг ёниш иссиқлиги иссиқлик самараси бўйича махсус калориметрик қурилмаларда аниқланади. Бунинг учун маълум миқдордаги ёнилғи ёндирилади ва ёниш маҳсулотлари бошланғич температурагача совитилади.

Ёниш маҳсулотлари таркибига кирувчи сув бугларининг кон-



3.1- расм. Молекуляр ўзгариш химиявий коэффицентининг аралашма таркибига боғлиқлиги:

1 — бензин; 2 — дизель ёнилғиси учун

денсацияланиш иссиқлигини ўз ичига олган юқори ёниш иссиқлиги H_0 шу тарзда топилади. Ички ёнув двигателида иш бажарилгандан сўнг ёниш маҳсулотлари юқори температурада атмосферага чиқариб ташланади. Шунинг учун сув буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги ΔH_k ички ёнув двигателларида ҳисобга олинмайди.

Шунга кўра ΔH_u қуйидагича аниқланади:

$$\Delta H_u = H_0 - \Delta H_k.$$

Конденсацияланиш иссиқлиги эса қуйидаги ифода орқали топилди:

$$\Delta H_k = R_k(9g_H + g_{H_2O}), \quad (3.53)$$

бунда: R_k — сув буғининг конденсацияланиш иссиқлиги;

g_{H_2O} — ёнилғидаги сувнинг масса улуши.

Умумий ҳолда ёнилғининг ёниш иссиқлиги химиявий реакцияни амалга ошириш шароитлари (босим ва температура) га боғлиқ бўлади, бироқ ички ёнув двигателларини амалий ҳисоблашда бу жиҳат эътиборга олинмайди. H_0 ва H_u нинг қийматлари ёнилғи хусусиятларида келтирилган (3.2 ва 3.4-жадвалларга қаранг). Газ ёнилғиларининг ёниш иссиқлиги ҳақида маълумотлар бўлмаса, уни қуйидаги формулага биноан ҳисоблаш (маълум аниқликда) мумкин:

$$H_{ul} = \sum r_i \cdot H_{ul}, \quad (3.54)$$

бунда H_{ul} химиявий формула $C_nH_mO_p$ билан берилган i -компонентнинг ёниш иссиқлиги (I иловага қаранг.)

(3.17—3.19) ва (3.51) формулаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, ёниш иссиқлиги ёнилғининг таркибига боғлиқ бўлибгина қолмай, балки ҳавонинг ортиқлик коэффициентига ҳам боғлиқдир.

Ёнилғининг чала ёниш ($\alpha < 1,0$) натижасида ИЕД да юз берувчи химиявий реакциялар иссиқлик эффектининг бир қисмидан фойдаланилмайди ва ёнувчи компонентларнинг маълум бир қисми атмосферага чиқариб ташланади. Бу ҳолат учун

$$H_{ap} = (H_u - \Delta H_u)/M_1, \quad (3.55)$$

бунда ΔH_u — ёниш иссиқлигининг йўқотилиши. Бензиннинг ўртача таркиби учун қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Delta H_u = 114 \cdot 10^3(1 - \alpha) L_0, \text{ кЖ/кг} \quad (3.56)$$

Ушбу формула $\alpha < 1$ бўлгандагина маънога эга.

3.5-жадвалда бир неча ёнилғилар учун стехиометрик таркибли ёнувчи аралашмаларнинг ёниш иссиқлиги қийматлари келтирилган.

4-БОБ. ГАЗ АЛМАШИНУВИ

Ишлатилган газларнинг чиқиб кетиш ва цилиндрнинг янги заряд билан тўлиш жараёнлари амалдаги циклда газ алмашинуви фазасини ташкил этади. Бу жараёнлар бир-бири билан чамбарчас боғлиқ бўлади ва ИЕД ни яратишда биргаликда

Стехиометрик таркибли ёнувчи аралашмаларнинг хусусиятлари

Ёнилғи	i_o , кг/кг	L_o , кмоль/кг ($L_{o,r}$, кмоль/кмоль)	H_u , вр, кЖ/кмоль
Бензин (ўртача)	14,96	0,512	84500
Дизель ёнилғиси ўртача)	14,45	0,495	85860
Керосин (ўртача)	14,61	0,504	84600
Бензол	13,38	0,458	84660
Этанол	9,061	0,310	81180
Метанол	6,522	0,223	76180
Бутан	15,6	(30,95)	80180
Пропан	15,7	(23,81)	79130
Табиий газ	—	(9,52)	76200
Генератор газ (ўгиндан олинган)	—	(0,9—1,1)	52300
Йўлдош газ	—	(10,9)	32800
Сиқилган газ (50% бутан, 50% пропан)	15,65	(27,38)	77840

оптималлаштирилади. Газ чиқиб кетишидан олдин циклнинг бошланғич жараёни — цилиндрнинг заряд билан тўлиш жараёни бўлиб ўтади. Газнинг чиқиб кетиш жараёни хусусиятлари цилиндрнинг янги иш жисми билан тўлиш сифатига катта таъсир кўрсатади. Шу сабабли аввало ишлатилган газларнинг цилиндрдан чиқарилиш ва ёниш камерасининг тозаланиш жараёнини кўриб чиқиш мақсадга мувофиқдир.

4.1. ИШЛАТИЛГАН ГАЗЛАРНИНГ ЧИҚАРИЛИШИ

4.1-расмда босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли двигателда содир бўладиган газ алмашинуви босқичлари тасвирланган. Расмда газ тақсимланиш фазаларини инфодаловчи диаграмма ҳам кўрсатилган. Диаграмманинг характерли нуқталари бундан илгарироқ келтирилган клапанларнинг очилиш ва ёпилиш пайтларининг (моментларининг) белгиларига мос келади.

Газ чиқарилишининг бошланғич босқичида (нуқта 5 дан кейин) цилиндрдаги босим атмосфера босимидан бир неча баравар зиёд бўлади, натижада ишлатилган газлар цилиндрдан товуш тезлиги (500—700 м/с) билан чиқа бошлайди. Цилиндрдан эркин чиқиш даври деб аталадиган 3 нуқтадан то ПЧН гача бўлган давр ичида ишлатилган газларнинг 60—70 фонзи чиқиб кетади, шунинг учун унинг босими тез пасаяди. ПЧН дан ЮЧН гача бўлган оралиқда цилиндрдаги босим атмосфера босимидан бироз юқори бўлади, цилиндр деворларига иссиқлиги ўтиб кетиши оқибатида газнинг ҳарорати пасаяди, бунда ҳаракатдаги поршень итариб чиқариши ҳисобига газлар чиқариш системасига 100—250 м/с тезлик билан чиқарилади (бу давр *мажбурий чиқариш даври* дейилади). Мавжуд шаронгта газларнинг чиқарилиш жараёни кўчма (нестационар) тарзда

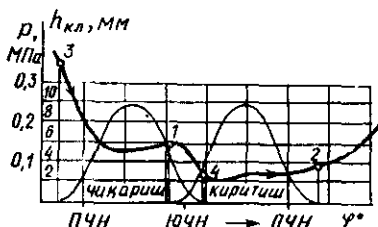
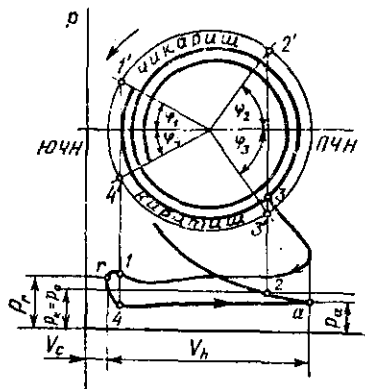
бўлади ва тебранма ҳодисалар билан кечади. Бундай ҳодисалар циклниги ва клапан ишининг даврийлиги туфайли, шунингдек пайдо бўлаётган босим тўлқинларининг гидравлик қаршилиги юқори бўлган система деворлари ва элементларига тегиб қайтиши туфайли юз беради. Чиқаришнинг охириги қисми (1 ва 4 нуқталари оралигида) клапанлар очик даврда поршень бироз сурилганида содир бўлади.

Ишлатилган газларнинг бир қисми киритиш системасига қисман очилган киритиш клапани орқали ўтиши мумкин ва аксинча. Киритиш ва чиқариш системаларида иш жисмининг тебранма тарзда ҳаракатланиши натижасида ёниш камерасини янги заряд билан қисман тозалаш мумкин. 4 тактли двигателларда клапанларнинг очик бўлиш даври одатдагидек (т. в. б. 50° гача) бўлганда ёниш камерасига янги заряд кириши унча кўп бўлмайди ва ҳисобга олинмайди.

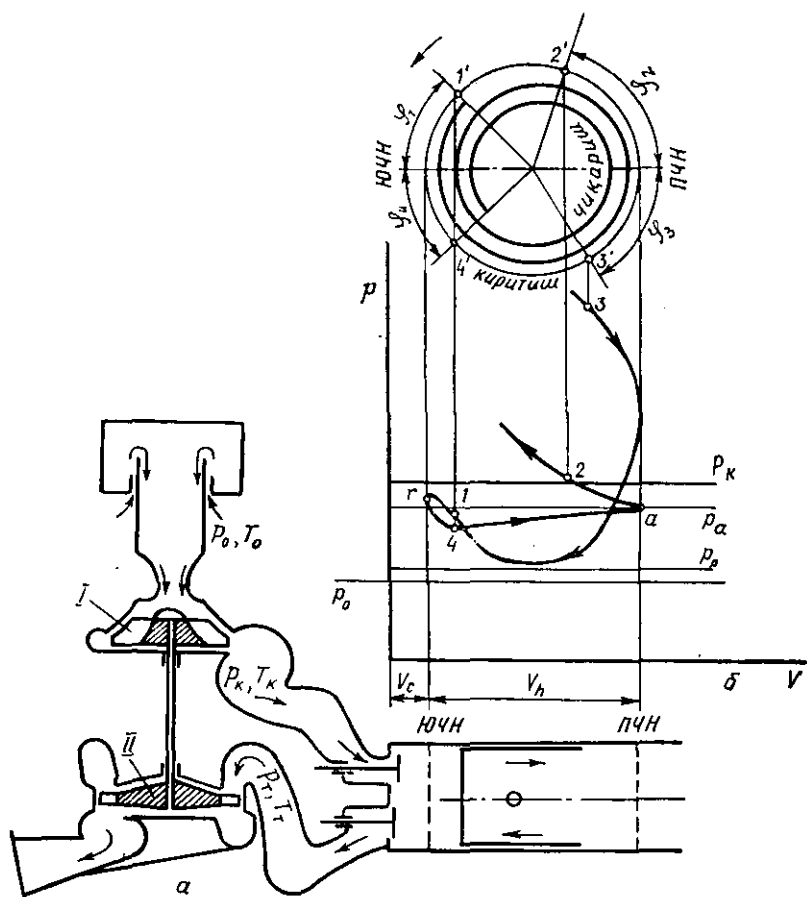
Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД да, ҳозирги вақтда энг кўп қўлланилаётган турбокомпрессорли системага татбиқан олганда (4.2-расм), ишлатилган газлар ресиверга чиқади (p_r босим), бу ердан парракли компрессорни айлантирувчи газ турбинаси парракларига боради. Атмосферадан келаётган янги заряд (p_a босим) компрессорда p_k босимга қадар сиқилади ва шу босим остида цилиндрга ҳайдалади.

Газ турбинаси борлиги туфайли газларни чиқаришга қаршилиқ кўрсатувчи босим ҳаво босим билан киритилмайдиган двигателдагига қараганда юқори бўлади. Маълумки, ишлатилган газлар энергиясининг асосий қисми газ турбинасини ҳаракатга келтириш учун ишлатилади. Шу энергияни қўпайтириш учун чиқариш клапанининг очилиш пайти босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига нисбатан илгарироқ қилиб танланади. Шу сабабли чиқиш даврида цилиндрдаги газнинг босими босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига қараганда анча юқори бўлади.

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагига нисбатан узоқроқ қилиб олинадиган клапанларнинг очик бўлиш даврида (яъни т. в. б. $50-100^\circ$) ёниш камераси янги заряд билан тозаланади (шамоллатилади). Унинг босими ци-



4.1-расм. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган тўрт тактли ИЕД да газ алмашинуви



4.2- расм. Турбонаддувли тўрт тактли ички ёнув двигателида газ алмашинуви

α — газ-турбинли двигатель схемаси; δ — газ тақсимлаш фазалари ва газ алмашинув жараёнининг индикатор диаграммаси. I — компрессор, II — газ турбинаси

линдрдаги ёки чиқариш системасидаги босимдан зиёд бўлиши мумкин. Бунинг оқибатида ёниш камерасининг ишлатилган газлардан тозаланиши ва цилиндрнинг янги заряд билан тўлдирилиши босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига қараганда яхшироқ кечади. Кези келганда шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, ИЕД деталларини совитиш учун ҳам шамоллатишдан фойдаланилади, чунки босим остида киритиш усули қўлланилганда деталларнинг иссиқликдан зўриқиши анча юқори бўлади.

ИЕД да газ алмашинувининг муҳим сифат кўрсаткичларидан бири қолдиқ газлар коэффицентидир. У бундан олдинги

циклдан цилиндрда қолган ёниш маҳсуллари миқдорининг цилиндрга кирган янги заряднинг миқдорига нисбатидан иборат:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{m_r}{m_1} = \frac{M_r G_z}{M_1 G_z} = \frac{M_r}{M_1}, \quad (4.1)$$

бу ерда: m_r ва M_r — 1 циклга ёки 1 кг ёнилғига тўғри келган қолдиқ газлар миқдори, киломоль ҳисобида; m_1 ва M_1 — 1 циклга ёки 1 кг ёнилғига тўғри келган янги заряд миқдори, киломоль ҳисобида; G_z — 1 цикл давомида ишлатиладиган ёнилғи миқдори.

Агар шамоллатиш натижасида ёниш камерасидаги қолдиқ газлар миқдорининг камайишини бирдан кичик бўлган *тузатма коэффициент* (Φ_{0r}) ни киритиш йўли билан ҳисобга оладиган бўлсак, ушбуга эга бўламиз:

$$M_r = \frac{\Phi_{0r} p_r V_c}{(\mu R) T_r G_z} = \frac{\Phi_{0r} p_r V_h}{(\mu R) T_r (\varepsilon - 1) G_z}. \quad (4.2)$$

бу ерда: p_r , T_r — қолдиқ газлар параметрлари; V_c , V_h — ёниш камерасининг ҳажми ва цилиндрнинг иш ҳажми; (μR) — универсал газ доимийси.

(4.1, 4.2) формулалардан кўриниб турибдики, цилиндрнинг иш ҳажми берилган бўлса, қолдиқ газлар коэффициентининг қийматини белгилловчи конструктив омил сиқиш даражасидир. Шу сабабли дизелларда мазкур коэффициентнинг қиймати учкундан ўт олдириладиган ИЕД дагига нисбатан анча кичик бўлади. Шунини ҳам айтиб ўтамизки, ушбу коэффициентнинг қиймати қолдиқ газларнинг параметрларига, цилиндрга киритилган янги заряд миқдорига ва цилиндрни шамоллатиш самарадорлигига боғлиқ. Мазкур катталикларга ИЕД нинг ишлаш режими ва бошқа қатор ташқи омиллар ҳам таъсир кўрсатади. Ушбу омилларнинг газ алмашинувига таъсири кейинроқ кўриб чиқилади. Номинал режимда ишловчи замонавий ИЕД лар учун хос бўлган чиқариш жараёни кўрсаткичлари 4.1-жадвалда келтирилган.

4.1- ж а д в а л

Чиқариш жараёни кўрсаткичлари

Ички ёнув двигатели	$\gamma_{\text{кол}}$	p_r , МПа	T_r , К
Учкундан ўт олдириладиган Тўрт тактли, босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизель	0,06—0,10	(1,1—1,25) p_0	900—1100
Тўрт тактли, босим остида киритиш усули қўлланилган дизель	0,03—0,05	(1,05—1,2) p_0	600—850
	0,03—0,05	(0,75—1,10) p_k	700—900

4.2. ЦИЛИНДРНИ ТЎЛДИРИШ

Айтиб ўтганимиздек, ИЕД ни тўлиқ юклаган ҳолда цилиндрни тўлдириш жараёнини ташкил этишдан кўзланган асосий мақсад цилиндрни янги иш жисми (ҳаво ёки ёнувчи аралашма) билан мумкин қадар кўп тўлдиришни таъминлашдан иборат. Янги заряднинг миқдори иш циклининг мумкин бўлган энг катта қийматларини, шунингдек ИЕД нинг ўртача индикатор босимини, буровчи моментини ва қувватини белгилашини кўрсатиш қийин эмас.

Ҳақиқатан ҳам, дизелга татбиқан олганда (2.2) формуладан $L_i = \eta_i G_{\text{гн}} H_u$ эканлиги кўриниб турибди.

(3.15) формулага кўра цикл давомида ишлатиладиган ёнилғи миқдори

$$G_{\text{гн}} = G_{\text{х-и}} / \alpha l_0,$$

бу ерда $G_{\text{х-и}}$ — бир циклда сарфланадиган ҳаво миқдори. У ҳолда $L_i = p_i V_h = (\eta_i H_u G_{\text{гн}}) / \alpha l_0$ ёки ҳавонинг ортиқлик коэффициентини α берилганда

$$L_i = G_{\text{гн}} \cdot \text{const} \quad (4.3)$$

Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД да цилиндрга ёнилғи-ҳаво аралашмаси киритилади, шунинг учун иш циклини ҳисоблашда аралашманинг ёнишидан юзага келадиган иссиқлик миқдори ҳамда тўлдириш жараёнида цилиндрга берилган ёнилғи миқдори эътиборга олиниши керак. Бироқ бунда ҳам умумий хулоса дизеллардаги каби бўлади, яъни аралашманинг таркиби берилган бўлса, цилиндрга киритилган янги заряднинг миқдори ҳосил бўладиган иш цикли қийматини бир хилда белгилайди.

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД да цилиндрни тўлдириш ташқи иш эвазига содир бўлишини ҳисобга олиб, двигателнинг самарадорлигини ошириш учун ташқи энергияни мумкин қадар кам сарфлаган ҳолда цилиндрнинг янги заряд билан юқори даражада тўлишини таъминлаш муҳим, деб айтиш мумкин.

Тўлдириш жараёнини соддалаштирилган ҳолда кўриб чиқадиган бўлсак, клапанининг ўтиш кесимидаги ва цилиндр ичидаги газнинг зичлиги орасидаги тафовутни ҳисобга олмасдан, газ оқимининг узлуксизлиги тенгламаси асосида қуйидагини ёзиш мумкин:

$$F_n C_n d\tau = f_{\text{кл}} W_{\text{кпр}} d\tau \quad (4.4)$$

бу ерда: F_n, C_n — цилиндр (поршень) нинг кўндаланг қесими юзи ҳамда поршеннинг тезлиги; $f_{\text{кл}}, W_{\text{кпр}}$ — клапан патрубогидagi ўтиш қесими юзининг ва ундаги газ тезлигининг қийматлари.

(4. 4) формуланинг чап қисмини киритиш даври бўйича (ЮЧН дан ПЧН гача) интеграллаш қуйидагини беради:

$$\int_{\varphi_{\text{ючн}}}^{\varphi_{\text{пчн}}} \frac{F_{\text{п}} C_{\text{п}}}{\omega_{\text{м.в}}} d\varphi = V_h. \quad (4.5)$$

бу ерда $\omega_{\text{м.в}} = d\varphi/dt = \frac{1}{6n_{\text{м.в}}}$ — тирсакли валнинг бурчак тезлиги.

(4.4) формуланинг ўнг қисмини киритиш даври бўйича интеграллаб ушбуга эга бўламиз:

$$\frac{f_{\text{кл}} \cdot W_{\text{кпр.ўр.}}}{\omega_{\text{м.в.}}} d\varphi = W_{\text{кпр.ўр.}} \frac{1}{\omega_{\text{м.в.}}} \int_{\varphi_6}^{\varphi_0} f_{\text{кл}} d\varphi, \quad (4.6)$$

бу ерда $W_{\text{кпр.ўр.}}$ — клапан патрубогидagi газнинг ҳаракат даври давомигадаги ўртача тезлиги; φ_6 , φ_0 — тўлдириш жараёнининг бошланиши ва охирига мос келувчи кривошипнинг бурилиш бурчаклари.

Бинобарин,

$$W_{\text{кпр.ўр.}} = V_h / \left(\frac{1}{\omega_{\text{т.в}}} \cdot \int_{\varphi_6}^{\varphi_0} f_{\text{кл}} d\varphi \right) \quad (4.7)$$

(4.7) тенгламанинг ўнг қисми махражи 4.1-расмда кўрсатилган клапанининг кўтарилишини кўрсатувчи эгри чизик ости юзига мутаносиб бўлган киритиш клапанининг очилиш вақти-кесимини билдиради. Шундай қилиб, клапан патрубогидagi заряднинг ўртача тезлиги клапанининг очилиш вақти-кесимига тескари мутаносибдир. Бернуллининг бизга маълум бўлган энергия тенгламаси асосида, дросселланувчи кесимда газнинг тезлиги ортиши муқаррар равишда оқим энергиясининг йўқолишига ва каналда ҳаракатланганда газнинг босими пасайишига олиб келади. (4.7) тенгламадан кўриниб турибдики, киритиш жараёнида газнинг тезлиги ИЕД тирсакли вали айланишининг бурчак тезлигига мутаносиб тарзда ортади. Шу сабабли киритишга кам вақт ажратиладиган, бинобарин, тўлдириш муаммоси секинюрар двигателларга нисбатан анча мураккаб бўлган тезюрар ИЕД ларда клапанининг газ ўтадиган кесимини катталаштирган ва киритиш фазасини кенгайтирган ҳолда клапанининг очилиш вақти-кесимини катталаштиришга ҳаракат қилинади. Бу йўналишдаги тадбирлардан бири — барча замонавий автотрактор двигателларида кенг қўлланилаётган тўлдиришнинг сўнгги босқичида (ПЧН дан 2 нуқтасигача) цилиндрни қўшимча зарядлашдан иборат. Бунда, поршеннинг ЮЧН га томон ҳаракатланишига, бинобарин, цилиндрнинг ҳажми кичиклашишига қарамай, илгарироқ жараёнининг асосий босқичида юзага келган газ оқими ҳисобига цилиндрга янги заряд кириши давом этади. Одатда, айланиш частотаси ортиши билан цилиндрнинг киритиш йўлида сийракланиш ҳам ортади ва цилиндрнинг инерцион қўшимча зарядланиши каттароқ аҳамиятга эга бўла боради. Шу боис ИЕД валининг номинал айланиш

частотаси қанча юқори бўлса, одатда, киритиш клапанининг ПЧН га нисбатан беркилиш бурчаги шунча катта бўлади. Табiiйки, валнинг айланиш частотаси кичик бўлганда, яъни қўшимча зарядлаш самарасиз бўлганда ПЧН билан 2 нуқтаси орасидаги давр ичида цилиндрдан киритиш системасига заряд қайтиб чиқиши ва оқибатда цилиндрни тўлдириш ёмонлашиши мумкин. Шундай қилиб, киритиш клапанининг қайд қилинган беркилиш пайти ИЕД лар ишининг турли тезлик режимлари учун энг яхши бўлавермайди, уни ўзгартириш эса газ тақсимлаш механизми тузилишининг анча мураккаблашуви билан боғлиқдир. Шунинг учун нуқта 2 га тўғри келувчи кривошипнинг бурилиш бурчаги ИЕД иш режимларининг энг мақбул чегаралари талабларидан келиб чиққан ҳолда тажриба йўли билан танланади. Енгил автомобиллар учун киритиш фазалари номинал режимга яқин режимлар бўйича танланади. Оғирроқ юк ташийдиган машиналарнинг двигателлари учун эса куч агрегатининг қабулчанлиги (цилиндрларнинг янги заряд билан тўлдирилиши) ва тортиш хусусиятининг яхши бўлишини таъминлайдиган пастроқ айланиш частоталари афзал кўрилади.

Тўлдириш жараёнининг ностационарлигини эътиборга олиб, газ тақсимлаш фазаларини танлашда, кўпинча, ИЕД нинг муайян тезлик доирасида ҳавонинг босим билан киритилиши динамика тарзда бўлиши учун киритиш системасида газнинг тебраниш ҳодисаларидан фойдаланилади. Бунинг учун киритиш йўли элементларининг ўлчамлари, асосан, уларнинг узунлиги мос тарзда танланади. Бу ҳолда киритиш клапани олдидаги босим атмосфера босимидан катта бўлиши мумкин.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД да (4.2-расмга қаранг) цилиндрдаги янги заряднинг босими киритиш жараёнида атмосфера босимидан юқори бўлади. Унинг қиймати мазкур усулда қабул қилинган босим даражасига ($p_k = p_k/p_a$) ва двигателнинг иш режимига боғлиқ бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларида бўлгани каби, киритиш системасида исрофларнинг мавжудлиги шунга олиб келадики, цилиндрдаги босим бевосита компрессордан кейинги босимга қараганда паст бўлади, яъни $p_a < p_k$. Босим остида киритиш даражаси юқори бўлганда ($p_k > 2$) сиқилган заряд компрессордан кейин, махсус оралиқ совиткича совилади. Бу ҳол двигател деталларининг иссиқликдан зўриқишини камайтиради, учқундан ўт олдириладиган двигателларда детонация эҳтимолини камайтиради, шунингдек цилиндрнинг янги заряд билан тўлишини яхшилайди. Клапанлар очиқ бўлган даврда ёниш камерасини шамоллатиш ҳам цилиндрнинг тўлишини яхшилайди.

4.2.1. Цилиндрни заряд билан тўлдиришда газ параметрлари

а нуқтада газнинг босими. Киритиш тактининг поршень ПЧН ҳолатдалигида цилиндрдаги газ босими учун тахминий ифода-ни газнинг ҳаракатини барқарор деб фараз қилган ҳолда Бернулли тенгламасидан олиш мумкин. У ҳолда иккита кесим:

киритиш системасига кириш жойидаги кесим ва цилиндрга кириш жойидаги кесим учун газ энергиясининг баланси қуйидагича ёзилади:

$$p_k/\rho_k + W_k^2/2 + gz_k = p_a/\rho_a + (1 + \xi) \cdot W_{\text{кир}}^2/2 + gz_a \quad (4.8)$$

бу ерда: ρ_k ва ρ_a — кўриляётган кесимлардаги заряднинг зичликлари; W_k ва $W_{\text{кир}}$ — киритиш системасига кириш жойида ва клапанда газнинг тезликлари; z_k ва z_a — киритиш трубопровод ва киритиш клапани сатҳига қадар нивелир баландлик; ξ — киритиш системасининг энг тор кесими (клапан тирқишига) нисбатан олинган киритиш системасининг қаршилик коэффициентини.

$$W_k \approx 0; \quad z_k \approx z_a; \quad \rho_k \approx \rho_a$$

қилиб олган ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$p_a = p_k - (1 + \xi) \frac{W_{\text{кир}}^2}{2} \rho_k = p_k - \Delta p_a \quad (4.9)$$

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли ИЁД учун

$$p_k = p_0 \quad \text{ва} \quad \rho_k = \rho_0.$$

Муайян шароитда заряднинг клапандаги тезлиги бутун киритиш такти давомида ҳамиша ўзгариб туради, шунинг учун (4.8), (4.9) формулаларда кўрсатилган қиймат унинг ўртача қийм атидир.

Цилиндрдаги газ босимини ҳисоблашнинг қабул қилинган методикаси маълум даражада шартли бўлишига қарамай, (4.8), (4.9) формулалар турли омилларнинг тўлдириш жараёни хусусиятларига таъсирини таҳлил қилиш учун жуда қулайдир. Тажриба маълумотларига кўра, автотракторларда ишлатиладиган ИЁД учун $W_{\text{кир}} = 50 - 130$ м/с; $(1 + \xi) = 2,5 \div 4$ бўлади.

Аввал айтиб ўтганимиздек, дизелларда киритиш системаси гидравлик қаршилиги коэффициентининг қийматлари аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁД ларниқига қараганда кичикроқ бўлади. Тезюрар ИЁД ларда газнинг клапандаги ўртача тезлиги қиймати каттароқ бўлади.

а нуқтадаги температура. Янги заряд киритиляётганда киритиш системаси ва цилиндрнинг иссиқ деворларига тегиб, иссиқлик алмашинуви натижаси исийди. Бунда аралашма ташқарида ҳосил бўладиган, суюқ ёнилғида ишлайдиган ИЁД да ёнувчи аралашманинг киритиш жараёнида суюқ ёнилғи зарралари буғланади, бу эса буғ ҳосил бўлишидаги яширин иссиқликка мос келадиган иссиқлик беришни талаб қилади. Шунинг учун бундай двигателларда янги заряд дизеллар ёки газ двигателларидагига нисбатан камроқ исийди. Буғ ҳосил бўлаётганда юқори даражада яширин иссиқлик ютадиган, осон қайнайидиган ёнилғилар (метанол, этанол) да ишлайдиган ИЁД ларда буғланиш натижасида янги заряднинг совиш самараси айниқса юқоридир.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда янги

заряднинг система деворларига тегиб исиши босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагига қараганда анча кам бўлади, чунки ҳайдагич (нагнетатель)дан чиқаётганда унинг ҳарорати юқори бўлади.

Киритиш жараёнида янги заряд температураси анча юқори бўлган қолдиқ газлар билан аралашиб қўшимча равишда исийди. Иш жисмининг ПЧН даги (α нуқтадаги) температураси газлар ўзгармас босим шароитида аралашганда ҳосил бўлувчи иссиқлик баланси асосида аниқланади. Бинобарин, энтальпиялар тенгласмаси қуйидагича ёзилади:

$$H_{я.з.} + H_{к.г.} = H_a \quad (4.10)$$

Формуладаги индекслар мос равишда қуйидагиларни билдиради: я. з. — янги заряд; қ. г. — қолдиқ газлар; α — ПЧН даги иш жисми (аралашма).

(4.10) формуланинг таркибий қисмлари ушбу формулалардан аниқланади:

$$H_{я.з.} = \mu C_p M_1 G_{\Sigma, \alpha} (T_k + \Delta T)$$

бу ерда: ΔT — системага киришда янги заряднинг исиши;

$$H_{к.г.} = \mu C'_p M_r G_{\Sigma, \alpha} T_r,$$

$$H_a = (M_1 + M_r) G_{\Sigma, \alpha} \mu C'_p T_a.$$

$\mu C'_p / \mu C_p = \varphi$ тарзида белгилаб ва $\mu C'_p \approx \mu C_p$ деб фараз қилиб ушбуни ҳосил қиламиз:

$$(M_1 + M_r) T_a = M_1 (T_k + \Delta T) + M_r \varphi T_r \quad (4.11)$$

Бундан, (4.1) формулани ҳисобга олган ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T + \varphi \gamma_{\text{қол}} T_r}{1 + \gamma_{\text{қол}}} \quad (4.12)$$

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларда $T_k = T_0$, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда эса T_k катталик янги заряднинг ҳайдагичда сиқилиш жараёнида исишини ҳамда оралиқ совиткичда совиши мумкинлигини эътиборга олиб аниқланади.

4.2.2. Тўлдириш коэффициентини

Киритиш жараёнининг сифатини *тўлдириш коэффициенти* (η_v) билан баҳолаш қабул қилинган. Бу коэффициент тўлдириш жараёни охирида цилиндр ичида бўлган янги заряд массасининг киритиш шарт-шароитида цилиндрининг иш ҳажминини тўлдириши мумкин бўлган заряд массасига нисбатидан иборат.

Киритишдаги шарт-шароитлар босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лар учун атмосфера ҳавосининг параметрлари билан, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД лари учун эса заряднинг цилиндрга кириш олдидаги (яъни ҳайдагичдан ёки оралиқ совиткичдан ўтгандан кейин) параметрлари билан аниқланади. Аралашма ташқарида ҳосил қилина-

диган, суюқ ёнилғида ишлайдиган ИЁД лари учун тўлдириш коэффициентини ёнувчи аралашма бўйича эмас, балки ҳаво бўйича ҳисоблаш қабул қилинган, чунки бу усул амалда қўл-лашга қулай бўлиб, натижалар фарқи иккала усул учун жуда кам бўлади.

Таърифга кўра

$$\eta_V = \frac{G_{x,ц}}{G_{x,н}} = \frac{V_k \rho_k}{V_h \rho_k} = \frac{V_k}{V_h}, \quad (4.13)$$

бу ерда: V_k — тўлдириш охирида цилиндр ичида бўлган, киритиш-даги шарт-шароитларга келтирилган ҳавонинг ҳажми; V_h — цилиндр-нинг иш ҳажми.

Киритишдаги шарт-шароитда цилиндрга киритилган ҳаво учун ҳолат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\rho_k V_k = \eta_V \rho_k V_h = (\mu R) M_1 G_{\Sigma,ц} T_k \quad (4.14)$$

Поршень ПЧН да (α нуқтада) турганда цилиндрдаги газнинг ҳо-лат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\rho_a V_a = (\mu R) (M_{1a} + M_r) T_a G_{\Sigma,ц} \quad (4.15)$$

бу ерда $M_{1a} \cdot G_{\Sigma,ц}$ — ПЧН га қадар цилиндрга киритилган янги заряд миқдори. Умумий ҳолда заряднинг бу миқдори киритиш охиридаги цилиндрнинг тўлиқ заряди $M_1 \cdot G_{\Sigma,ц}$ дан фарқ қилади.

Қўшимча зарядлаш коэффициенти тушунчаси киритилади:

$$\varphi_1 = (M_1 + M_r) / (M_{1a} + M_r) \quad (4.16)$$

Уни ҳисобга оладиган бўлсак, ушбуга эга бўламиз:

$$M_{1a} + M_r = \frac{M_1 + M_r}{\varphi_1}.$$

Замонавий ИЁД ларда қўшимча зарядлаш коэффициентининг қиймати 1,08 гача етиши мумкин. Номувофиқ шароитларда унинг қиймати бирдан кичик бўлиши мумкин.

Охирги ифодани (4.15) ифодага киритиб, (4.1) формулани ҳисоб-га олган ҳолда ушбунни ҳосил қиламиз:

$$M_1 + M_r = M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}}) = \frac{\rho_a V_a \varphi_1}{(\mu R) T_a G_{\Sigma,ц}}. \quad (4.17)$$

(4.14) ифодадаги M_1 ўрнига (4.17) ифодадаги $M_1 + M_r$ ни қўйиб тўлдириш коэффициенти учун қуйидагига эга бўламиз:

$$\eta_V = \rho_a / \rho_0 \cdot T_k / T_a \cdot \varphi_1 / (1 + \gamma_{\text{кол}}) \cdot V_a / V_h.$$

Бу ерда

$$V_a / V_h = V_a / V_c = V_c / (V_a - V_c) = \varepsilon / (\varepsilon - 1)$$

у ҳолда тўлдириш коэффициенти учун узил-кесил ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\eta_V = \frac{\rho_a}{\rho_k} \cdot \frac{T_k \varphi_1}{T_k + \Delta T + \varphi \gamma_{\text{кол}} T_r} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad (4.18)$$

(4.18) ифода тўрт тактли ИЁД учун ҳам, икки тактли ИЁД

учун ҳам ярайди. Лекин икки тактли двигателлар учун формулага ҳақиқий сиқиш даражаси қўйилиши керак. Ҳосил қилинган (4.18) ифодада ҳам тўлдириш коэффициенти, ҳам қолдиқ газлар коэффициенти бор бўлиб, улар мустақил баҳолаш катталиклари ҳисобланади. Шу сабабли уларни ажратиб юбориш мақсадга мувофиқдир. (4.1) ва (4.2) формулалар асосида 4 тактли двигателлар учун

$$\gamma_{\text{қол}} = \frac{\Phi_{0r} p_r V_h}{(\mu R) T_r (\varepsilon - 1) M_1} \quad (4.19)$$

ни ҳосил қиламиз ва M_1 нинг ўрнига унинг (4.14) формуладаги ифодасини қўйиб, ушбуга эга бўламиз:

$$\gamma_{\text{қол}} = \Phi_{0r} / (\varepsilon - 1) \eta_V \cdot p_r / p_k \cdot T_k / T_r \quad (4.20)$$

(4.18) ифодадаги қолдиқ газлар коэффициенти ўрнига унинг (4.20) формуладаги ифодасини қўйиб, ўзгартиришлардан кейин ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\eta_V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{T_k}{T_k + \Delta T} \left(\Phi_1 \frac{p_a}{p_k} - \Phi \Phi_{0r} \frac{p_r}{\varepsilon p_k} \right). \quad (4.21)$$

Мазкур формула 4 тактли двигателлар учун ўринлидир. Ёниш камераси шомоллатилмайдиган бўлса, $\Phi_{0r} = 1$; камера қолдиқ газлардан батамом тозаланганда $\Phi_{0r} = 0$. Бунда $\gamma_{\text{қол}} = 0$ бўлганда (4.21) формула (4.18) формулага айланади.

Мос равишда (4.20) ифодадаги тўлдириш коэффициенти ўрнига унинг (4.21) формуладаги ифодасини қўйиб ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\gamma_{\text{қол}} = (T_k + \Delta T) / T_r \cdot \Phi_{0r} / \left(\varepsilon \Phi_1 \frac{p_a}{p_r} - \Phi \Phi_{0r} \right). \quad (4.22)$$

Тўлдириш коэффициенти формулаларини келтириб чиқаришда, тўлдириш вақтида цилиндр ичига кирган ҳавонинг ҳаммаси ўша ерда қолиб, циклнинг кейинги жараёнларида қатнашади, деб фараз қилган эдик. Бу фараз ёниш камераси шомоллатилиши натижасида киритиш системасига ҳаво ўтиши учун йўл бўлмаган ҳол учун ўринлидир ва босим остида киритиш усули қўлланилмаган замонавий кўпгина ИЕД лар учун татбиқ қилинади. Шунга кўра бундай двигателлар учун тўлдириш коэффициенти муайян вақт ичида сарфланадиган умумий ҳаво миқдорига қараб аниқланади. Агар киритиш системасида ҳаво исроф бўлса (клапанларнинг очик бўлиш даври узоқроқ бўлган, босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли ИЕД лар ёки босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД лар, шунингдек 2 тактли двигателлар), у ҳолда ҳақиқий тўлдириш цилиндрга кирган ҳавонинг бутун массаси бўйича ҳисоблаб топилган тўлдиришга қараганда камроқ бўлади. Бундай двигателлар учун *шомоллатиш коэффициенти* тушунчаси киритилади:

$$\Phi_{\text{шам.}} = G_{\text{х.бер.}} / G_{\text{х.ц.}} \quad (4.23)$$

бу ерда: $G_{\text{х.бер.}}$ — цилиндрга берилган ҳавонинг миқдори; $G_{\text{х.ц.}}$ — тўлдириш охирида цилиндрдаги ҳавонинг миқдори.

Шамоллатишга кетган ҳавонинг миқдорини ушбу ифодадан аниқлаш мумкин:

$$G_x = \frac{\varphi_{\text{шам.}} - 1}{\varphi_{\text{шам.}}} \cdot G_{x, \text{бер.}} \quad (4.24)$$

4 тактли ИЕД ларда шамоллатиш коэффициентини одатда 1,15 дан ошмайди, 2 тактлиларда эса 1,4—1,6 га етиши мумкин. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда шамоллатиш ёнувчи аралашма билан амалга оширилади. Шу сабабли янги заряднинг чиқариш системасига ўтиб кетиши ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувига олиб келади. Чиқариш системасига ўтиб кетган янги заряднинг миқдори газларни таҳлил қилиш усуллари билан аниқланади.

Агар чиқариш системасига ўтиб кетган янги заряднинг миқдори маълум бўлса, (4.23) ва (4.24) формулалардан $G_{x, \text{и}}$ ни ва (4.18) ҳамда (4.21) формулалардан ҳақиқий тўлдириш коэффициентини аниқлаш мумкин.

4.2- жадвалда кўриб чиқиладиган замонавий ИЕД лар учун хос бўлган, тўлдириш жараёнини ифодалайдиган катталиклар келтирилган.

4.2- жадвал

Тўлдириш жараёнини белгилловчи кўрсаткичлар

Двигатель тури	η_V	p_a	$\Delta T, K$	T_a, K
4 тактли карбюраторли Босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли дизеллар	0,75—0,8	$(0,8—0,9) p_0$	5—25	320—380
Босим остида киритиш усули қўлланилган 4 тактли дизеллар	0,8—0,9	$(0,90—0,95) p_0$	20—40	310—350
2 тактли дизеллар	0,85—0,95	$(0,90—0,96) p_k$	0—10	350—400
	0,75—0,85	$(0,85—1,05) p_k$	5—10	320—400

4.2.3. Турли омилларнинг тўлдириш коэффициентига таъсири

Тўлдириш коэффициенти учун келтириб чиқарилган (4.18) ва (4.21) ифодалар унга турли омилларнинг таъсирини таҳлил қилишга имкон беради. Транспорт машинасидан фойдаланиш жараёнида тўлдириш коэффициенти двигателнинг иш режими-га, ташқи табиат-иқлим шароитларига ва маълум даражада двигателнинг техник ҳолатига қараб ўзгариб туради. У двигателни ишлатиш ва энергетика кўрсаткичларини, шунингдек ёнилғи тежамкорлигини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

Киритиш системасининг конструктив хусусиятлари. Уларнинг таъсири аввало p_a босимнинг ўзгариши орқали намоён бўлади. p_k нинг берилган қийматида киритиш системасининг ξ коэффициент билан ифодаланадиган гидравлик қаршилиги қанча юқори бўлса, a

нуқтадаги босим шунча паст бўлади. У ҳаво филтрининг, киритиш трубопроводларининг, клапан тирқишининг, аралашма ташқарида ҳосил бўладиган ИЕД ларда эса аралашма тайёрлаш қурилмалари (карбюратор, аралаштиргич) нинг ва юкланишни ростлаш қурилмаси (дроссель-заслонка) нинг қаршиликлари йнғиндисидан иборат.

Клапан патрубогининг иш жисми оқиб ўтадиган қисмининг конструкциясини такомиллаштириш, киритиш тракти элементларининг торайган, кескин бурилган жойларини йўқотиш, каналлар деворларининг ғадир-будурлигини камайтириш, уларнинг узунлигини қисқартириш қаршиликларнинг камайишига, бинобарин, тўлдириш коэффициентининг ортишига олиб келади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателлар учун киритиш системасининг қаршилик коэффициенти катталиги карбюратордаги ҳаво ўтадиган кесимларни катталаштириш, кўп камерали конструкцияларни ёки бир йўла бир неча карбюраторларни қўллаш, шунингдек карбюратор ўрнига киритиш трубасига ёнилғи пуркаш системасини қўллаш орқали камайтирилади.

Заряднинг клапанда ҳаракатланиш ўртача тезлигини пасайтириш эвазига цилиндрнинг тўлдирилишини яхшилаш учун имкониятлар мавжуд. Бунинг учун киритиш клапанининг очиқ ҳолатда бўладиган вақти-кесимини ошириш зарур (4.7, 4.9 ларга қаранг). Биринчи навбатда клапан диаметрини ва унинг кўтарилишнинг оширишга ҳаракат қилинади, баъзи қўндириш конусининг ташкил этувчиси билан клапан тарелкасининг олд текислиги орасидаги бурчак кичрайтирилади, катта ўлчамли цилиндрларга эга бўлган ИЕД ларда эса иккита киритиш клапанидан фойдаланиш мумкин.

Тўлдириш коэффициентини оширишга ёрдам берадиган муҳим чора-тадбирлардан бири поршень йўлининг цилиндр диаметрига нисбатини (S/D) кичрайтиришдан иборат. Бу ҳол цилиндрнинг берилган иш ҳажмида унинг диаметрини катталаштиришга имкон беради, бу эса ўз навбатида, каттароқ диаметри клапанни жойлаштиришга имкон беради. Натижада двигателнинг калта йўлли конструкцияси ҳосил бўлади. Бунда берилган айланиш частотаси сақланиб қолгани ҳолда поршеннинг тезлиги пасаяди, бу эса ҳавонинг клапандаги тезлигини қўшимча равишда пасайишини таъминлайди (4.4 га қаранг). Шу сабабли, одатда, двигатель, қанча тезюар бўлса, S/D нисбат шунча кичик бўлади.

(4.6) дан келиб чиқишча, валнинг айланиш частотаси ортиши билан киритиш клапанининг ишлаш вақти-кесими камаёди. Шундай қилиб, тезюар ИЕД лар учун муқаррар равишда $W_{\text{кр}}$ нинг каттароқ қийматлари ҳосил бўлади, натижада Δp_a катталашishi, бинобарин, тўлдириш коэффициенти кичрайishi мумкин.

Клапаннинг йўли ва диаметрини катталаштириш йўли билан бундай двигателлар учун вақт-кесимни ошириш имкониятлари шу билан чекланадики, бунда клапан механизмидаги қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучи тез

ортади, бу эса юзаларнинг ейилишига ва қувватнинг юритмага исроф бўлишига олиб келади.

Тезюрар ИЕД ларда клапаннинг ишлаш вақти-кесимини қўшимча камайтиришга шу нарса сабаб бўладики, механизмнинг зарбсиз, шовқинсиз узоқ вақт ишлашини таъминлаш зарурати клапан ҳаракатининг бошланғич ва охириги босқичларида клапаннинг кичик тезлик билан ҳаракатланишини талаб қилади.

Бу ҳолда клапан механизмининг қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи оралиқ деталлари массасини камайтириш йўли билан (масалан, тақсимловчи вални кўтариш ёки уни бевосита цилиндрлар устёпмасида жойлаштириш орқали) $W_{\text{кпр}}$ нинг маълум даражада камайишига эришилади.

Тақсимловчи вал цилиндрлар устёпмасида жойлаштириладиган бўлса, штанга ва итаргичлардан, айрим ҳолларда эса коромислолардан ҳам воз кечилади. Шунда газ тақсимлаш механизмидаги оралиқ деталларнинг массаси камайиши ҳисобига клапан диаметрини ва янги заряд ўтадиган кесимни катталаштиришга имкон туғилади.

Тезюрар ИЕД ларда айниқса самарали қўлланиладиган, клапаннинг ишлаш вақти-кесимини оширишнинг муҳим усули ЮЧН га нисбатан илгарилатиш бурчагини ва ПЧН га нисбатан кечиктириш бурчагини катталаштириш йўли билан клапаннинг ишлаш фазасини кенгайтиришдан иборат. Илгарилатиш бурчаги катталаштирилганда клапанларнинг очиқ бўлиш даври кенгайди, кечикиш бурчаги катталаштирилганда эса цилиндрининг инерцион қўшимча зарядланишига ажратиладиган киритиш босқичи узаяди [(4.18) ва (4.21) формулалардаги φ_1 коэффициент]. ИЕД ни лойиҳалаш вақтида газ тақсимлаш фазалари, айтиб ўтилганидек, тажриба йўли билан танланади. Бунда, одатда, валнинг номинал айланиш частотаси қанча юқори бўлса, газ тақсимлаш фазалари шунча кенг бўлади. Тўлдириш коэффициентининг ортишида киритиш системасида тебранма ҳодисалардан фойдаланиш ҳам маълум даражада аҳамият касб этади.

Қолдиқ газлар параметрлари. (4.21) формуладан кўриниб турибдики, қолдиқ газлар босимининг ортиши цилиндрининг тўлдирилишини ёмонлаштиради, чунки газлар киритиш босимиغا кенгайганидан сўнг цилиндр иш ҳажмининг бир қисмини эгаллайди. Цилиндрнинг бу қисмидан тўлдириш коэффициентини ҳисоблашда фойдаланилади [(4.13) формулага қаранг].

Бироқ, кўриниб турибдики, p_r нинг таъсири p_a никига қараганда ε марта кам экан. p_r нинг ҳам, p_a нинг ҳам қиймати клапаннинг диаметрига боғлиқ. Шунинг учун ИЕД ни яратишда аввало киритиш клапанидаги ўтиш кесими катта бўлишини таъминлашга ҳаракат қилинади.

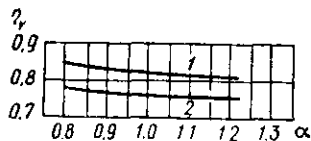
Қолдиқ газлар температураси тўлдириш жараёнига жуда кам салбий таъсир қилади [(4.18) формулага қаранг], чунки иссиқ қолдиқ газлар билан аралашини натижасида янги за-

ряднинг кенгайиши оқибатида қолдиқ газларнинг ҳажми деярли эквивалент тарзда камаяди.

Янги заряднинг дөворларга тегиб исиши. Бу омилнинг тўлдириш коэффициентига таъсири салбий ҳисобланади, чунки у заряд зичлигининг камайишига сабаб бўлади ва киритилган газнинг маълум ҳажмида массанинг камайишини билдиради. ΔT нинг қиймати двигателнинг конструкциясига ҳам, ишлаш режимига ҳам боғлиқ. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда янги заряднинг исишидан ёнилгининг буғланишини яхшилаш ва киритиш трубопроводида ёнилги суяқ пардаси ҳосил бўлишини бартараф этиш мақсадида фойдаланилади. Ёнувчи аралашманинг ортиқча исиши цилиндрларнинг тўлдирилишига ёмон таъсир кўрсатиши мумкин. Бундай двигателларда тўлдириш коэффициенти қўлланиладиган ёнилгининг буғланишида ютиладиган яширин иссиқликка кўп даражада боғлиқ бўлиши мумкин. Бу боғлиқлик 4.3-расмда бензин ва спирт учун кўрсатилган. Спирт буғланганда анча кўп яширин иссиқлик ютилади, бунинг оқибатида янги заряднинг исиши бензинда ишлагандагига нисбатан анча кам бўлади, бу эса тўлдириш коэффициентига таъсир кўрсатади.

Босим остида киритиш усули (наддув). Босим остида киритиш усули қўлланилганда янги заряд ҳайдагичда сиқилиши натижасида анча исийди, шу сабабли киритиш жараёнида у босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагига қараганда анча кам исийди. Тўлдириш коэффициенти заряднинг ҳайдагичдан кейинги ҳолатига кўра ҳисоблаб аниқланади, шу боис заряд параметрлари юқори бўлганлиги туфайли у катталашади. Бундан ташқари, босим остида киритиш усули қўлланилганда ёнилш камерасининг янги заряд билан шамоллатилиши эвазига унинг ишлатилган газлардан тозаланиши анча яхшиланади. Шунингдек, киритишнинг охириги босқичида цилиндрининг қўшимча зарядланиши ҳам жадалроқ кечади. Буларнинг ҳаммаси тўлдириш коэффициентининг босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагидан зиёд бўлишига олиб келади.

Сиқиш даражаси. (4.18) формула сиқиш даражасининг ортиши билан тўлдириш коэффициенти кичрайиши кераклигини кўрсатади. Бироқ тажриба тадқиқотлари сиқиш даражасининг ўзгариши цилиндрининг янги заряд билан тўлдирилишига деярли таъсир қилмаслигини кўрсатади.



4.3-расм. Тўлдириш коэффициенти ёнилги турининг таъсири:

1 — спирт; 2 — бензин

Бу зиддият шу билан тушунтириладики, сиқиш даражаси ортиши оқибатида қолдиқ газлар коэффициенти ва ҳарорати пасаяди, янги заряднинг исиши ўзгаради ва бошқа ҳодисалар юз беради. Буларнинг барчаси биргаликда юқорида айтилганга тесқари самарани беради.

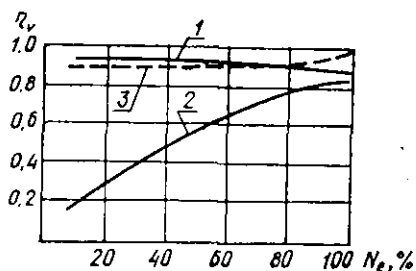
Киритишдаги шарт-шароитлар. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларда киритишдаги босим p_0 нинг (фойдаланишнинг одатдаги ўртача шароитлари учун) кичик миқдорда ўзгариши тўлдириш коэффициентига жуда кам таъсир кўрсатади. Агар Δp_a нинг қиймати [(4.9) формулага қаранг] ўзгармаса, p_0 нинг пасайиши p_0/p_a нисбатнинг [(4.18) формулага қаранг] кичиклашувига олиб келади. Бу ҳодиса чиқаришдаги акс босимнинг пасайиши ва p_c нинг камайиши эвизига қопланади. Шу сабабли тўлдириш коэффициенти нинг натижавий кичиклашуви деярли аҳамиятсиз бўлиб чиқади. Киритишдаги босим кенг кўламда ўзгарганда, масалан, ИЕД тоғ шароитида ишлаганда унинг таъсири сезиларли оқибатларга олиб келиши мумкин. Босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларда p_k ўзгаришининг таъсири сезиларли бўлади. Агар бу таъсир атмосфера босими p_0 (яъни чиқаришдаги акс босим) нинг ўзгаришига олиб келмаса, бу ҳодиса айниқса сезиларли бўлади. Бу ҳолда p_k нинг ортиши ёниш камерасининг шамоллатилишини яхшилайдди, двигатель деталларининг ҳароратини пасайтиради, бинобарин, заряднинг киритиш жараёнида исишини камайтиради, шунингдек киритиш охирида цилиндрнинг қўшимча зарядланишини жадаллаштиради. 4 тактли автотрактор двигателларида қўлланилувчи $p_k = 0,1 - 0,2$ МПа қийматлар оралиғида тўлдириш коэффициенти нинг катталашуви 1,5 — 3% ни ташкил этади.

Киритишда температуранинг (T_k ёки T_0) кўтарилиши билан янги заряднинг деворларга тегиб исиши пасаяди. Бу ҳодиса ҳавонинг физик хоссалари ўзгариши билан биргаликда тўлдириш коэффициенти нинг ортишига олиб келади:

$$\eta_{V_2} = \eta_{V_1} \left(\frac{T_{k2}}{T_{k1}} \right)^{\gamma}, \quad (4.25)$$

бу ерда $\gamma = 0,4 - 0,8$.

ИЕД нинг юкланиши (нагрузка). Бу омилнинг таъсири двигатель конструкциясининг ўзига хос хусусиятлари, иш жараёнининг ташкил қилиниш хусусиятлари ва юкланиш (қувват) ни ростлаш усули билан кўп даражада боғлиқдир. Дизелларда қувватни ошириш учун, цилиндрга киритиладиган ҳаво миқдорига бевосита таъсир қилмаган ҳолда цикл давомида бериладиган ёнилги миқдори кўпайтирилади. Шу сабабли валнинг айланиш частотасини ўзгартирмаган ҳолда юкланишнинг оширилиши киритиш жараёнида янги зарядни қуршаб турган деталларнинг ҳарорати кўтарилишига сабаб бўлади. Бунда заряднинг исиши ортади, бу эса тўлдириш коэффициенти нинг энг катта қийматидан 4—7% атрофида кичиклашувига олиб келади. Заряднинг исиш жадаллиги ва унинг тўлдириш жараёнига таъсири двигательнинг қандай тезликда ишлашига боғлиқ бўлиб, айланиш частотаси ортганда бу кўрсаткичлар пасаяди. Айни чоғда ΔT катталиқ дизелни совитиш усулининг функцияси ҳисобланади, бунда ҳаво билан совитиладиган двигателларда юкланишнинг тўлдириш жараёнига таъсири кучлироқ намоён бўлади, чунки бундай дви-



4.4- расм. Тўлдириш коэффициентига юкланишнинг таъсири

1 — дизель двигатели; 2 — карбюраторли двигатель; 3 — турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизель двигатели

гательларда деталларнинг температураси жадалроқ ўзгариб туради.

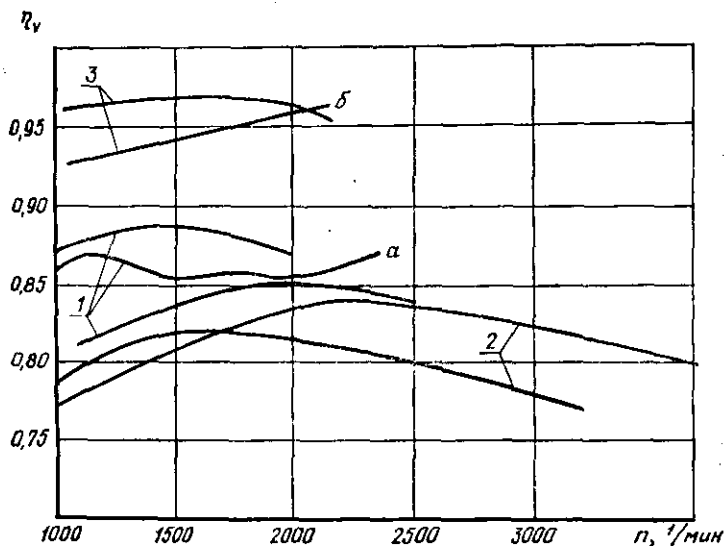
Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда юкланиш (қувват) дросселни ўзгартириш йўли билан ростланади. Қувватни камайтириш учун дросселни бироз берkitиб киритишдаги қаршилик оширилади. Бу ҳол цилиндрга киришда газ босимининг тегишлича пасайишига ва тўлдириш коэффициентининг кичиклашишига олиб келади. Демак, қувватни

ростлаш бу ҳолда тўлдириш коэффициентига бевосита таъсир кўрсатиш билан тўғридан-тўғри боғлангандир. Дросселлаш жараёни қатор ҳодисалар билан кечади. Масалан, юкланиш камайтирилганда деталларнинг иссиқлик ҳолати пасаяди, бинобарин, янги заряднинг иссиши ҳам пасаяди. Қолдиқ газлар ҳарорати, уларнинг босими (камроқ) пасаяди.

Шу сабабли қолдиқ газлар коэффициенти жадал кўтарилиб, кичик юкланишларда 0,3—0,35 га етиши мумкин. $p_r > p_a$ бўлгани учун қолдиқ газлар цилиндра кенгайиб, юкланиш камайтирилган сари янги заряднинг каттароқ қисмини сиқиб чиқаради. Дизеллар ва бензинда ишлайдиган двигателлар учун валининг айланиш частотаси ўзгармагани ҳолда юкланиш (қувват) бўйича тўлдириш коэффициентининг ўзгаришига доир типик эгри чизиқлар 4.4-расмда кўрсатилган.

Двигатель валининг айланиш частотаси. Мазкур комплекс тарздаги режим омилларнинг таъсири юқорида кўриб чиқилган қатор хусусий омилларнинг биргаликдаги таъсири орқали намоён бўлади. Улар ҳар хил двигателларда ўхшаш тарзда, аммо турли жадалликда таъсир кўрсатади. Двигатель тўлиқ юкланишда ишлаганда валининг айланиш частотасига боғлиқ функциядаги тўлдириш коэффициентининг ўзгаришига доир типик эгри чизиқлар 4.5-расмда келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, эгри чизиқлар айланиш частотасининг маълум оралиғида максимум орқали ўтади, бунда тўлдириш коэффициентининг қиймати тезлик режими тўлдириш бўйича энг мақбул режимга нисбатан пасайганда ҳам, ортганда ҳам кичиклашади.

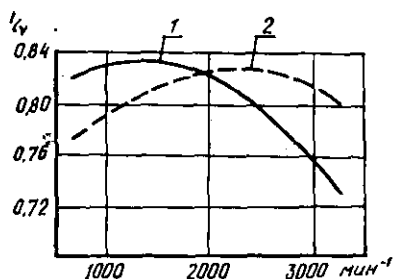
(4.7), (4.9) ва (4.18) формулалардан кўриниб турибдики, муайян конструкциядаги двигателларда тезлик режимининг оширилиши айланиш частотасининг иккинчи даражасига мутаносиб бўлган Δp_a босимнинг исрофи ортишига олиб келади.



4.5- расм. Тўлдириш коэффициентига айланишлар частотасининг таъсири (тўла юкланишда):

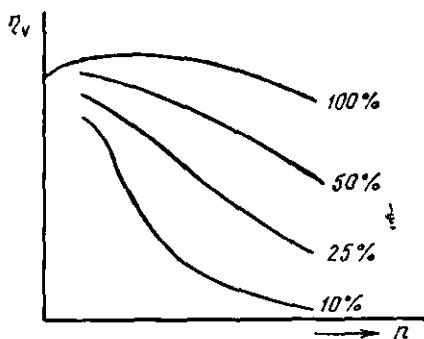
1 — босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллар; 2 — карбюраторли двигателлар; 3 — турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар

Бунинг оқибатида, айланиш частотаси ортиши билан тўлдириш коэффициентини камайиши керак; бу ҳодиса киритиш системасининг гидравлик қаршиликлари коэффициентини катта бўлган двигателларда жадалроқ кечиши лозим. Шу билан бирга, тезлик режими оширилганда циклнинг давомийлиги қисқаради, оқибатда янги заряднинг киритиш трактининг иссиқ деворларига тегиш вақти ҳам қисқаради. Бу ҳол заряд исишининг пасайишига ва тўлдириш коэффициентининг ортишига сабаб бўлади. Айтиб ўтилган иккита омилдан ташқари, тўлдириш коэффициентини эгри чизигининг шаклига қабул қилинган газ тақсимлаш фазалари ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Аввал айтиб ўтилганидек, ҳозирги вақтда улар тажриба йўли билан танланади. Бунда машиналардан фойдаланиш шароитига кўра афзал ҳисобланган двигателнинг иш режимларидан келиб чиқилади. Бу иш режимлари учун фазалар энг қулай бўлиб чиқади. Айланиш частотаси энг мақбул режимга нисбатан камайдганда сиқиш тактининг бошида, яъни киритиш клапани ҳали очик турганида янги заряднинг киритиш трубасига қайтиб чиқарилиши оқибатида цилиндрнинг тўлдирилиши ёмонлашади. Айланиш частотаси ортганда ҳам тўлдириш коэффициентини камайд, чунки бунда инерцион қўшимча зарядлаш босқичида газ оқимининг энергиясидан етарлича фойдаланилмайди. Бензинда ишлайдиган двигателлар учун тўлдириш коэффициентини



4.6- расм. Карбюраторли ички ёнув двигателида газ тақсимлаш фазасининг тўлдириш коэффициентига таъсири:

1 — секинюрар двигатель; 2 — тезюрар двигатель



4.7- расм. Турли юкланишларда карбюраторли ИЕД тўлдириш коэффициентининг айланишлар частотаси бўйича ўзгариши

эгри чизигининг танланган газ тақсимлаш фазаларига боғлиқ ҳолда ўзгариши 4.6- расмда кўрсатилган. Расмдаги эгри чизик 1 секинюрар вариантга, эгри чизик 2 тезюрар вариантга мос келади, чунки тўлдириш коэффициентининг қиймати двигателнинг буровчи моменти ва қувватини кўп жиҳатдан белгилаб беради. Расмдаги эгри чизиклар шаклининг ҳар хиллиги мазкур двигателнинг турли характеристикаларини таъминлайди. Юқорида таъкидланганидек, газ алмашинуви системасини ишлаб чиқишда тўлдириш параметрларини керакли айланиш частоталари оралиғида ўзгартириш мақсадида киритиш ва чиқариш системаларида тўлқинсимон тебранма ҳодисалардан фойдаланилади. Бу ҳолда тўлдириш коэффициентининг эгри чизиги учун иккита максимум бўлиши мумкин ёки унинг шакли кўпгина двигателларга хос бўлган одатдаги шакллардан фарқ қилади. 4.5- расмдаги дизеллардан бирига доир эгри чизик ушбу ҳол учун мос келади.

Дизеллар қисман юкланганда айланиш частотаси бўйича тўлдириш коэффициентининг ўзгариш эгри чизиги 4.5- расмда кўрсатилган шаклда бўлади, аммо киритишда заряднинг камисиши туфайли бироз юқориқоқда жойлашади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ва юкланиш миқдор жиҳатдан ростланадиган двигателларда турли юкланишлар учун тўлдириш коэффициентининг ўзгариш эгри чизиклари шакллари 4.7- расмда кўрсатилган.

Юкланиш камайганда киритиш системасининг гидравлик қаршилиги ортади, бу эса Δp_a босимнинг [(4.9) формулага қаранг] жадалроқ исроф бўлишига, бунинг оқибати ўлароқ, айланиш частотаси бўйича тўлдириш коэффициентининг тезроқ камайишига олиб келади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда, аввал айтиб ўтилганидек, тўлдириш коэффициентига p_k катталик сезиларли даражада таъсир қилади, унинг валнинг айланиш частотаси бўйича ўзгариши кўп жиҳатдан қўлланилган ҳайдагичнинг тезлик ҳу-

сусиятига ва унинг ИЕД билан мослигига боғлиқ. Турбина ёрдамида босим остида киритиладиган ҳаво миқдори рстланмайдиган двигателларда валнинг айланиш частотаси ортиши билан p_k босим жадал ортиб боради, бу ҳодиса тўлдириш коэффициентининг тезлик режими бўйича ўзгаришини белгилаб беради. Мазкур ҳодисага мос келувчи эгри чизиқ б 4.5-расмда кўрсатилган. Айтиб ўтиш керакки, баъзи ҳолларда замонавий двигателларда босим остида ҳаво киритиш жадаллигини тезлик режими бўйича ростлашнинг турли усуллари қўлланилади, бу эса тўлдириш коэффициенти эгри чизигининг шакли керагича бўлишини таъминлашга имкон беради.

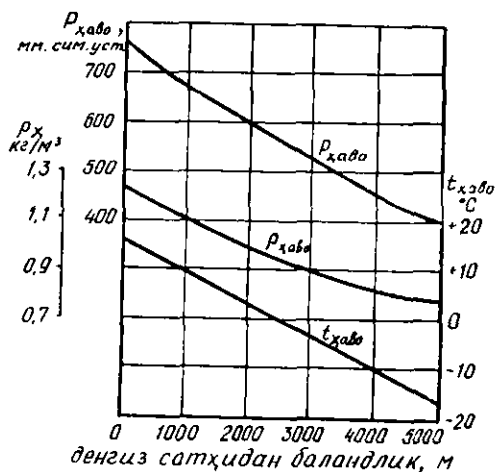
4.2.4. Ишлатиш шароитларига кўра цилиндр тўлдирилишининг ўзгариши

Тўлдириш жараёнини ташкил қилишда асосий вазифа цилиндрга энг кўп миқдорда янги заряд берилишини таъминлаш эканлиги, бу эса цикл ишининг мумкин қадар юқори даражада бўлишини, бинобарин, тўлиқ қувват билан ишлаганда двигателнинг энергетик кўрсаткичлари юксак даражада бўлишини кўп жиҳатдан таъминлаши 4.2-§ да айтиб ўтилган эди. Айни пайтда, ИЕД да киритиш жараёнини ташкил қилишнинг сифатини исбий кўрсаткич билан, яъни киритишда юзага келган шароитда жараённинг мукамаллигини белгиловчи тўлдириш коэффициенти билан баҳолаш қабул қилинган. Равшанки, бу шароит ўзгарганида тўлдириш коэффициенти тўлдириш жараёнини унинг асосий вазифасини ҳал этиш нуқтаи назаридан тўлиғисича ифодалай олмайди. Бу ҳолда тўлдириш жараёни тўлиқлигини абсолют ўлчагичи — киритиш жараёнида цилиндрга кирган янги заряд массасидан (шамоллатилганда заряднинг исроф бўлиш эҳтимолини ҳисобга олган ҳолда) фойдаланиш зарур. (4.14) формуладан мураккаб бўлмаган ўзгаришларни амалга оширган ҳолда тўлдириш охиридаги янги заряднинг массасини аниқлаш учун керакли ифодани келтириб чиқариш мумкин:

$$G_{x,u} = \frac{p_k V_h}{R_x T_k} \eta_v, \quad (4.26)$$

бу ерда R_x —ҳавонинг солиштирма газ доимийси.

Цикл ва двигателнинг энергетик имкониятларини баҳолаш учун тўлдириш коэффициентининг ўзи етарли эмаслигига босим остида киритиш усулининг қўлланилишини мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Босим остида киритиш усулидан фойдаланилганда (4.2-жадвалга қаранг) тўлдириш коэффициенти катталашади, аммо босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига нисбатан атиги 5—7% ортади, холос. Айни вақтда янги заряднинг массаси эса 1,6—1,8 марта ортиб кетиши мумкин, бунинг оқибатида двигателнинг энергетик имкониятлари ҳам мос равишда кўпаяди.



4.8- расм. Ҳаво параметрларининг денгиз сатҳидан баландликка нисбатан ўзгариши

Худди шунингдек, ташқи атмосфера шаронти жиддий ўзгариб турадиган Ўрта Осиёда двигателнинг энергетик ва бошқа кўрсаткичларининг ўзгариш сабабларини таҳлил қилиш учун фақат тўлдириш коэффициентидан фойдаланиш тамомила нотўғри натижаларни бериши мумкин. Шу сабабли (4.26) формуладан фойдаланиш лозим. Масалан, капот остидаги бўшлиқда (кўпгина двигателларда ҳаво шу бўшлиқдан олинади) ҳарорат 80°C гача кўтарилганда (ёзда бундай ҳодиса тез-тез бўлиб туради) тўлдириш

коэффициенти (4.25) тажриба формуласига кўра одатдаги шаронгга нисбатан олганда ($y=0,5$ бўлганда) 10% ортади, ҳолбуки атмосфера босими ўзгармагани ҳолда ҳавонинг зичлиги 20,5% пасаяди, масса бўйича тўлдириш эса 9% камаяди, бу ҳол цикл ишининг ва двигатель қувватининг анчагина камайишига олиб келиши керак.

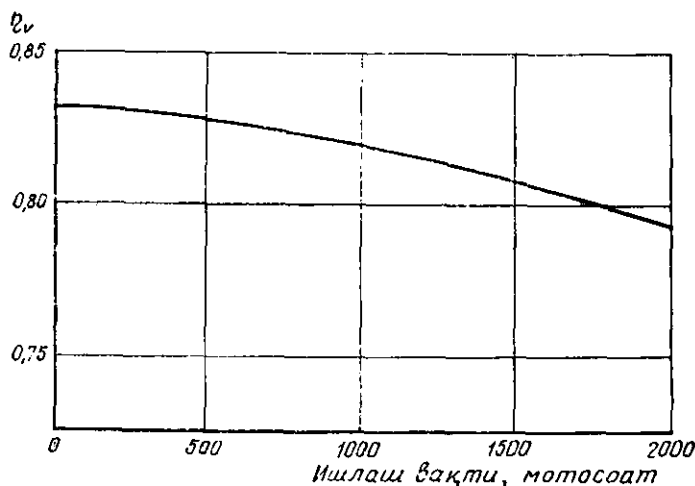
Машиналар тоғ шаронтида ишлаганда атмосфера босими ҳам, атроф ҳарорати ҳам одатдаги шаронгтагига қараганда ўзгариб туради. Агар тоғларда атроф ҳавосининг параметрлари 4.8-расмда кўрсатилган типик қонуниятларга амал қилса, у ҳолда 4000 м баландликда босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелларда тўлдириш коэффициенти денгиз сатҳидаги қийматидан 7% камаяди, цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш эса 38% камаяди. Шунга мос равишда қувват ва буровчи момент ҳам пасаяди.

ИЁД дан фойдаланиш давомида ейилиш, ишлаш шаронтининг ўзига хос томонлари, техник хизмат кўрсатиш ва сақлаш хусусиятлари оқибатида уларнинг техник ҳолати ўзгаради. Бунинг натижасида тўлдириш хусусиятлари тузатса бўладиган ёки тузатиб бўлмайдиган даражада ўзгаради. Равшанки, агар бу ўзгаришлар киритишдаги ташқи шаронгнинг ўзгариши билан боғлиқ бўлса, тўлдириш коэффициенти киритиш жараёнининг сифатини анча бир маънода ифодалайди. Тўлдириш жараёнининг тузатиб бўладиган даражада бузилишига Ўрта Осиё региони учун хос бўлган серчанг шаронгта ишлаганда (ер ҳайдаш, йўл қурилиши, карьер ишлари, машиналарнинг қумли қуруқ йўлларда ҳаракатланиши, лалми ерларга ишлов бериш ва ҳоказо) ҳаво филтрларининг ифлосланиши сабаб бўлади. Бунда филтрлар жуда қисқа вақт ичида гидравлик қаршилигининг

рухсат этилган даражаларига (7 — 8 кПа) етади. Бундай муддат техник фойдаланишга доир ўртача нормаларда кўзда тутилганидан анча камдир. Агар фильтр элементлари ўз вақтида алмаштирилмаса ёки фильтрларнинг ўзи тозалаб турилмаса, бу муддат яна ҳам қисқариши мумкин. Натижада p_a босимнинг исрофи ортади ва тўлдириш коэффициенти камаёди. Газ алмашинувининг ёмонлашишига клапан юритмасидаги иссиқлик тирқишининг катталашishi натижасида клапанлар ишлаш вақти-кесимининг қисқариши сабаб бўлиши мумкин. Двигателнинг ўта қизиб кетиши, ҳаво билан совитиладиган двигателнинг қовурғалари орасидаги бўшлиқнинг ифлосланиши ёки сув билан совитиш системаси деворларида тош (накись) пайдо бўлиши туфайли ҳам тўлдириш коэффициенти камайиши мумкин. Буларнинг ҳаммаси киритишда янги заряднинг иссиқ кучайишига ва цилиндрларга бериладиган ҳаво массасининг камайишига олиб келади. Бу ва шунга ўхшаш камчиликлар бартараф этилгандан сўнг двигателнинг тўлдириш хусусиятлари ва энергетик кўрсаткичлари қайта тикланади.

Тўлдириш жараёнининг тузатиб бўлмайдиган даражада ўзгаришига тақсимлаш вали кулачокларининг ейилиши (натижада клапанларнинг ишлаш вақти кесими қисқаради) ҳамда клапан уяларининг ва йўналтирувчиларининг ейилиши (оқибатда янги заряд сизиб чиқадиган бўлиб қолади) сабаб бўлади. 4.9-расмда узоқ вақт фойдаланиш давомида трактор дизели тўлдириш коэффициентининг ўзгариши тасвирланган.

Газ турбинаси ёрдамида босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД да тўлдириш коэффициентининг ва масса бўйича ҳаво сарфининг камайишига юқорида айтиб ўтилган сабаблардан ташқари, двигателдаги турбокомпрессор агрегати ва бошқа элементлар



4.9-расм. Дизельнинг иш жараёнида тўлдириш коэффициентининг ўзгариши (тўла юкланишда ва $n = 1800$ мин-1)

нинг ейилиши оқибатида p_k катталикнинг пасайиши ҳам сабаб бўлиши мумкин.

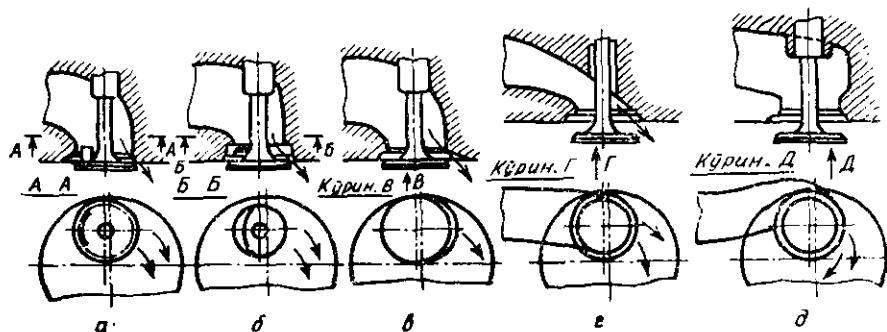
4.3. ЯНГИ ЗАРЯДНИНГ КЕРАКЛИ ЙЎНАЛИШДА ҲАРАКАТЛАНИШИНИ ТАШКИЛ ҚИЛИШ

Ёнилғи ҳаво билан яхши аралашиниши (дизелларда) ва ёнилғи-ҳаво аралашмасининг юқори тезликда ёнишини таъминлаш учун киритиш жараёнида янги заряднинг муайян йўналишда, кўпинча, цилиндр ўқининг атрофида айланма ҳаракат қилишига интилинади. Бу мақсадда киритиш клапанининг конструкцияси, унинг уяси ёки киритиш канали билан боғланган турли қурилмалардан фойдаланилади. Бу қурилмаларнинг бир қисми 4.10-расмда кўрсатилган. Расмнинг *а, б* қисмларида кўрсатилган қурилмаларда клапан ўтиш кесимиининг бир қисми ёпиқ бўлади ва янги заряд цилиндрга цилиндр ўқиға нисбатан ҳаракатнинг муайян миқдор моменти билан киради. *а* конструкцияда клапанни йўналтирувчида буриш орқали бу ҳаракатни ўзгартириш мумкин. *г* қурилмада заряднинг цилиндрда буралишига эришиш учун киритиш каналининг ўқи цилиндр ўқиға нисбатан суриб қўйилади (тангенциал кириш).

Заряднинг керакли тезликда айланишига эришиш учун каналнинг энг кичик кесими клапан тирқишидаги ўтиш кесимидан кичикроқ қилинади, натижада у дросселловчи кесим бўлиб қолади. Бу ҳолда $W_{кр}$. [(4.9) формулага қаранг] айнан ана шу кесим билан аниқланади.

Д қурилмадаги киритиш каналининг охирида чиғаноқсимон чиқиш жойи бўлиб, шу сабабли янги заряд клапан тирқишида буралма ҳаракат қилади.

Киритиш жараёнида ҳосил қилинган заряднинг клапан орқали оқиб ўтиши цилиндрдаги ҳамма газнинг айланма ҳаракатига ўзгаради. Бу ҳаракат сиқиш охирига қадар ва бундан кейин ҳам сақланиб қолади. Баъзан аралашма ҳосил бўлиш ёки ёниш шартларига кўра заряднинг цилиндрда жуда жадал айланиши учун шароит яратиш зарур бўлади, бу эса қўлланалади-



4.10-расм. Цилиндрга киритишда зарядни айланма ҳаракатга келтирадиган мосламалар

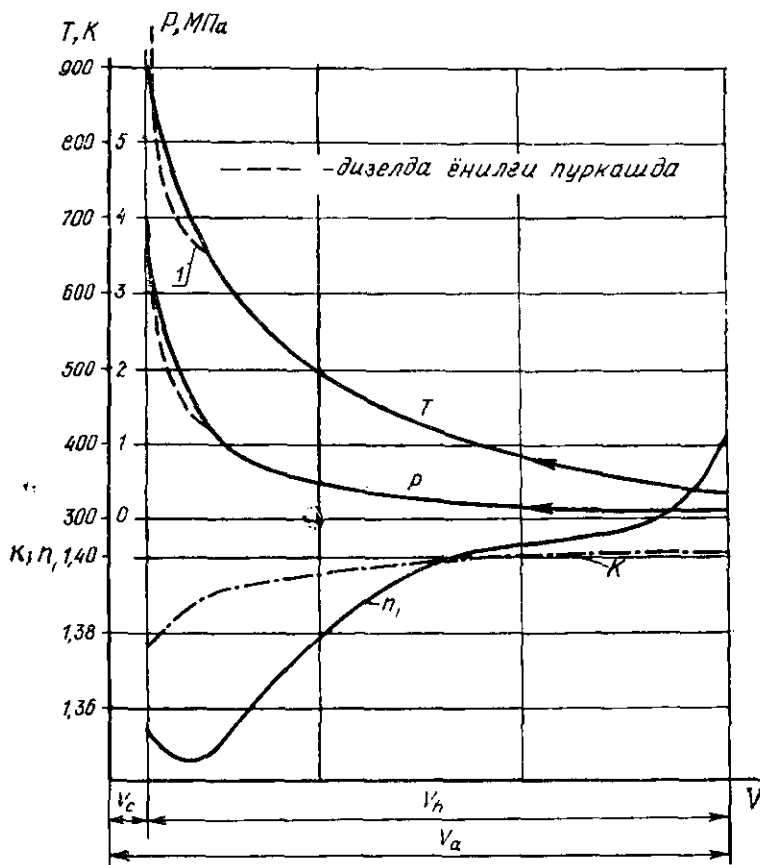
ган қурилмаларнинг кўпчилигида ўтиш кесимини кучли дросселлашни талаб қилади. Бу ҳол киритиш системаси гидравлик қаршилигининг ортишига ва тўлдиришнинг камайишига олиб келади. Дизелларнинг айрим конструкцияларида заряднинг айланишини жадаллаштириш афзал кўрилади, чунки аралашма ҳосил бўлишининг ва ёнишнинг яхшиланишидан олинадиган ютуқ тўлдиришнинг камайишидан кўриладиган зарардан кўпроқ бўлади.

5- БОБ. СИҚИШ ЖАРАЁНИ

5.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Сиқиш жараёни циклниң амалга ошишидаги температура чегараларини кенгайтиришга, ёнилғи-ҳаво аралашмасининг ўт олиш ва ёниш шароитини яхшилашга (дизелларда эса ўт олиш учун зарур шароит яратишга), цилиндрда ёниш маҳсуллариининг кенгайиш даражаси юқори бўлишини таъминлашга, аралашма ҳосил бўлишини жадаллаштиришга хизмат қилади. Буларнинг ҳаммаси циклда иссиқликдан фойдаланишнинг яхшиланишига олиб келади, ёниш тез ва тўлиқ ўтишига, цикл ишининг ортишига шароит яратади. Якуний натижалар кўп жиҳатдан жараён ва циклниң асосий параметри — сиқиш даражаси билан белгиланади. Бу жараённинг термодинамик аҳамияти юқорида кўриб чиқилган.

Сиқини жараёнининг амалга ошишига нисбатан қўйиладиган талаблар иш циклини ташкил этиш усулига жуда боғлиқ бўлади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда сиқиш охирида аралашма ҳарорати ва босимининг кўтарилиши ёниш жараёнининг тезлашиши учун қулай шароит яратади, суюқ ёнилғида ишловчи двигателларда суюқлик зарраларнинг қўшимча буғланишига ва уларнинг ҳаво билан яхшироқ аралашинишига ҳам қулай шароит яратади. Шу билан бирга, бу ҳол детонация пайдо бўлишига олиб келади. Бу ҳодиса биринчи навбатда энг ноқулай иш шароитларида (катта юкланишлар, атроф ҳавосининг юқори ҳарорати, паст айланиш частотаси) юз беради. Бундай шароитда детонация ҳодисалари ривожланишга улғуради. Детонацияга йўл қўймаслик учун мавжуд барча усуллар билан сиқиш камераси деворларининг ва иш жисмининг ҳароратини пасайтиришга ҳаракат қилинади: цилиндрлар блоки, цилиндрлар устёпмаси ва поршень учун иссиқликни ўтказувчи материаллар ишлатилади, иссиқ юзаларнинг (чиқариш клапани ва унинг уяси, ўт олдириш свечаси, поршень түби) совиши жадаллаштирилади, цилиндр ўлчамлари кичрайтирилади, киритишда заряднинг исниши чеклаб қўйилади, қуввати кучайтирилган двигателларда эса ёниш камерасига сув пуркаш қўлланилади, деворлар сўхта ҳамда тошдан мунтазам равишда тозаланиб турилади ва ҳоказо.



5.1-расм. Дизеллар учун $p - V$ координаталарида сиқиш жараёни

Дизелларда эса, аксинча, сиқиш охиридаги ҳароратни кўтаришга интилинади, чунки бу ҳол ёнилғи зарраларининг ўз-ўзидан алангаланиш шароитини яхшилади, ёниш жараёнининг юмшоқроқ кечишига, унинг тезроқ тугашига ёрдам беради. Шу сабабли дизелларда сиқиш даражаси оширилади, ёниш камераси иссиқликдан муҳофаза қилинади, цилиндрлар устёпмаси, агар мумкин бўлса, поршень ҳам, иссиқликни кам ўтказадиган чўяндан тайёрланади, баъзан эса поршень туби пўлат билан ёки иссиқликдан муҳофазаловчи бошқа материал билан қопланади.

Сиқиш жараёни одатда ПЧН дан ЮЧН гача кўриб чиқилади (5.1-расмга қаранг). Ўз характерига кўра у кўрсаткичи ўзгарувчан политроп жараёндир. Жараённинг бошида иш жисмининг ҳарорати қуршаб турган деворларниқидан пастроқ, иссиқлик алмашинадиган юзаси эса энг катта бўлади. Газга иссиқ-

лик берилади ва политроп кўрсаткич адиабат кўрсаткичидан юқори бўлиб қолади. Газ сиқиб борилган сари унинг ҳарорати кўтарилиб ва иссиқлик алмашинувининг жадаллиги пасайиб боради. Поршень йўлининг иккинчи ярмида квазиадиабат нуқтага етилиб, газ билан деворлар орасидаги умумий иссиқлик алмашинуви ноль орқали ўтади. Жараёнинг охириги қисмида иссиқлик иш жисмидан деворларга ўтади, бунда унинг ҳарорат ва босими тобора кўтарилиб боради, иссиқлик алмашинадиган юзаси эса, 5.1-расмда кўрсатилганидек, кичрайиб боради.

Сиқиш жараёнининг охирида, аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД да ёнилғи аралашмаси ёнади ва аланга кўлами шаклланиб бўлгандан сўнг ёниш жараёни ривожланиши туфайли газнинг ҳарорат ва босими тезда кўтарила бошлайди. Дизелларда ёнилғи пуркалгани заҳотиёқ камерадаги ҳарорат ва босим иссишга, буғланишга иссиқлик сарф бўлиши ҳамда ёнилғи ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланаётганда унинг молекулалари дастлабки парчаланиши натижасида соф сиқилиш учун хос бўлган катталикларга нисбатан пасая бошлайди. Алангаланишнинг кечикиш даври деб аталувчи маълум вақт ўтгандан сўнг камерадаги ҳарорат ва босим кескин кўтарилиб, соф сиқилишга тааллуқли бўлган қийматлардан ортиб кетади.

Сиқиш жараёни кўриб чиқиладиганда ёнишнинг ривожланиши оқибатида жараёнинг охирида юз берувчи газ параметрларининг бу ўзгариши одатда ҳисобга олинмайди. Юқорида айтилганларга кўра, сиқиш жараёни давомида иш жисмининг иссиқлиги маълум миқдорда йўқолади, газга ташқаридан бериладиган қўшимча иш ана шу йўқотишга сарфланади. Сиқиш жараёнини термодинамик ҳисоблаш доимий кўрсаткичли политроп жараён формулалари ёрдамида амалга оширилади. Бу кўрсаткич ҳақиқий жараёнда газнинг тугал (охирги) параметрларини ҳосил қилиш шартидан келиб танланади. У ҳолда

$$p_c = p_a e^{n_1}; \quad (5.1)$$

$$T_c := T_a e^{n_1 - 1} \quad (5.2)$$

бу ерда n_1 — кўпгина омилларнинг мураккаб функцияси бўлиб, аини конструкциядаги двигателларга доир статистика маълумотлари асосида танланади.

Жараёнинг параметрлари 5.1-жадвалда келтирилган.

5.2. ТУРЛИ ОМИЛЛАРНИНГ n_1 ГА ТАЪСИРИ

5.1-жадвалдаги маълумотларни таққослаш шуни кўрсатадики, дизелларнинг политроп кўрсаткичлари бошқа шартлар бир хил бўлгани ҳолда юқорироқ бўлар экан. Бу фарқни иш жисмининг табиати билан тушунтириш мумкин. Бензинда ишлайдиган двигателларда дизелларда янги заряд бўлиб ҳисобланган ҳавога қараганда иссиқлик синими каттароқ бўлган ёнилғи-ҳаво аралашмаси сиқилади. Бундан ташқари, юқорида айтиб ўтганимиздек, сиқиш жараёнида суёқ томчиларнинг буғ-

Сиқиш жараёни параметрлари

Двигателнинг тури	ϵ	n_1	p_c , МПа	T_c , К
Бензинда ишлайдиган двигатель	6,5—10	1,34—1,37	1,0—1,7	550—750
Газда ишлайдиган дви- гатель	6,5—10	1,35—1,38	1,1—1,8	500—800
Камералари ажратилма- ган, босим остида киритиш усули қўлланилмаган ди- зельлар	15—19	1,35—1,40	3,5—5,5	850—1000
Камералари ажратилган, босим остида киритиш усу- ли қўлланилмаган дизеллар	18,5—23	1,32—1,35	4,5—8,0	950—1100
Босим остида киритиш усули қўлланилган дизел- лар	13—16	1,36—1,40	5,5—8,0	1000—11000

ланиши ҳам бензинда ишлайдиган двигателларда n_1 га маълум даражада таъсир кўрсатади. Бунда ҳам иссиқлик сарф бўлади, натижада газнинг ҳарорати ва босими пасаяди. Жадвалда ка-мералари ажратилган дизеллар тўғрисида ҳам гап боради. Улардаги сиқиш камерасининг ҳажми 2 бўшлиққа: поршень тепасидаги бўшлиққа ва ёрдамчи камерага ажратилган. Шу сабабли бундай дизелларда ҳажм бирлигига, бинобарин, си-қиладиган газ массасининг бирлигига тўғри келган иссиқлик тарқатувчи солиштирма юза камералари ажратилмаган дизел-лардагига қараганда анча кўпдир. Бунинг оқибатида иш жис-ми жадал совийди ва n_1 пасаяди. Сиқиш камерасининг иккала қисмини ўзаро туташтирувчи бўғизнинг гидравлик қаршилиги қўшимча таъсир қилади. Сиқиш жараёнида поршень зарядни поршень тепасидаги бўшлиқдан ёрдамчи камерага сиқиб чи-қаради, оқибатда босим ва энергия исроф бўлади; бўғиз қанча тор ва газ қанча тез сиқиб чиқарилса, бу исроф шунча кўп бў-лади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда n_1 босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларига қа-раганда юқорироқ бўлади. Бунга сабаб шуки, босим остида киритиш усули қўлланилганда берилган ҳажмда заряднинг катта массаси тўпланади. Агар энди совитиш сирти босим ости-да киритиш усули қўлланилмагандагидек қолса, газ миқдори бирлигига тўғри келувчи солиштирма иссиқлик сарфи камаяди.

Ҳаво билан совитиладиган ИЕД ларда заряд атрофидаги де-ворларнинг ҳарорати суюқлик билан совитиладиган ИЕД лар-дагига нисбатан юқори бўлади. Шунга яраша сиқиш бошида газнинг иссиши ортиқ ҳамда сиқиш охирида заряднинг совиши

кам бўлади. Бу жиҳат ҳаво билан совитиладиган двигателларда n_1 нинг қиймати катта бўлишига олиб келади.

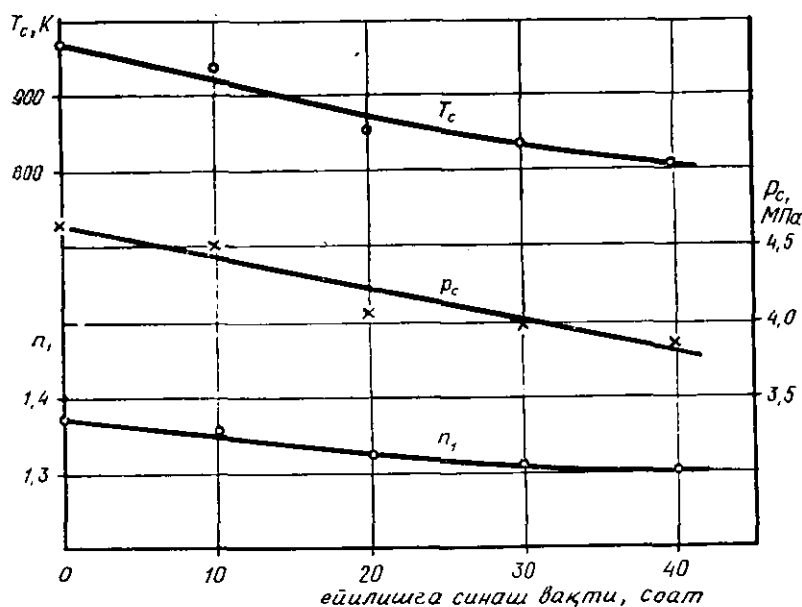
Бошқа шароитлар ўзгармагани ҳолда цилиндрлар ўлчамларининг катталашishi билан n_1 нинг қиймати ортади, чунки бунда цилиндр сиртининг унинг ҳажмига нисбати, яъни иссиқлик сарфи юзининг цилиндри ичидаги газнинг массасига нисбати камаяди. Демак, 5.1-жадвалда келтирилган ИЕД нинг ҳар бир туркумига доир n_1 нинг каттароқ қийматлари, бошқа параметрлар тенг бўлганда, цилиндрлари каттароқ бўлган двигателларга тааллуқлидир.

Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда юкланишнинг ортиши билан ҳажм бирлигига тўғри келувчи заряднинг миқдори ортади, яъни иссиқлик тарқатувчи солиштирама юза кичраяди. Бундан ташқари, газни қуршаб турган деворларнинг ҳарорати кўтарилади. Шу боис юкланиш ортиши билан n_1 кўрсаткичи ортади. Дизелларда ҳам газ иссиқлигининг деворларга ўтиб кетиши камаяди (деворларнинг ҳарорати кўтарилиши натижасида), аммо юкланишнинг ортиши билан n_1 нинг кўпайиши эса жуда камдир.

Айланиш частотаси ортганда сиқиш жараёнининг давомийлиги, яъни газнинг деворларга тегиш вақти қисқаради, бу эса иш жисмидан иссиқлик ажралишини камайтиради. Бундан ташқари, бунда сиқиш охирида газ параметрларининг ўсишига олиб келувчи поршень ҳалқалари ва клапанларнинг зичлиги бузилган жойларидан заряднинг сизиб чиқиши ҳам камаяди. Иккала омил ҳам айланиш частотаси ортиши билан n_1 нинг чизикли тарзда ортишини юзага келтиради.

n_1 нинг қиймати ИЕД нинг иссиқлик ҳолатига боғлиқ. Двигатель совуқлайин ишга туширилганда ва қизимасдан туриб ишлатилганда сиқиш жараёнининг дастлабки босқичида заряднинг иссиши камаяди ва охириги босқичида иссиқлик сарфи (исрофи) жадаллашади. Бу ҳол n_1 нинг двигателни қиздириб ишлатгандаги қийматдан камайишига олиб келади. Дизелда n_1 нинг камайиши туфайли сиқиш жараёнининг охирида газ параметрларининг пасайиши ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишининг бузилишига олиб келиши мумкин. Бу бузилиш дизель совуқлайин ишга туширилганда, яъни валнинг айланиш частотаси кичик ва сиқишда заряднинг сизиб чиқиши анча кўп бўлган, пуркалиш босими пастлиги туфайли ёнилғининг тўзитилиш сифати етарли бўлмаган пайтда айниқса кучли бўлади.

ИЕД ни ишлатиш жараёнида поршень группаси ёйилади, зичловчи ҳалқалар ва клапанлар орқали заряд сизиши ортади, шу сабабли n_1 камаяди. Бу камчилик дизелларнинг ишига катта таъсир қилади: сиқиш охирида газ параметрларининг пасайиши натижасида иш жараёни ёмонлашади, бундан ташқари, ёнилғи аппаратларининг ёйилиши оқибатида ёнилғининг пуркалиш ва тўзитилиш шароитлари ёмонлашади. Ёйилишлар дизелнинг ишга тушиш сифатларига айниқса салбий таъсир кўрса-



5.2- расм. Трактор дизелини ейилишга синаш жараёнида p_i , p_c ва T_c параметрларнинг ўзгариши

тади. 5.2- расмда трактор дизелини ейилишга синаш жараёнида сиқиш параметрларининг ўзгариши тасвирланган.

ИЕД одатда босими ҳам, атроф ҳавосининг ҳарорати ҳам паст бўладиган тоғ шароитида ишлаганда сиқиш охирида иш жисмининг параметрлари пасайиши ҳам иш циклининг кўрсаткичлари ёмонлашувига сабаб бўлиши мумкин.

Сиқиш жараёнининг қўшимча вазифаларидан бири ёниш камерасида аралашма ҳосил бўлишини жадаллаштиришдан иборат. Бундан, биринчи навбатда, сиқиш жараёнида кучли ҳаво оқими ҳосил қилиб, унинг пуркалган ёнилғи билан аралашувини жадаллаштирадиган дизелларда фойдаланилади. Бу мақсадда аралашма ҳосил қилишнинг қабул қилинган усулидан келиб чиққан ҳолда ёниш камераси тегишли шаклда ишланади ёки поршень тепасидаги асосий бўшлиққа каналлар орқали туташувчи махсус ёрдамчи камералар қўлланилади. Бу масала қуйидаги, аралашма ҳосил қилинишига бағишланган бобда муфассалроқ кўриб чиқилади.

6- Б О Б. АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИ

Ёниш жараёнида ёнилғининг оксидланиш реакцияларининг ривожланиши ёнилғи ва оксидлагич (ҳаво кислороди) молекулаларининг бевосита бир-бирига тегиши натижасида юз беради. Ёнилғи молекулалари ҳавода бир текис тақсимланганда, яъни

ёнувчи аралашма бир жинсли бўлганда аралашма ҳосил бўлиш жараёни энг тўлиқ ва мунтазам бўлади, чунки бундай аралашмада реагентлар ёниш учун етарли нисбатларда бўлади (3-бобга қаранг). Зарур таркибли ёнувчи аралашмалар ҳосил бўлиши учун аралашма ҳосил қилиш деб аталувчи ёрдамчи жараён қўлланилади. Таркибий қисмлар ўзаро молекуляр диффузия натижасида аралашади. Аралаштириладиган таркибий қисмлар ҳажмларининг нисбати бирга қанча яқин бўлса ва уларнинг ёниш реакциясининг юқори тезликда ўтишини таъминловчи миқдорларининг чегаралари қанча кенг бўлса, аралашма ҳосил қилиш жараёни шунча осон кечади. Таркибида кичик молекуляр массали енгил ҳаракатланувчи молекулалар бўлган газсимон ёнилғилардан фойдаланилганда аралашма ҳосил қилиш жараёни энг содда кечади. Масалан, стехиометрик таркибли бензин билан ҳаводан иборат бир жинсли аралашма ҳосил бўлиши учун буғланган ёнилғининг ҳар бир ҳажмига 55—65 ҳажмда ҳаво талаб қилинади, ҳолбуки табиий газ (метан) дан фойдаланилганда эса атиги 9,5 ҳажмда ҳаво талаб этилади. Шундай қилиб, аралашма ҳосил бўлишининг талаб этилувчи жадаллиги аралаштириш жараёнига ажратиладиган вақтга ҳам, ёнилғининг хоссаларига ҳам боғлиқ экан. Қўриб чиқиладиган замонавий ИЕД ларда аралашма ҳосил бўлиши жуда қисқа вақт 0,0005—0,04 с оралиғида амалга ошади ва шу сабабли аралаштириш жадаллаштиришнинг турли усулларида фойдаланилади: турбулент диффузия ташкил қилинади, ёнилғи ҳамда ҳавонинг юқори нисбий тезликлари ҳосил қилинади, ҳарорат юқорилаштирилади.

Агар ёнилғи газсимон ёки буғсимон ҳолатда бўлса, у ёнганда энг юқори тезликда оксидланади, чунки бундай ҳолатда унинг молекулалари энг ҳаракатчан, ёнилғининг ҳаво билан ўзаро таъсир юзаси энг катта бўлади. Суюқ ёки дағал парчаланган ҳолатдаги, реакцияга ҳатто энг сезгир ёнилғиларнинг ёниши ҳам иссиқлик ажралишининг юқори тезликда ва тўлиқ бўлишини таъминлай олмайди. Ҳолбуки, циклнинг ф. и. к. юқори даражада бўлишига эришиш учун замонавий тезюрар двигателлар ёнилғининг айнан шу хоссаларини талаб қилади.

Ҳозирги вақтда двигателларда кўпинча ва асосан суюқ ёнилғилар ишлатилмоқда. Суюқ ёнилғидан фойдаланилганда аралашма ҳосил бўлишидан яна бир қўшимча мақсад — ёнилғининг буғланиши кўзда тутилади. Ёнилғининг буғланиши сиртда содир бўладиган жараён бўлиб, унинг тезлиги суюқликнинг хоссалари билан белгиланади ҳамда суюқлик ҳарорати кўтарилиши ва босими пасайиши билан ортиб боради. Ёнилғи буғланганда, энергия сарф бўлиш эвазига ҳосил бўлган аралашманинг ҳарорати пасаяди ва агар жараён берк бўшлиқда кечадиган бўлса, босим кўтарилади. Иккала ҳодиса ҳам аралашманинг буғланишини секинлаштиради ва уни тезлаштириш учун аралашма иситилади, шунингдек, буғланиш юзасида ҳаво ҳаракатланадиган қилинади. Ҳаво оқими ҳосил бўлаётган буғни

суриб кетади ва бўшаган юзада бугланиш бўлишини таъминлайди. Ёнилғини кичик ўлчамли майда томчиларга парчалаш (суюқликни тўзитиш) йўли билан суюқлик ҳажм бирлигининг иссиқлик алмашинадиган юзасини катталаштириш бугланишни жадаллаштиришнинг самарали усулларида бўлиб, барча ИЕД ларда кенг қўлланилаётир. Суюқликнинг сирт таранглик кучи таъсирида суюқлик томчилари сферасимон шаклни олади. Агар ана шундай шаклли томчиларни қараб чиқадиган бўлсак, тўзитилаётган ёнилғининг берилган ҳажми (ёки массаси) учун ҳосил бўлаётган томчилар сони ҳар бир томчи диаметри кичиклашувининг учинчи даражасига мутаносиб бўлади, ҳолбуки томчи сиртининг юзи иккинчи даражага мутаносиб тарзда кичираяди. Бинобарин, ҳосил бўлган ҳамма томчилар сиртининг йиғинди юзи улар диаметрининг кичиклашувига мутаносиб равишда катталашади. Масалан, агар майдаланиш (парчаланиш) жараёнида томчининг диаметри 10 барабар кичиклашса, майда томчилар сони 10^3 марта ортади, кўриб чиқиладиган ёнилғи массасининг иссиқлик алмашинадиган (бугланадиган) йиғинди юзи ҳам 10 марта катталашади. Парчаланиш натижасида вужудга келган майда томчилар бўшлиқда енгилроқ ҳаракатланади, бу эса аралашма эгаллаб турган ҳажм бўйича ёнилғининг бир текисроқ тақсимланишига шароит яратади. Ҳавонинг суюқликка аэродинамик таъсири ёнилғининг тўзитилишида ва ҳосил бўлган томчиларнинг майдаланишида катта аҳамият касб этади. Бундай таъсирни ҳосил қилиш учун бир таркибий қисмининг бошқасига нисбатан катта тезликда ҳаракатланишига эришиш лозим. Ҳаво зарралари суюқликнинг қовушоқлик кучини ва сирт таранглик кучини енгиб ўтиб, томчиларни деформациялаб уларни парда ва толаларга айлантиради, улар эса узилиб янада майда томчиларга парчаланаяди. Томчиларнинг парчаланиши сирт таранглик кучлари ташқи ғалаёнлантирувчи кучлардан катта бўлиб қолгунга қадар давом этади. Шундай қилиб, ҳосил бўлган томчиларнинг ўлчами суюқликнинг хоссаларига ҳам, ҳаво билан боғлиқ бўлган параметрларга (унинг босими ва ҳароратига, ҳаракат тезлиги ҳамда тарзига) ҳам боғлиқдир. Аралашма ҳосил қилиш жараёнининг муайян хусусиятлари кўп жиҳатдан ҳар хил двигателларда бу жараёни ташкил этиш хусусиятларига боғлиқ.

6.1. УЧҚУНДАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ИЕД ЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИ

Бундай двигателларда ёнувчи аралашма асосан цилиндрдан ташқарида тайёрланади, шунинг учун улар аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателлар тоифасига киради. Учқундан ўт олдириладиган двигателларда аралашма ҳосил қилиш жараёнининг асосий 3 тури қўлланилади: карбюрация; киритиш трубопроводига ёнилғи пуркаш (енгил суюқ ёнилғилардан фойдаланилганда) ва газ ёнилғисини киритиш.

Ҳозирги вақтда карбюрациялаш энг кўп қўлланилади. Ушбу жараён махсус қурилма — карбюратор ёрдамида амалга оширилади. Карбюрациялаш жараёни карбюратор ва двигателнинг киритиш тракти орқали ҳаво ўтишини, карбюратор корпусидagi каналлар ва жиклёрлар орқали ёнилғи ўтишини, тўзиткичлардан ёнилғи ёки ёнилғи-ҳаво аралашмаси оқиб ўтишини, ҳаво оқимида ёнилғининг тўзитилишини, унинг ҳаво билан аралашishi ва буғланишини ўз ичига олади. Карбюрациялашдан мақсад ИЕД нинг иш режимига қараб зарур таркибли ёнувчи аралашма ҳосил қилишдан иборат. Тўзиткич тешигининг ёнидан 40—150 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган ҳаво таъсирида чиқаётган ёнилғи оқими 0,1 мм гача диаметрли томчиларга парчаланади. Бу томчилар ҳаво оқимига эргашиб аста-секин буғланади. Буғланиш тезлиги суюқликнинг хоссаларига боғлиқ. Шу сабабли турли ҳароратларда қайнаб чиқувчи ҳар хил углеводородлар аралашмасидан иборат бўлган бензинларда буғланиш жараёнида ёнилғи қисман фракцияларга ажралади. Қайнаш ҳарорати пастроқ бўлган таркибий қисмлар буғга айланади, оғирроқ ва юқори ҳароратларда қайнайди таркибий қисмлар эса майда томчилар тарзида ҳаракатланади. Суюқ томчилар ўз йўлида дуч келган киритиш каналининг деворларини ҳўллайди ва парда ҳосил қилади. Бу парда ҳаво оқими таъсирида нисбатан секинлик билан клапан уяларига томон ҳаракатланар экан, аста-секин буғланади. Цилиндрларга борувчи патрубоклар узунлигидаги фарқ, деворларнинг ҳарорати ва жойлашуви бир хил эмаслиги туфайли турли цилиндрларга келиб тушувчи ёнилғи миқдори орасида тафовут бўлади, яъни аралашма таркибида фарқ пайдо бўлиб, у ўртача қийматдан 5—15% тафовут қилиши мумкин. Тажриба маълумотларига кўра цилиндрларга 60—80% ёнилғи буғ кўринишида, 10—15% ёнилғи суюқ томчилар тарзида ва 25% гача ёнилғи (алоҳида режимларда) суюқ парда кўринишида келади. Табиийки, ҳосил бўлган аралашманинг дроссель-заслонка ва клапан тирқиши орқали ўтиши унинг айрим жойлардан ўтиш тезлигини жадаллаштиради, турбулент-пульсацияни юзага келтиради ва суюқ томчилар ва парданинг буғланишини кучайтиради. Суюқ зарралар цилиндрларга келгач, киритиш ва сиқиш жараёни давомида буғланади, аммо улар деворлардаги мой пардасининг ювилиб кетишига ва деталларнинг ейилишига сабаб бўлиши ҳам мумкин. Шу сабабли ёнувчи аралашмада суюқ фракция бўлмаслиги учун киритиш канали совитувчи суюқлик ёки ишлатилган газлар билан иситилади, шунингдек махсус иситиш соҳалари (жойлари) ҳосил қилинади. Иситиш жадаллиги кўпинча двигателнинг иссиқлик ҳолатига ёки атроф-муҳитнинг ҳароратига қараб рoслаб турилади. Аввал айтиб ўтганимиздек, аралашманинг ортиқча иситилиши зарарлидир, чунки бунда цилиндрларнинг янги заряд билан масса жиҳатдан тўлдирилиши ёмонлашади.

Карбюрациялаш чоғида аралашма ҳосил бўлиш сифати дви-

гателнинг ишлаш режими ва шароитига қараб ўзгариб туради. Чунончи, айланиш частотаси юқорилашганда карбюраторнинг аралаштириш камерасидаги ҳавонинг тезлиги ортади, оқимдаги турбулент пульсациялар жадаллашади, шу туфайли ёнилғи майдороқ пуркалади, муаллақ ҳолатдаги суюқ томчиларнинг аралашма оқимиға эргашиши кучаяди ва улар киритиш трактининг деворларига камроқ ўтиради. Буларнинг барчаси аралашманинг бир жинслилиги, ёнилғининг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланишиға олиб келади. Аралашма ҳосил бўлиш сифати юкланиш камайганда ҳам яхшиланади, чунки бунда кириш каналидаги босим пасаяди ва ёнилғининг буғланиши тезлашади. Демак, айланиш частотаси кам ва юкланиш тўлиқ бўлганда, қачонки ҳаво оқимининг энергияси ёнилғининг яхши парчаланишиға камлик қилганда, тўзитиш ва буғлантириш лозим бўлган ёнилғининг мутлақ миқдори эса кўплик қилганда аралашма ҳосил қилишни ташкил этиш энг мураккаб бўлади.

ИЕД қиздирилмасдан, шунингдек, атроф-муҳит ҳарорати паст бўлганда ишлатилганда ёнилғининг пуркалиш шароити ҳам, айниқса, унинг буғланиш шароити ҳам ёмонлашади. Шу сабабларга кўра суюқ ёнилғининг цилиндрларга келиши ортади, ёнилғининг цилиндрларга нотекис тақсимланиши ошади.

Ёнилғини киритиш каналига (ёки двигатель цилиндрига) мажбурий пуркаш усули қўлланилганда аралашма ҳосил бўлиш сифати анча яхшиланади. Ёнилғи форсункалар ёрдамида узлуксиз тарзда ёки узлукли тарзда пуркалади, бунда берилаётган ёнилғининг босим 0,25—0,5 МПа атрофида ўзгариб туради. Пуркашдан фойдаланилганда ёнилғининг аниқ миқдорда берилиши ва цилиндрларга тақсимланиши, двигатель турли режим ва шароитда ишлаганда ёнилғи берилишини ростлаш яхшиланади, шунингдек цилиндрларнинг янги заряд билан тўлиши ортади. Ёнилғини пуркаш системаси карбюрациялаш системасига қараганда мураккаброқ ва қимматроқдир (1,5 бараваргача).

6.2. ДИЗЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИ

Дизеллар аралашма ичкарида ҳосил бўладиган ИЕД лар туркумиға киради. Уларда ёнувчи аралашма цилиндрларда, асосан, ёниш камерасига ёнилғи берилаётган вақтда ҳосил бўлади. Жараённинг бир қисми ёнилғи ёнишға тайёрланаётган даврда, анчагина қисми эса аланға пайдо бўлгандан сўнг кечади. Аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг охириги қисми ёнилғи пуркалиб бўлгандан кейин содир бўлади. Дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил бўлишиға кетадиган вақт учқундан ўт олувчи двигателларга қараганда анча кам, лекин жараённинг тезлиги эса иккала ҳолда ҳам бир хилдир. Шу сабабли дизелларда аралашма ҳосил қилиш масаласи анча мураккаб, унинг сифати ёмондир, ёниш хусусиятлари, цикл ва ИЕД нинг кўрсаткичлари: иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллиги, ци-

линдрада эришиш мумкин бўлган энг катта иш, дизель ишлаганда чиқадиган шовқин, ишлатилган газларнинг тутовчанлиги ва захарлилик даражаси, ишга тушириш сифатлари, ёниш камераси элементларининг иссиқдан зўриқиши, кўрсаткичларнинг ёнилғи хоссаларига сезгирлиги ва бошқалар эса аралашма ҳосил бўлиш сифатига ҳамда хусусиятларига анча кўп боғлиқдир.

Дизелларда аралашма ҳосил қилишни ташкил этишнинг умумий асоси босимнинг анча пасайиши билан форсункалардан бериладиган ёнилғи оқимига нисбатан ҳавонинг муайян йўналишда жадал ҳаракатланишини ҳосил қилишдан иборат. Аралашма ҳосил бўлишида қатнашувчи ҳар бир таркибий қисм (ҳаво ва ёнилғи) нинг нисбий улуши солиштирма энергия сарфи билан баҳоланади ва жараёни ташкил қилишда қўлланиладиган усулларнинг муҳим хусусияти ҳисобланади. Дизелларда аралашма ҳосил бўлишининг зарурий элементларига ёнилғининг пуркалиши ва тўзителиши, шунингдек ёниш камераси бўшлиғида ёнилғи оқимининг ҳаракатланиши киради.

6.2.1. Ёнилғининг пуркалиши

Цилиндрларга ёнилғи форсунканинг пуркагичидан берилади (пуркалади). Бу жараён пуркаш тешиклари билан ёниш камераси орасида босим 15 дан 150 МПа гача ўзгариши натижасида содир бўлади. Бу босим *пуркаш босими* дейилади. Пуркаш босими ва пуркагичнинг ўтиш кесими ёнилғи берилиши давомида ўзгариб туради, шу сабабли тешиклардан ёнилғининг ўтиш тезлиги ва унинг секундлик сарфи ҳам ўзгарувчандир. Ушбу кўрсаткичларнинг қийматлари, шунингдек тирсакли валнинг бурилиш бурчагига қараб ўзгариш тарзи аралашма ҳосил қилишнинг қабул қилинган усулларига, ёнилғи берувчи аппаратларнинг конструкциясига, ёнилғининг хоссаларига, цилиндрнинг ўлчамларига ва ИЕД нинг ишлаш режимига боғлиқ.

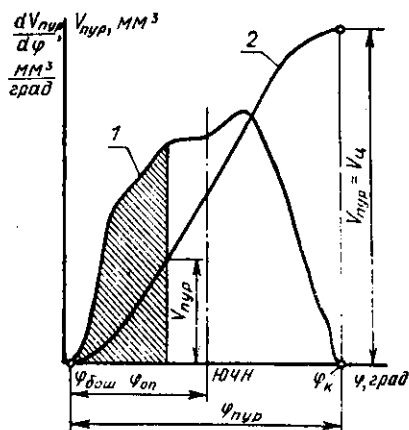
Дизелнинг юқори кўрсаткичлар билан ишлашига эришиш мақсадида ёнилғи пуркаш жараёнига нисбатан қуйидаги асосий талаблар қўйилади.

1. Ёнилғи сиқиш тактининг охирида берила бошлаши, бунда танланган энг мақбул илгарилатиш бурчаги тирсакли валнинг 10—30° бурилиш бурчагига (т.в.б.) мос келиши керак. Бу бурчак двигателнинг тезлик ва юкланиш режимларига ва ИЕД дан фойдаланганда уларнинг ўзгаришига мувофиқ тарзда ЮПЧ га нисбатан танланади.

2. Ёнилғи пуркаш фазасининг давомийлиги энг юқори юкланишда 40—45° т.в.б. дан зиёд бўлмаслиги зарур.

3. Цилиндрларга ҳажм (масса) бўйича ёнилғи берилиши тирсакли валнинг талаб қилинадиган бурилиш бурчагига кўра ўзгариши лозим.

4. Цикл давомида цилиндрга киритиладиган ёнилғи миқдори юкланишга ва тезлик режимига мос келиши ва улар ўзгарганда бу миқдор ҳам мақбул тарзда ўзгариши керак.



6.1- расм. Ёнилғи пуркаш характеристикалари:

1 — дифференциал; 2 — интеграл

ларидан фойдаланилади (6.1-расмга қаранг). Бу ерда: ϕ_6 , $\phi_т$ — ёнилғи берила бошлаш ва тугаш пайтлари $\phi_{пур.} = \phi_т - \phi_6$ — ёнилғи берилишининг давомийлиги; $\phi_{ил}$ — ёнилғи берилишини илгарилатиш бурчаги.

Дифференциал характеристика (эгри чизик 1) ҳажм бўйича ёнилғи берилиш тезлигининг ($dV_{крп.}/d\phi$) тирсакли валнинг бурилиш бурчаги (ϕ) га боғлиқлигини ифодалайди.

Интеграл характеристика (эгри чизик 2) пуркалиш бошлангандан жорий вақтга қадар пуркагичдан берилган ёнилғи миқдорини кўрсатади:

$$V_{пур.} = \int_{\phi_6}^{\phi_т} dV_{пур.} / d\phi d\phi. \quad (6.1)$$

Дифференциал характеристикада $V_{крп.}$ эгри чизик тагидаги штрихланган юзани ифодалайди. $\phi = \phi_к$ бўлганда $V_{крп.} = V_ц$, яъни цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорига тенг бўлади. Берилган дизел учун циклик узатиш унинг юкланишига ва қандай тезлик режимида ишлашига боғлиқ. Агар ёнилғининг зичлиги ρ_6 маълум бўлса, цикл давомида берилган ёнилғи миқдори ушбу тенгламадан аниқланади:

$$G_{ёц} = V_ц \rho_6 \quad (6.2)$$

Баъзан пуркаш характеристикалари вақт функциясида берилади, яъни

$$\frac{dV_{крп.}}{d\tau} = f(\tau), \quad V_{крп.} = f(\tau).$$

Равшанки,

$$\frac{dV_{крп.}}{d\tau} = \frac{dV_{крп.}}{d\phi} \cdot \frac{d\phi}{d\tau} = \frac{dV_{крп.}}{d\phi} \cdot \omega \quad (6.3)$$

ва

$$V_{крп.} = \int_{\tau_6}^{\tau_т} \frac{dV_{крп.}}{d\tau} d\tau = \int_{\phi_6}^{\phi_т} \frac{dV_{крп.}}{d\phi} d\phi, \quad (6.4)$$

5. Пуркаш параметрлари ёнилғининг зарур сифат билан тўзитилишини, шунингдек қабул этилган аралашма ҳосил қилиш усулига мувофиқ равишда ёниш камерасида тақсимланишини таъминламоғи даркор.

6. Ёнилғи бериш хусусиятлари двигателнинг ҳамма цилиндрларида бир хилда бўлиши ҳамда берилган иш режимида циклдан-циклга қадар барқарор бўлиши лозим.

Ёнилғи бериш жараёнининг кўрсаткичларини баҳолаш учун ва бошқа мақсадларда кўпинча пуркаш хусусиятлари—дифференциал ва интеграл характеристика-

бу ерда n — тирсакли валнинг айланиш частотаси, айл/мин.

Пуркашнинг дифференциал характеристикаси форсунка пуркагичининг ўтиш кесими маълум бўлганда аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг муҳим параметрлари: пуркагич тешикларидан ёнилғининг пуркалиш босими ва оқиб чиқиш тезлигини аниқлашга имкон беради. Бу мақсадда сиқилмайдиган суюқлик оқими учун Бернулли тенгламасидан фойдаланилади:

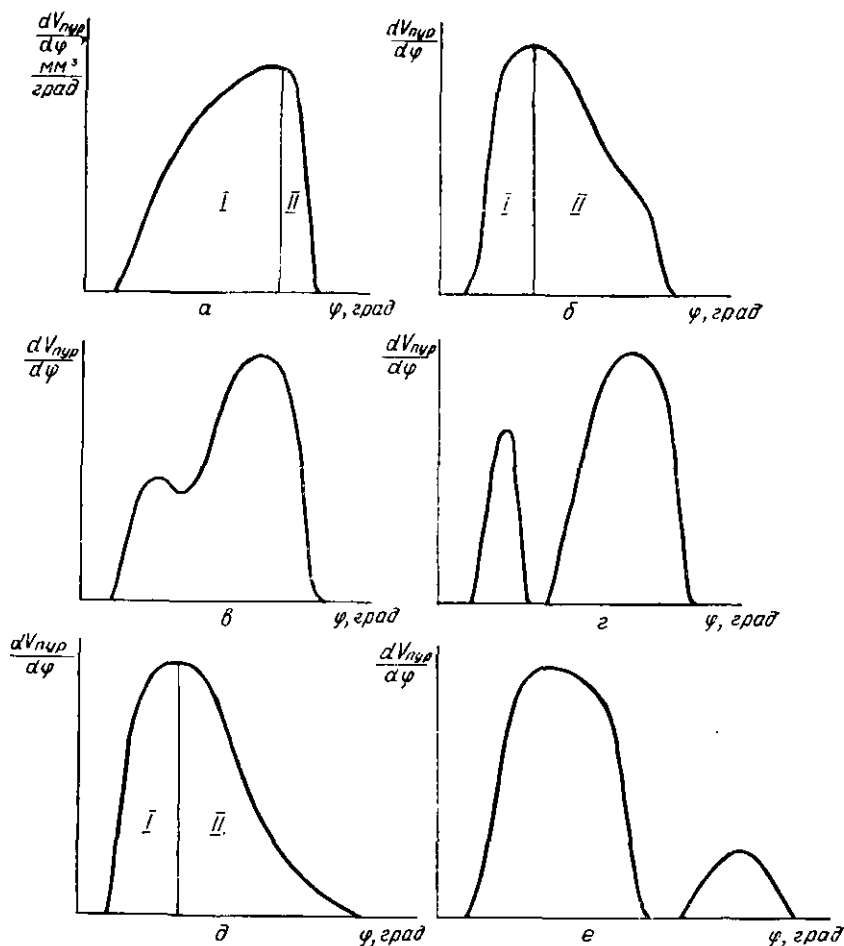
$$dV_{\text{кпр.}}/d\tau = f_{\text{п}}W = f_{\text{п}}\sqrt{2/\rho_{\text{с}}} \sqrt{p_{\text{пур.}}} \quad (6.5)$$

бу ерда W — ёнилғининг соплодан оқиб чиқишининг назарий тезлиги; $f_{\text{п}}$ — форсунка пуркагичининг самарали ўтиш кесими («Дизелларнинг ёнилғи берувчи аппаратлари» номли бўлимда (бобда) кўриб чиқилади); $p_{\text{пур}} = p_{\text{ф}} - p_{\text{ц}}$ — ёнилғининг пуркалиш босими; $p_{\text{ф}}$ — сопло тешиги олдида форсункадаги ёнилғи босими; $p_{\text{ц}}$ — цилиндрдаги газ босими (пуркалишга қарши босим).

6.2-расмда дифференциал характеристикаларнинг энг кўп учрайдиган турлари кўрсатилган. *а* характеристикада ёнилғи бериш тезлиги дастлабки босқичда аста-секин ортиб боради, бунда ёнилғининг кўп қисми ортиб борувчи тезлик билан берилади (I қисм). Пуркаш охирида ёнилғи берилиши кескин камаяди, цилиндрга пасайиб борувчи тезликда кираётган ёнилғи миқдори эса нисбатан кам бўлади (II қисм). *б* характеристика ёнилғининг берилиш тезлиги бошланғич босқичда кескин ортиб бориши ва юқори даражада ўтиши билан ажралиб туради. Пасайиб борувчи тезлик билан пуркаладиган ёнилғининг нисбий миқдори (II қисм) *а* характеристикадагидан анча кўпдир. *в* ва *г* характеристикаларда пуркалиш бошланиб бўлгандан сўнг ёнилғи берилиши тўхтайдди, унинг асосий қисми эса жадал равишда берилиб, охирида тезлиги кескин пасаяди. *г* характеристикада ёнилғининг унча кўп бўлмаган бошланғич миқдори (ўт олдирувчи миқдори) асосий миқдордан тирсакли валнинг бурилиш бурчаги оралиғи (вақт) билан ажралиб туради. *д* характеристикада ёнилғи берилишининг охирги қисми чўзилиб кетиб, бунда ёнилғи кичик тезлик билан пуркалади. *е* характеристикада ёнилғининг нисбатан кичик тезлик бериладиган сўнгги миқдори асосий миқдордан алоҳида пуркалади. Ёнилғи пуркалиши характеристикаларининг айтиб ўтилган ўзига хос хусусиятлари аралашма ҳосил қилиш жараёнининг кейинги босқичларига, шунингдек ёниш жараёнига катта таъсир кўрсатади. Бу масала қуйида кўриб чиқилади.

6.2.2. Ёнилғининг тўзитилиши

Дизелларда қовушоқлиги ва сирт таранглик кучи бензинларникига қараганда бир неча баравар зиёд бўлган оғир ёнилғилар ишлатилади. Шу сабабли аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг давом этиш вақти кўп марта кам эканлиги ҳам назарда тутила-



6.2- расм. Пуркаш характеристикаларининг шакллари

диган бўлса, дизелда ёнилғининг тўзитилиш масаласи бензинда ишлайдиган учқундан ўт олдириладиган ИЕД га нисбатан анча мураккабдир. Бу эса ёнилғини ёниш камерасига юқори босим билан пуркаш усулларини қўллашга мажбур қилади. Ёнилғи тўзиткич орқали ўтаётганда унда оқимнинг *бошланғич ғалаёнланиши* пайдо бўлади; ёнилғининг ҳаракат тезлиги қанчалик юқори ва канал деворларининг ғадир-будурлиги қанчалик зиёд бўлса, бу ғалаёнланишлар шунчалик катта бўлади. Уларнинг катталиги тўзиткич конструкциясига, соплонинг геометрик ўлчамларига (каналнинг узунлиги ҳамда диаметрига) ва суюқликнинг хоссаларига ҳам боғлиқ.

Бошланғич ғалаёнланишлар, шунингдек камерадаги 3—4 МПа гача сиқилган заряднинг аэродинамик қаршилиги таъси-

рида ёнилғи оқими бевосита сопло тешигининг ёнгинасида кўп миқдордаги суюқ томчиларга парчаланади. Ёнилғи зарраларининг ҳаракат тезлиги оқим кесими бўйича, шунингдек пуркалишнинг турли пайтларида ҳар хил бўлади, зарраларнинг ёниш камераси ҳажмида ҳаракатланиш шароити ҳам турлича бўлади. Натижада бениҳоя кўп миқдорда (0,5—20 миллионгача) томчилар пайдо бўлиб, уларнинг ўлчамлари бир-биридан катта фарқ қилади (5 дан 100 мкм гача).

Ёнилғининг тўзителиш майинлигини ва аралашма ҳосил бўлиши ва ёниш нуқтаи назаридан муҳим ҳисобланган бошқа кўрсаткичларни баҳолаш учун *томчиларнинг ўртача диаметри* тушунчасидан фойдаланилади. Томчиларнинг ўртача диаметри қанча кичик бўлса, тўзителиш шунча майда (майин) ҳисобланади. Ўртача ҳажмий диаметр d_x ва Заутер бўйича ўртача диаметр d_z тушунчасидан кўпроқ фойдаланилади.

Ўртача диаметр ўлчамлари ҳақиқий ва ўртача бўлган томчиларнинг сони ҳамда ҳажмининг тенглиги шартидан топилади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} d_i^3 \cdot n_i}{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} n_i}}. \quad (6.6)$$

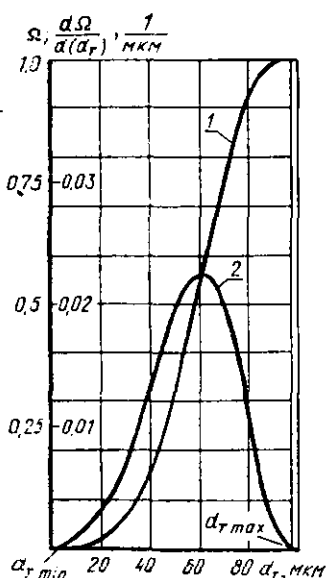
У ёнилғи томчиларининг ўртача ўлчамлари, миқдори ва массаси ҳақида фикр юритишга имкон беради.

Заутер бўйича ўртача диаметр ҳақиқий ва ўртача катталикидаги томчилар сиртлари ва ҳажмларининг тенглиги шартидан топилади ҳамда ушбу формуладан аниқланади:

$$d_z = \frac{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} d_i^3 \cdot n_i}{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} d_i^2 \cdot n_i}. \quad (6.7)$$

У тўзитилган ёнилғининг умумий юзасини баҳолашга имкон беради. (6.6) ва (6.7) формулаларда n_i ва d_i — мос равишда, тўзитилган ёнилғи оқимидаги берилган ўлчамли томчиларнинг миқдори ва диаметри.

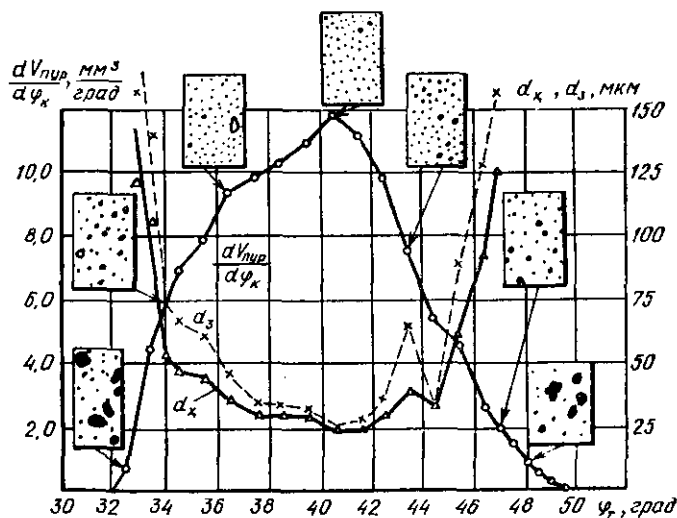
Томчиларнинг ўртача диаметри томчиларнинг ҳақиқий ўлчамларини ўлчаб ва уларнинг сонини аниқлаб топилади. Уларнинг сони 0,5—4 млн. донани ташкил этади. Томчиларнинг ўртача диаметри тўзитишнинг бир жинслилигини, оқимдаги томчиларнинг ўлчамлари неча хиллигини тўғри аниқлашга имкон бермайди. Ҳолбуки, бу кўрсаткич тўзитиш сифатини баҳолашнинг энг муҳим кўрсаткичларидан биридир. Бу ҳақда *тўзителиш характеристикалари* тўлароқ маълумот беради (6.3-расм).



6.3-расм. Умумлашган пуркаш эгри чизиги (1) ва пуркаш частотаси эгри чизиги (2)

Умумий характеристика (чизик 1) томчиларнинг ҳақиқий ўлчамлари функциясида оқимдаги энг кичик диаметри томчилардан жорий диаметри томчиларнинг нисбий ҳажми ҳақида маълумот беради. Эгри чизик қанча тик бўлса, ёнилғининг тўзитилиши шунча бир жинслироқ ва майинроқ бўлади. Частоталар эгри чизиги 2 берилган ўлчамли томчиларнинг оқимдаги нисбий миқдорини кўрсатади; у умумий характеристикани дифференциаллаш йўли билан ҳосил қилинади. Ушбу чизикнинг максимуми қанча юқори бўлса, ёнилғининг тўзитилиши шунча бир жинсли ва майин бўлади. Ёнилғининг тўзитилиш бир жинслилиги ва майинлиги унинг тўзиткичдан чиқини тезлиги ошганда яхшиланади. (6.5) формулага кўра бу тезлик пуркаш босимиға боғлиқ бўлиб, ёнилғи бериш жараёнида ўзгариб туради. Шу сабабли ёнилғининг тўзитилиш па-

раметрлари, 6.4-расмда кўрсатилганидек, унинг цилиндрга пуркалиш жараёнида ўзгаради. Расмда пуркашнинг турли пайтларида тўзитилган томчиларнинг катталаштирилган фотосу-



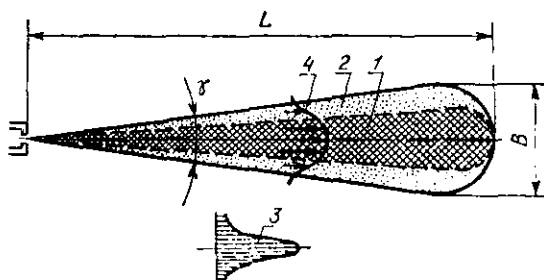
6.4-расм. Пуркаш жараёнида ёнилғи ҳажмий узатилишининг ва ёнилғи томчилари ўртача диаметрининг ўзгариши

ратлари ҳам кўрсатилган. Кўриниб турибдики, ёнилғи берилишининг бошида ва охирида томчилар энг йирик ва бир жинслимас бўлади. Тўзитиш параметрларининг пуркаш хара-
теристикаси давомида ўзгариб туриши дизелда аралашма
ҳосил қилиш ва ёниш жараёнлари учун катта аҳамиятга эга.

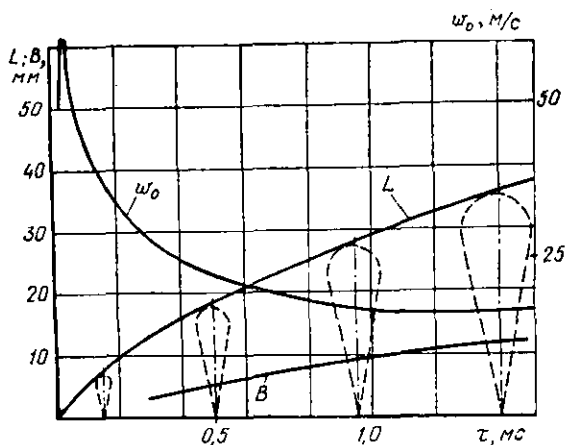
Оқимнинг парчаланишига ва томчиларнинг ўлчамига ёнилғи-
нинг физик хоссалари, биринчи навбатда унинг қовушоқлиги
катта таъсир кўрсатади. Қовушоқлик ортиши билан тўзитиш
майинлиги ва бир жинслилиги ёмонлашади, чунки бунда оқим-
даги бошланғич ғалаёнланишлар жадаллиги пасаяди ва газ му-
ҳитининг аэродинамик қаршилиги томонидан томчиларнинг пар-
чаланишига бўладиган акс таъсир кучаяди. Ёнилғининг
форсунка тўзиткичи орқали ҳаракатланиши давомида бўлади-
ган дастлабки ғалаёнланишлар жадаллаштирилганда унинг тў-
зитилиш сифати яхшиланади. Бунга тўзиткичнинг тегишлича
конструкцияснни танлаш билан эришиш мумкин.

6.2.3. Пуркалаётган ёнилғи оқимининг ривожланиши

Форсунка сопласидан ёниш камерасига бериладиган ёнилғи
оқимининг шакли, ўлчамлари ва тузилиши кўп жиҳатдан қўл-
ланиладиган тўзиткичнинг тури ҳамда конструкциясига боғлиқ
бўлади, оқимнинг вақт ва фазо бўйича ривожланишининг асо-
сий қонуниятлари эса умумийлигича қолаверади. 6.5-расмда кў-
риб чиқиляётган, дизеллар группасида энг кўп фойдаланилади-
ган *штифтсиз тўзиткич* ҳосил қилувчи ёнилғи оқимининг
схемаси тасвирланган. Тешикдан чиққанда томчиларга парчала-
надиган ёнилғи оқими конуссимон оқимни ҳосил қилади. Их-
тиёрий вақт пайтида бу оқимнинг узунлиги L га, эни B га ва ко-
нус бурчаги γ га тенг бўлади. Оқимнинг ёнилғи энг кўп
тўпланган (эгри чизиқ 3 га қаранг) марказий қисми (ўзак 1)
энг катта тезлик билан ҳаракатланувчи зарралар (эгри чизиқ
4 га қаранг) билан тўла бўлади. Канал ўқидан узоқлашган са-
ри томчиларнинг ўлчами кичиклашиб ва ҳаракат тезлиги па-
сайиб, томчилар миқдори эса кўпайиб боради. Массаси кичик,



6.5- расм. Пуркалаётган ёнилғи оқимининг схемаси



6.6- расм. Ёнилғи оқими геометрик параметрларининг вақт бўйича ўзгариши

бинобарин, кинетик энергияси кам бўлган бу томчилар газ таъсирида секинлашиб оқим қобиғи (2) ни ҳосил қилади.

Томчилар ўлчамининг кичиклашувига ва уларнинг қобиқдан чиқишига ёнилғининг доим буғланиб туриши ёрдам беради. Оқимнинг четларида буғланиш жадалроқ кечади, чунки бу ерда ёнилғи камроқ, газ (ҳаво)нинг ҳарорати эса юқорироқ бўлади. Шундай қилиб, ёнилғи оқими қобиғи секинлашган ёнилғи томчилари, ёнилғи буғи ва оқим билан кирган ҳаво билан тўлатилган бўлади.

Оқимнинг олд қисмида ёнилғи томчилари ҳавонинг рўпарадан бўладиган қаршилигига дуч келиб тезда майдалашади, секинлашади ва ёнилғи оқимининг ўрта қисмида катта тезлик билан ҳаракатланаётган зарралар уларни атрофга сиқиб чиқаради. Шундай қилиб, оқимнинг олд қисмида секинлашган томчилар ўрнини узлуксиз тарзда янги томчилар эгаллайди, натижада оқим фазода W_0 тезлик билан олдинга ҳаракатланади.

Ёниш камерасидаги ёнилғи оқимининг энг катта узунлиги *узоққа тўзитилиш* дейилади. Бу кўрсаткич ёниш камераси девори билан ёнилғи оқими йўлида юқори температурали аланга соҳаси пайдо бўлиши (бунда ёнилғи оқимининг ривожланиш шароитлари кескин ўзгаради) билан, шунингдек, йўналишга эга бўлган газ оқими билан чекланиши мумкин. Ёнилғи оқимининг вақт бўйича ривожланиш динамикаси 6.6-расмда келтирилган. Кўриниб турибдики, оқимнинг узунлиги ва эни тобора ортиб боради, унинг чўққисининг олдинга ҳаракатланиш тезлиги эса вақт бўйича пасайиб боради. Ёнилғи оқимининг тузилиши (структураси) ва унинг ривожланиш динамикаси кўпгина омилларга боғлиқ. Масалан, ёнилғининг оқимда бир текис тақсимланиши газнинг зичлиги ортиши ва пуркаш босими кўтарилиши билан яхшиланади ҳамда кўп даражада тўзиткичининг конструк-

циясига боғлиқ бўлади. Оқимнинг ривожланиш динамикасини белгилловчи асосий омиллардан бири пуркалаётган ёнилғининг кинетик энергиясидан иборат. У ёнилғининг масса бўйича узатилишига ва унинг тўзиткичдан оқиб чиқиш тезлигига боғлиқ. Бинобарин, ёнилғининг пуркалиш босими қанча юқори [(6.5) формулага қаранг] ва тўзиткичнинг ўтиш кесми (сопло диаметри) қанча катта бўлса, оқим учининг олдинга ҳаракатланиш тезлиги шунча юқори бўлади. Ҳавонинг қаршилиги ортиши билан, яъни газ муҳитининг зичлиги ва оқим конусининг бурчаги катталаниши билан оқимнинг олдинга ҳаракатланиш тезлиги пасаяди. Оқим конусининг бурчаги кўп жиҳатдан тўзиткичнинг конструкциясига боғлиқ бўлади ва одатдаги цилиндрсимон сополар (штифтсиз тўзиткич) учун тешик узунлигининг унинг диаметрига нисбати қанча кичик бўлса, бу омил шунча катта бўлади.

Дизелнинг ишланг режимини ўзгарганда оқимнинг ривожланиш динамикаси ҳам ўзгаради ва маълум даражада пуркашнинг дифференциал характеристикасига боғлиқ бўлади. Тирсакли валнинг айланиш частотаси ортганда дизель аппаратларининг ҳажм бўйича ёнилғи бериш тезлиги ва пуркаш босими ошади. Бу ҳол кўрилатган вақт лаҳзасида оқимнинг камерада ҳаракатланиш тезлиги ва оқимнинг узунлиги ортишига олиб келади. Ёнилғи бериш аппаратларининг деярли барча турларида дизель двигатели юкланишининг, яъни цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорининг ортиши билан (валнинг берилган айланиш частотасида) ҳажм бўйича ёнилғи бериш тезлиги ошади, бу эса ёнилғи оқимининг ривожланиш динамикаси кўтарилишига олиб келади, аммо юкланишнинг таъсири тезлик режимида ишлагандагига қараганда сустроқ бўлади.

Ёнилғи оқимларининг ривожланиш хусусиятлари ва уларнинг тузилиши кўп даражада ёниш камерасида газнинг ҳаракатига боғлиқ. Газнинг тартибсиз равишда турбулент тарзда пульсацияланиши ёнилғи томчиларининг парчаланиши ва буғланишига, шунингдек оқимнинг кўндаланг кесимларида ёнилғининг миқдори барабарлашувига сабаб бўлади. Газнинг тартибли рўпара ҳаракатида ёнилғи оқимининг ҳаракатига рўпарадан бўладиган қаршилиқ ортади, бу эса унинг узунлиги қисқаришига (тинч муҳитда пуркалишга нисбатан), энининг ва конус бурчагининг катталашувига олиб келади. Ҳавонинг кичик жадаллик билан кўндалангига ҳаракатланиши ёнилғи оқими қобиғини ён томонга суриб кетиб унинг эни ва конус бурчагини, кўндаланг кесимларини ўзгартиради, ёнилғини ҳажм бўйича қайта тақсимлайди. Кўндаланг ҳаракат тезлиги катта бўлганда ёнилғи оқимининг ҳатто траекторияси ҳам бузилади, бунинг оқибатида унинг узунлиги қисқаради ва оқим учининг тешик ўқи йўналишида ҳаракатланиш тезлиги пасаяди, оқим конусининг эни ва бурчаги анча ўзгаради, шунингдек оқимнинг кўндаланг кесимларида ёнилғининг тақсимланиши ўзгаради.

6.2.4. Аралашма ҳосил қилишни ташкил этиш усуллари

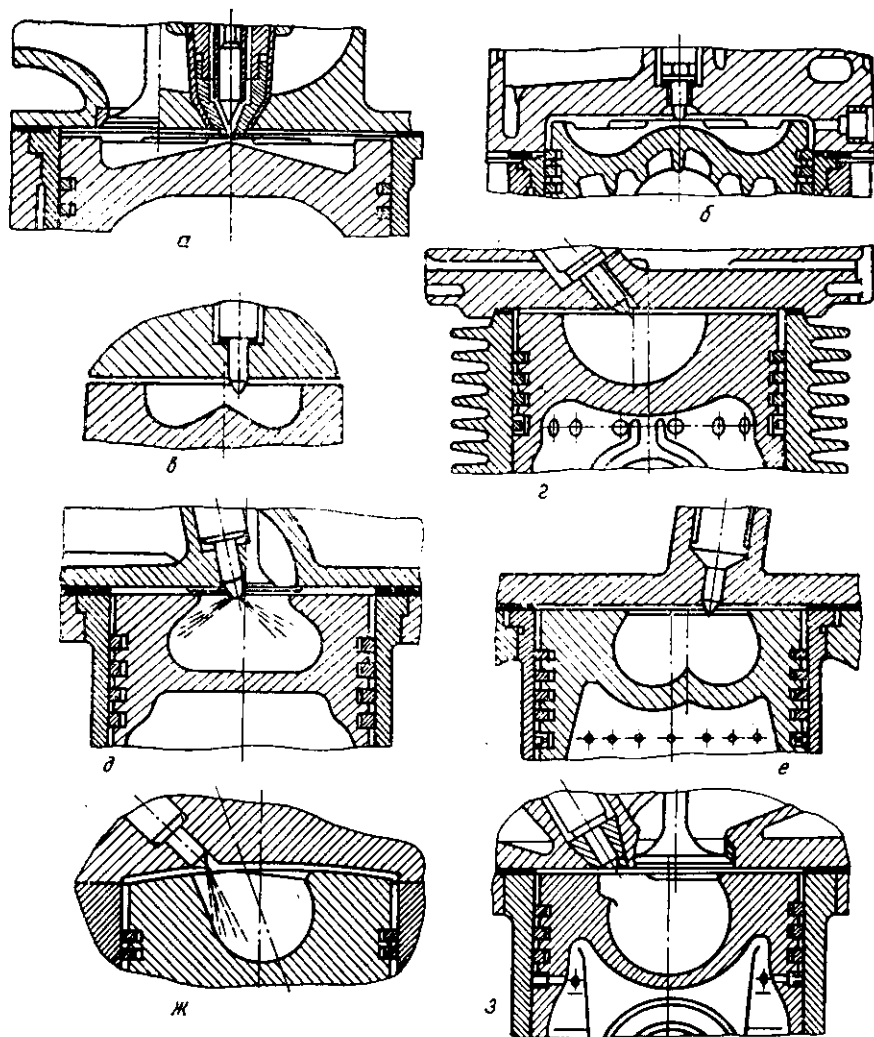
Аралашма ҳосил бўлиш жараёни дизелнинг иш жараёни ва кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатгани сабабли уни ишлаб чиқишда ҳар хил, кўпинча махсус мақсадлар назарда тутилади. Шунинг учун аралашма ҳосил қилишни ташкил этишнинг ҳар қайси усули турли-туман кўрсаткичлар комплекси билан ажралиб туради. Бу кўрсаткичлар уни турли нуқтаи-назарлардан баҳолашга имкон беради. Бу нуқтан-назарларга қуйидагилар киради: циклда иссиқликдан фойдаланиш, циклнинг мумкин бўлган энг юқори иши ёки ҳавонинг энг кичик ортиқлик коэффициенти, ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси, ёниш жараёнининг шовқинлилик даражаси, турли хил ёнилғиларда ишлаш имкониятлари ва ҳоказо. Мазкур параграфда аралашма ҳосил бўлиш жараёнини ташкил этишнинг энг кенг тарқалган усулларининг асослари берилади, шу усуллар ёрдамида таъминланадиган ёниш характеристикалари, цикл ва дизель кўрсаткичлари эса кейинроқ муҳокама қилинади.

Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини ташкил этишда, шунингдек, дизелнинг белгиланган кўрсаткичларига эришишда ёниш камерасининг конструкцияси ва ёнилғи бериш параметрлари муҳим аҳамият касб этади. Аралашма ҳосил бўлиш жараёни одатда ёниш камерасининг танланган турига ва қабул қилинган ёнилғи бериш аппаратларига мослаб ишлаб чиқилади ва такомиллаштирилади. Шу боис аралашма ҳосил қилишнинг у ёки бу усули одатда ёниш камерасининг муайян тури ёки ҳатто шакли билан уйғунлаштирилади.

Ажратилмаган ёниш камераларида аралашма ҳосил бўлиши

Ажратилмаган камералар ягона (яхлит) бўшлиқдан иборат бўлиб, унга ёнилғи пуркалади ва бу ерда аралашманинг ёниши авж олади. Одатда, ёниш камераси поршеннинг тубида жойлашади ва маълум шаклдаги, кўпинча айланиш жисми шаклидаги ўйиқдан иборат бўлади. Дизелларда энг кўп қўлланилувчи ажратилмаган камераларнинг турлари 6.7-расмда кўрсатилган.

Ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлиши. Аралашма шу усулда ҳосил қилинадиган ёниш камералари 6.7-расм, а, б да кўрсатилган. Камера бўшлиғига ёнилғи марказий форсункадан, тўзиткичнинг 6—12 та соплоси орқали радиал йўналишда пуркалади. Тўзитилган ёнилғи камера ичида ҳаво билан аралашади. Бунда ёнилғи камеранинг деворларига тегмаслиги керак, акс ҳолда аралашма ҳосил бўлиш ва унинг ёниш жараёни бузилади. Бунинг учун тўзиткич соплоси ўқининг горизонтал ҳолатга нисбатан оғиш бурчаги тегишлича танланади ва камера ўйиғининг туби шундай шаклда ясаладики, натижада ёнилғи оқими поршень билан цилиндр устёзмаси орасидаги тирқишга мос тушади.



6.7-расм. Дизелларнинг ажратилмаган ёнил камералари

Дизель ҳатто ноқулай режимда ишлаганда ҳам ёнилги оқимининг пуркалиш масофаси шундай бўлиши керакки, улар камеранинг четки деворига етиб бормайдиган бўлсин. Бунинг учун камералар етарли даражада кенг қилиб ишланади ($D_k/D_c = 0,75 - 0,90$), тўзиткич соплосининг диаметри эса кичиклаштирилади (унинг сопиини кўпайтириш ҳисобига). Шу билан бирга, ёнилғи тўлиқ юкланишлар режимида ёриб ўтиш хусусиятига эга бўлишни лозим, шундагина камеранинг ҳаёо билан тўла, форсункадан энг узоқда жойлашган

қисмларига ҳам ёнилғи етиб боради. Шу сабабли ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлишида пуркаш босимлари даражаси бошқа усуллардагига қараганда юқори бўлади, бу эса ёнилғи аппаратларининг ишлаш шароитларини оғирлаштиради.

Дизелнинг тезлик режими оширилганда ёнилғи оқимларининг камерада ҳаракатланишига кетадиган вақт қисқаради ва бунинг оқибатида ёнилғининг тўзиткич соплолари орқали бошланғич оқиб ўтиш тезлигини оширишга, яъни пуркаш босимини оширишга тўғри келади. Шу сабабли айланиш частотаси 3000 мин⁻¹ бўлган тезюрар ИЕДларда циклда иссиқликдан фойдаланиш яхши йўсинда сақланиб қолиши учун номинал режимда пуркаш босими 80—150 МПа гача етказилади.

Одатда, бундай камераларда қўлланилувчи штифтсиз тўзиткичлар ёнилғи оқимларининг конус бурчаги 20° атрофида бўлади (6.5-расмга қаранг). Натижада камерадаги ҳавонинг ёнилғи оқимлари орасида турган анчагина қисми аралашма ҳосил бўлишида қатнашмайди, бинобарин, ундан фойдаланилмайди. Аммо айни пайтда айрим жойларда ёнилғи оқимлари ҳаво билан ортиқча тўйинади. Шу сабабли, бу ҳолда юкланиш тўлиқ бўлганда ҳавонинг ортиқлик коэффициентини қиймати 1,7—2,2 дан кичик бўлишига эришиб бўлмайди (ишлатилган газлар тутунсиз бўлганида), оқибатда циклда старли даражада иш бажарилмайди. Цилиндрдаги ҳаводан яхшироқ фойдаланиш ва циклнинг ишини ошириш учун кўпинча ёниш камерасида заряднинг айланма ҳаракатланишидан фойдаланилади. Бундай ҳаракат киритиш жойида турли хил қурилмалар ёрдамида ҳосил қилинади (4.10-расмга қаранг). Бунда ҳавонинг уюрмали ҳаракати ёнилғи оқимларидаги зарраларни улар орасидаги бўшлыққа чиқариб ташлайди (6.8-расм) ва бу билан ёнилғининг камерада тақсимланишини яхшилайди. Заряднинг камерадаги зарур ҳаракатланиш тезлигини ушбу шартдан келиб чиққан ҳолда тахминан аниқлаш мумкин: ёнилғини пуркаш даврида заряд ёнилғининг қўшни оқимлари орасидаги эркин бурчак катталигига бурилиши керак. У ҳолда тажриба орқали

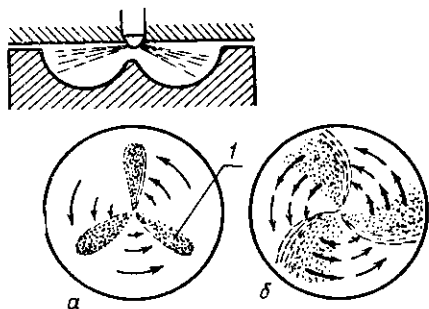
тасдиқланган газнинг ёниш камерасида қаттиқ жисм қонуни бўйича айланишини қабул қилган ҳолда ушбуга эга бўламиз:

$$\omega_x = \frac{(360 - i\gamma)\pi n}{30i \varphi_{\text{пур}}}, \quad (6.8)$$

бу ерда i — ёнилғи оқимлари сони;

γ — ёнилғи оқимининг конус бурчаги;

$\varphi_{\text{пур}}$ — ёнилғи пуркалиш фазаси.



6.8-расм. Ҳажмли аралашма ҳосил қилиш усули қўлланилганда ёнилғининг ҳаво билан ўзаро таъсирланиш схемаси

Кўп ҳолларда ҳаво уюрмасининг тезлиги тирсакли валнинг айланиш тезлиги билан таққосланади:

$$\omega_{т.в.} = \frac{\pi n}{30}. \quad (6.9)$$

У ҳолда ҳаво уюрмасининг нисбати

$$\Omega = \frac{\omega_x}{\omega_{т.в.}} = \frac{360 - i \gamma}{i \Phi_{пур.}} = \frac{360}{i \Phi_{пур.}} - \frac{\gamma}{\Phi_{пур.}}. \quad (6.10)$$

(6.10) формуладан кўриниб турибдики, тўзиткич соплolariнинг сони қанча кўп ва пуркаш қанча узоқ бўлса, аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган шартини амалга ошириш учун талаб этилган ҳавонинг камерада айланиш жадаллиги шунча кам бўлади. Равшанки, агар уюрма нисбати талаб этиладиганидан кичик бўлса, ҳавонинг ёнилғи оқимлари орасидаги қисми ёнишда қатнашмайди. Акс ҳолда эса ортиқча уюрмаланиш юзга келиб, ёнилғининг бир қисми ва унинг ёниш маҳсулларининг бир қисми ҳаво уюрмаси таъсирида қўшни ёнилғи оқими соҳасига чиқиб кетади. Натижада аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёни бузилади, шунингдек циклнинг кўрсаткичлари ёмонлашади.

Заряднинг айланиш тезлиги аралашма ҳосил бўлиш даврида ўзгариб туради. Сиқиш тактида поршень ЮЧН га етганида ҳаво поршень тепасидаги бўшлиқдан ёниш камерасининг ўйиғига сиқиб чиқарилади, бунда массанинг айланиш радиуси ўзгаради. Бу эса айланишнинг бурчак тезлиги катталашувига олиб келади. Агар сиқиб чиқарилиш жараёнида заряд массаси миқдори моментининг сақланиш қонунидан келиб чиқадиган бўлсак, ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\omega_y = \omega_c \left(\frac{D_c}{D_k} \right)^2 \cdot \frac{V_y}{V_c} \cdot \xi \quad (6.11)$$

бу ерда: ω_y ва ω_c — ҳавонинг камера ўйиғида ва цилиндрда айланиш бурчак тезлиги;

D_k , D_c — камера ва цилиндрнинг диаметрлари;

V_y , V_c — поршендаги ўйиқнинг ва сиқиш камерасининг ҳажмлари;

ξ — заряд ўйиққа сиқиб чиқарилгандаги исрофларни ҳисобга олувчи тузатма коэффициент (бирдан кичик).

Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усули учун хос бўлган кенг ёниш камераларида заряднинг поршендаги ўйиққа сиқиб чиқарилгандаги айланиш жадаллиги унча катта эмас. Тезлик режими ошиши билан заряднинг камерада айланиш жадаллиги қуйидаги боғлиқлик бўйича ортиб боради:

$$\omega_y = C \cdot n^m \quad (6.12)$$

бу ерда: C — мазкур ИЕД га тааллуқли константа; $m=0,5-1,0$ бўлиб, у дизелнинг ўзига хос хусусиятларига ва ҳаво уюрмасини ҳосил қилиш усулига боғлиқ.

Аралашма ҳосил қилишнинг мазкур усули қўлланиладиган мавжуд дизеллар учун ҳавонинг ёниш камерасида максимал айланиш тезлиги $10-15$ м/с ни ташкил этади. Бунда катта тезлик соплоларининг сони кам бўлган тўзиткичлар қўлланиладиган тезуор ИЕД ва конструкцияларга тааллуқлидир.

Сиқиш тактида поршень ЮЧН га етган даврда ёниш камерасида ҳавонинг айланма ҳаракатидан ташқари, сиқиб чиқарилиш оқимлари ҳам юзага келади, у камера марказига томон радиал тарзда йўналган бўлади. Улар ёнилги оқимларига қарама-қарши йўналишда ҳаракатланиб, аралашма ҳосил бўлишига таъсир кўрсатади.

ЮЧН да поршень тепасидаги тирқиш ва V_k/V_n нисбат қанча кичик бўлса, сиқиб чиқарилиш оқимларининг жадаллиги шунча юқори бўлади. Ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўладиган камералар учун радиал оқимлар тезлиги ва уларнинг иш жараёнига таъсири унча катта эмас.

Ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлиш жараёнига ёнилги оқимлари билан кирадиган солиштирма энергия улушининг (E_e) ҳаво эярдиги эга бўлган энергия улушига (E_x) нисбатан кўплиги ҳосилдир. Статистика маълумотларига кўра, автотракторларда қўлланиладиган мавжуд дизеллар учун $E_e/E_x = 25-40$ га тенг. Келтирилган рақамлар аралашма ҳосил бўлишида ёнилги аппаратлари катта роль ўйнашини кўрсатади.

Айни вақтда улар дизель кўрсаткичларининг ёнилги аппаратлари иш сифатига кўп даражада боғлиқлигини ифодалайди. Бу, дизеллардан фойдаланиш жараёнида катта аҳамият касб этади, чунки ёйилиш натижасида, шунингдек аппаратларга ўз вақтида ва малакали хизмат кўрсатилмаслиги (хусусан, ростлашда) оқибатида ёнилгининг пуркалиш ва тўзитилиш параметрлари дастлабки ҳолатдагига нисбатан сезиларли даражада ўзгариши мумкин, бу эса двигателнинг иш кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатади.

Пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёни. Пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёнига мос келувчи ёниш камераси 6.7-расм, ж да кўрсатилган. Ёнилги поршень ўқиға нисбатан силжиган тўзиткич соплоси орқали ёниш камерасига пуркалади ва унинг деворига урилади. Камеранинг шакли сферасимон шаклга яқин бўлиб, форсунканинг соплоси шундай жойлаштирилганки, натижада ёнилги юзага нисбатан ўткир бурчак остида пуркалади. Натижада ёнилги камера ҳажмида тарқалмасдан, балки унинг металл юзаси бўйлаб ёйилиб оқиб, қалинлиги бир неча микрометрга тенг бўлган суюқ парда ҳосил қилади. Соплодан деворгача бўлган оралиқ унча катта бўлмагани учун ҳаво бўшлиғида циклик ёнилги миқдорининг атиги $5-10$ фоизи қолади, холос. Бу миқдор ўз-ўзидан алаңгаланишнинг бошланғич манбаини ҳосил қилиш учун зарурдир. Ёнилгининг асосий қисми эса пор-

шенда жойлашган камера тубининг сиртида — мой узатиш йўли билан ҳарорати керакли даражада ($300-320^{\circ}\text{C}$) тутиб турилади-ган деворда тўпланади. Бугланган ёнилғи девор сиртидан узоқлашади ва айланаётган ҳаво зарядининг аралашма ҳосил қилиш жараёнида қатнашади. Ҳавонинг камерадаги зарур айланиш тезлиги шундай танланадиги, натижада аланга манбаи пайдо бўлганидан сўнг камера ичидаги ҳаво заряди кўзда тутилган ёниш даври ичида аралашма ҳосил бўлишида қатнашади.

Аралашма ана шу усулда ҳосил бўлувчи мавжуд дизелларда камера девори ёнида ўлчанган ҳавонинг айланиш тезлигининг тангенциал (уринма) ташкил этувчиси номинал айланиш частотасида $40-50$ м/с ни ташкил этади, бу эса пуркаш узоқлиги тирсакли валнинг $40-45^{\circ}$ бурилиш бурчагига тенг бўлган ҳолда $8-9$ га тенг уярма нисбатига мос келади. Ҳавонинг ана шундай жадаллик билан айланишига эришиш учун кўпинча махсус лойиҳаланган мураккаб винтсимон кўринишдаги киритиш каналларидан (4.10-расм, δ га қаранг) фойдаланилади.

Аввал айтиб ўтганимиздек, сиқиш тактида поршень ЮЧН га яқинлашган даврда ҳаво заряди кичик радиусли камерага сиқиб чиқарилиши ҳисобига унинг айланишдаги бурчак тезлиги ортади. Кўри-лаётган ҳолда ушбу ҳодиса анча самарали бўлади, чунки $D_k/D_n = 0,35-0,40$ ва $V_s/V_c = 0,83-0,88$ га тенгдир. Кези келганда шунини айтиб ўтиш керакки, бу усулда кўзда тутилган аралашма ҳосил бўлишидаги тартибли жараёнга мавжуд ҳаво зарядининг мумкин қадар кўп қисмини жалб қилиш учун V_s/V_c нисбатни катта-роқ қилишга ҳаракат қилинади.

Айтилганлардан очиқ-ойдин кўриниб турибдики, аралашма ҳосил бўлиш жараёни ёнилғининг девор ёнидан ўтиб кетаётган ҳаво билан тўйиниши эвазига девор яқинидаги қатламда амалга сша р экан. Шу сабабли аралашма ҳосил қилиш усулининг номи (пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёни) шартлидир. Ҳавода суюқ томчи тарзидаги ёнилғининг амалда мавжуд эмаслиги аралашманинг тутунсиз ва тўлиқ ёнишига яхши шаронт яратади. Аммо бунинг учун ҳавонинг камерада ҳаракатланиш тезлиги ва ёнилғининг камера девордан бугланиш жадаллиги мувофиқлаштирилиши зарур. Дизелни ншга тушириш даврида, шунингдек у қизиётганда, қачонки поршень деворининг ҳарорати унча юқори бўлмаган пайтда аралашма ҳосил қилишни ва ёнишни ташкил этиш мураккаблашади.

Пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёнида тўзиткич соплоси девор яқинида жойлашган бўлади, шу сабабли ёнилғи оқимининг камерада ҳаракатланишини таъминлаш учун кўп энергия талаб қилинмайди. Бундан ташқари, деворга пуркалаётган ёнилғи миқдорининг кўп қисмини тўзитиш шарт эмас. Шу боис аралашма ҳосил бўлишидаги асосий энергия ҳаво зарядига тўғри келади. Шу туфайли ёнилғи аппаратларининг иш режими зўриқишсиз ўтади, дизелнинг кўрсаткичлари эса аппаратларнинг иш сифатига ва ҳолатига кам боғлиқ бўлади.

Статистика маълумотларига кўра, пардали аралашма ҳосил қилинадиган дизеллар учун ушбу нисбат ўриналиди: $E_e/E_x = 0,25 - 0,35$.

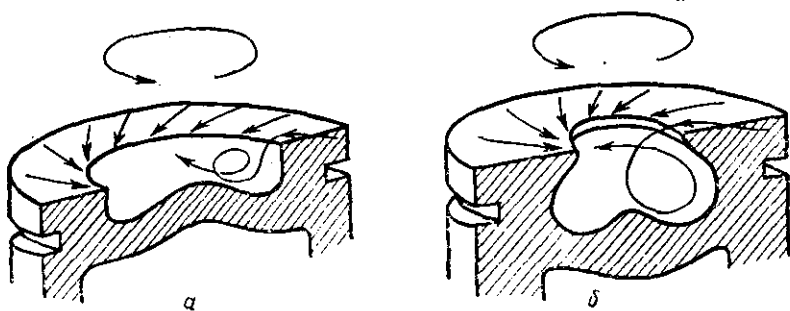
Дизелнинг пардали аралашма ҳосил бўлишига асосланган иш жараёни «М-жараён» деб юритилади. Бу жараёни С. Мойрер ишлаб чиққан бўлиб, у ҳозирги вақтда MAN ва бошқа маркали дизелларда қўлланилади.

Ҳажм бўйича пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёни. Ҳозирги вақтда аралашма ҳосил қилишнинг бу усули автотрактор дизелларида энг кенг қўлланилади. Ушбу усул учун хос бўлган ёниш камераларининг турлари 6.7-расм, *в, г, д, е* да келтирилган. Ушбу камералар V_h/V_c нисбатининг ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлиш усулидагига қараганда кичикроқлиги (0,5-0,63) ва чуқурроқ эканлиги билан ажралиб туради. Шунинг учун поршеннинг туби қалинроқ ва оғирроқ бўлади.

Аралашма ҳосил бўлиш жараёни ҳажмий усулдаги каби кечади. Аммо бу усулда камеранинг ён деворига ёнилғи тушиб, уни ҳўллаши мумкин. Усулнинг номи ҳам шундан келиб чиққан. Камера деворининг ёнилғи билан ҳўлланиши кўп миқдорда қурум ҳосил бўлишига ва ёниш жараёнининг бузилишларига олиб келмайди, чунки деворга нисбатан тўғри бурчак остида пуркалган ёнилғининг бир қисми камера ҳажмига қайтади, бир қисмини эса шу ерда ҳаракатланаётган ҳаво оқими суриб кетади. Ушбу усулда тўзиткич соплolari камроқ (одатда 3—5 та) бўлади. Шунинг учун (6.8) муносабатдан келиб чиққан ҳолда ҳавонинг айланишидаги бурчак тезлиги катта бўлиши зарур. Хусусан, бунга эришиш учун кираётган заряднинг буралиши жадаллаштирилади ва сиқиш такти охирида ҳаво поршень ўйиғига сиқиб чиқариладиган қилинади [(6.11) формулага қаранг]. Ёниш камераси ҳажмий усулдагига нисбатан торроқ бўлса, у каттароқ самара беради.

Шу мулоҳазаларга кўра, шунингдек актив аралашини ва ёниш жараёнида қатнашмайдиган заряд (поршень тепасидаги тирқишдаги, поршень каллагига атрофидаги, клапанлар учун мўлжалланган кертиклардаги ва бошқа жойлардаги заряд)нинг улушини камайтириш мақсадида V_f/V_c нисбатини катталаштиришга ҳаракат қилинади. Аралашма шу усулда ҳосил қилинувчи мавжуд дизелларда сиқиш такти охирида ҳавонинг ўлчанган тангенциал айланиш тезлиги нормал режимда 25-30 м/с ни ташкил этади.

Табийки, кираётганда заряднинг жадал равишда буралиши туфайли цилиндрларнинг тўлдириш коэффициентини бироз камаяди. Бу усулда сиқиш тактида ёнилғи оқимларининг радиал йўналишда сиқиб чиқарилишига ҳажмий усулга нисбатан кўпроқ эътибор билан қаралади. Камераларнинг бўғзи нисбатан кенг бўлганда (6.9-расм, *а*) цилиндр ўқиға томон радиал йўналишда ҳаракатланаётган ҳаво оқими поршень ўйиғига кираришда ўз траекториясини ўзгартириб, марказдан қочирма куч таъсирида деворға сиқилади. Бўйлама уярма (заряднинг айланма ҳаракати) ва сиқиб чиқарилган оқимнинг камера ўйиғида



6.9- расм. Дизелнинг ёниш камерасида (а — кенг ва б — тор бўғизли камера) ҳавонинг ҳаракати

ўзаро таъсирлашуви натижасида ҳавонинг торсимон (лат. *torus* — қавариқлик) айланма ҳаракати юзага келади ва бу билан ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлиш ҳамда камеранинг чекка деворига тушаётган ёнилгининг олиб ташланиши таъминланади.

Бўғзи тор камераларда (6.7- расм, *д, е*) сиқиб чиқариладиган оқим кучли бўлади, шунинг учун тороидал уюрма юзага келади. Мамлакатимизда ишлаб чиқарилган ЦНИДИ камераларининг (6.7-расм, *е*) бўғзи ва цилиндри диаметрларининг нисбати атиги 0,345—0,38 ни ташкил этади. Ушбу камераларда ёнилғи бўғизнинг ўткир қиррасидан пастроқдан, камера деворига нисбатан ўткир бурчак остида пуркалади ва М-жараёнда бўлган каби парда ҳосил қилади. Аммо М-жараёндагидан фарқли ўлароқ, деворининг ҳарорати махсус тарзда назорат қилинмайди ва шу сабабли ёнилгининг буғланиш тезлиги поршеннинг иссиқлик режимида ҳамда двигатель валининг айланиш частотасига боғлиқ бўлади. Торсимон уюрма ҳатто ҳаво камерада айланма ҳаракат қилмаганда ҳам самарали тарзда аралашма ҳосил бўлишини таъминлайди, тутун чиқармасдан ишлашда ҳавонинг ортиқлик коэффиценти 1,45—1,50 бўлишига имкон беради. Камера ИЕД киритиш системасининг конструкциясини соддалаштиришга (чунки унда кираётган ҳаво оқимини буриб турадиган қурилмалар талаб қилинмайди) ва цилиндрининг тўлишини яхшилашга имконият яратади. Шунингдек М-жараёнга хос бўлган совуқлайин ишга тушириш билан боғлиқ бўлган аралашма ҳосил қилиш муаммоси ҳам соддалашади, чунки бу ҳолда циклик ёнилғи миқдорининг атиги 30—50% қисми камера деворига тушади. Шунинг айтиб ўтиш керакки, бундай камерали дизелнинг кўрсаткичлари кўп жиҳатдан форсунканинг баландлик бўйича ҳолатига боғлиқ, чунки деворга тушадиган ёнилғи миқдори, яъни пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёнида қатнашувчи ёнилғининг миқдори форсунканинг ана шу ҳолатига қараб ўзгаради. Дизелга хизмат кўрсатиш ва уни тузатиш жараёнида форсункаларни алмаштираётганда буни ҳисобга олиш зарур. Ке-

йинроқ Перкинс фирмаси автомобиль дизеллари учун қўллаган шунга ўхшаш конструкциядаги ёниш камерасида сиқиб чиқариладиган оқимдан ҳам, заряднинг айланма ҳаракатидан ҳам фойдаланилмоқда, бу эса дизель тўла қувват билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлик коэффициентини камайтириш имконини бери.

Аралашма ҳосил қилишнинг бу усулида ёниш камерасининг радиал ўлчами кичикроқлиги туфайли ўйиқнинг чеккаларига ёнилғи ўз вақтида етказиб берилиши учун пуркалиш босимининг анча юқори бўлиши талаб этилмайди. Кўп миқдорда тўзиткич соплолари қўлланилгани учун уларнинг диаметри катталашади, бу эса, ўз навбатида, оқимнинг кинетик энергиясини ошириб, зарур пуркаш босимини пасайтиришга ёрдам беради. Бу параметрнинг ошиши юкланишларнинг ва айланиш частотасининг кенг доирасида двигателнинг кўрсаткичларига кам таъсир қилади. Ушбу камералар ўрнатилган мавжуд дизелларда энг юқори пуркаш босими 40—55 МПа га етади. Пуркаш босимининг мўътадиллиги ёнилғи берувчи аппаратларнинг иш шароити яхшилашига ёрдам беради, унинг ишончилигини оширади. Шу билан бирга айтиб ўтганимиздек, бундай дизелларда аралашма ҳажм бўйича ҳосил бўладиган дизелларга қараганда ҳавонинг камерадаги ҳаракатига кўпроқ эътибор берилади. Шу муносабат билан аралашма ҳосил бўлишида сарфланадиган энергия миқдорида унинг улуши анча кўпдир.

Статистика маълумотларига кўра ҳажм бўйича-пардали аралашма ҳосил қилиш усули учун E_{Σ}/E_{Σ} 2,5 — 1,5 га тенг.

Девор яқинида аралашма ҳосил бўлиш жараёни

Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усулига мос келувчи ёниш камераси 6.7-рasm, ж да кўрсатилган. Ёнилғи соплонинг 2 та тешигидан, ёниш камерасининг ташкил этувчисига параллел тарзда пуркалади. Аралашма ҳосил бўлишини ташкил этиш схемасида ёнилғининг камера деворига етиб бориши кўзда тутилмаган. Кириш жойида винтсимон киритиш канали ёрдамида ҳосил қилинган ҳаво зарядининг айланма ҳаракати камера ичида янада жадаллашади. Пуркалган ёнилғи ҳаво оқими эргашиб кетади, натижада камера деворининг ёнида нисбатан ёнилғига бой бўлган аралашманинг тор ҳалқасимон қатлами ҳосил бўлади. Ёниш жараёнида аралашма ҳосил бўлишнинг якунловчи босқичи ҳалқасимон қатламнинг ички юзасида, ҳосил бўлган аралашма камеранинг ўрта қисмидаги ҳаво билан уринадиган жойда кечади.

Ҳалқасимон туташ аралашма қатлами ҳосил бўлиши учун ҳаво заряди (6.8) муносабатга мувофиқ, битта соплодан ёнилғи пуркалиш даврида деярли бир айланишга бурилиши лозим. Ёнилғининг пуркалиш давомийлиги тирсакли валнинг 35—40° бурилишини ташкил этганда ҳаво зарядининг бу бурилиши 9—10 бирликка тенг, талаб қилинувчи уярма нисбатини беради

[(6.10) формулага қаранг]. Аралашма шу усулда ҳосил қилинувчи мавжуд дизелларда бир-бирига нисбатан ҳавонинг айланиш йўналишида силжиган иккита оқим қўлланилгани сабабли уларда уярма нисбатлари кичикроқ бўлади. Аралашма девор яқинида ҳосил бўладиган мавжуд двигателларда сиқниш такти охирида камера девори ёнида ўлчанган ҳаво тезлигининг тангенциал ташкил этувчиси номинал айланиш частотасида 60 м/с ни ташкил этади.

Айтилганлардан кўриниб турибдики, мазкур ҳолда аралашма ҳосил бўлиш ҳажмда содир бўлади. Шу сабабли цилиндрдаги ҳаводан энг тўла фойдаланилиши учун ёнилғи оқимлари анча узоққа пуркаладиган бўлиши керак. Шундагина ёнилғи ҳавонинг қаршилигини ва уюрманинг ювиб кетувчи таъсирини енгиб ўтиб, нисбатан чуқур камеранинг энг узоқда жойлашган зонасига ўз вақтида етиб бора олади.

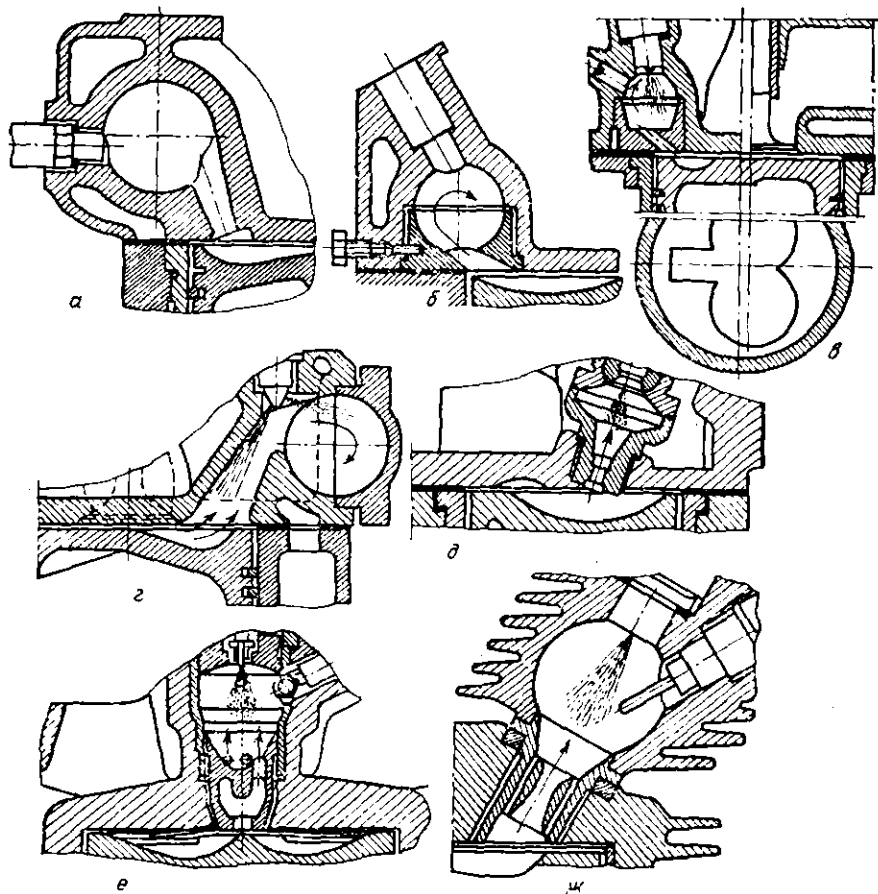
Вазифа шу билан бироз енгиллашадик, бунда катта диаметрли атиги 2 та сопо қўлланилади. Бу ҳол оқимларнинг кинетик энергияси ва ёриб ўтиш хусусиятини оширади. Шунинг учун ҳатто тезюрар ИЁД ларда ҳам энг юқори пуркаш босим 45—50 МПа дан оширилмайди. Бу кўрсаткич тахминан ҳажм бўйича-пардали усулда аралашма ҳосил қилинадиган дизеллардагидекдир, аммо ҳаво энергияси анча зиёд бўлади. E_e/E_h нисбат 0,25—0,30 га тенг бўлиб, у аралашма ҳосил бўлишида ҳаво уюрмаси энергиясининг роли каттароқ эканлигини кўрсатади.

Девор яқинида аралашма ҳосил қилиш усулини Ф. Пишингер ишлаб чиққан бўлиб, илк бор Дойцнинг ҳаво билан сотиладиган дизелларида қўлланилган. Бу усул Д-жараён деб юритилади.

Ажратилган ёниш камераларида аралашма ҳосил бўлиш жараёни

Ушбу камераларнинг ажратилган дейилишига сабаб шуки, унинг сиқниш содир бўладиган умумий V_c ҳажми икки қисмга ажратилган бўлиб, уларни каналлар туташтириб туради. Поршень тепасида жойлашган камера *асосий камера* деб, кўпинча цилиндр устёпмасида жойлашгириладигани эса *ёрдамчи камера* деб аталади.

Иккала камерада содир бўлувчи жараёнлар турли тарзда кечади, ажратилган камераларнинг ҳар хил турлари учун турлича ташкил қилинади ва шунга кўра дизель иш жараёнининг турли хусусиятларини ҳамда унинг турли кўрсаткичларини таъминлайди. Ажратилган камералар ажратилмаган камералардан камеранинг ҳажм бирлигига тўғри келувчи газ ҳамда деворлар ўртасидаги иссиқлик алмашиш юзасининг каттароқлиги билан, сиқнишнинг умумий ҳажми қисмлари орасида дросселловчи кесимнинг (туташтирувчи каналнинг) борлиги билан ва аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёниш жараёни икки босқинда ташкил қилинганлиги, яъни у ёрдамчи ва асосий камераларда кечиши билан фарқ қилади. Ташкил қилиниш хусусиятларига



6.10-расм. Ажратилган ёниш камераларининг схемалари

кўра, ажратилган камераларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни уюрмали камерада, олд камерада ва ҳаволи ёрдамчи камерада кечадиган турларга бўлинади. Охирги усул автотрактор дизелларида жуда кам қўлланилади, шунинг учун қуйида дастлабки икки усулни кўриб чиқамиз.

Уюрмали камерада аралашма ҳосил бўлиши. Мазкур усулга мос келувчи энг кўп қўлланиладиган уюрмали камералар 6.10-расм, *а—г* да кўрсатилган. Уларнинг барчаси учун хос бўлган хусусият шундан иборатки, уларда туташтирувчи канал ёрдамчи камеранинг сфера ёки цилиндр шаклидаги чекка қисмига чиқарилган. $V_{y.k}/V_c$ нисбат 0,4—0,6 га тенг, туташтирувчи каналнинг доира, эллипсисмон ёки ловиясмон кесими цилиндр кўндаланг кесими юзining 0,8—3% қисмини ташкил этади.

Асосий камерада поршень тубида қошиқ, шарсимон сегмент кўрнинишида ёки мураккаброқ шаклли унча чуқур бўлмаган

ўйиқ бор (6.10-рasm, в га қаранг). Ёрдамчи камеранинг пастки қисми иссиқлик исрофини камайтириш ва аралашма ҳосил бўлишини (буғланиш ва аралашилишнинг тезлашувини) ҳамда ёнишни яхшилаш мақсадида кўпинча юқори сифатли иссиқбардош пўлат қоплаш йўли билан иссиқликни ўтказмайдиган қилинади. Иш давомида унинг ҳарорати $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$ га етади. Газ оқими туфайли бўладиган газодинамик исрофларни камайитириш учун туташтирувчи канал кўпинча соплó шаклида ишланади (6.10-рasm, а).

Сикниш тактида поршень ЮЧН га томон ҳаракатланганда поршень тепасидаги ҳажмдаги ҳаво заряди ёрдамчи камерага сиқиб чиқарилиб, у $25\text{--}40$ га тенг уярма нисбати билан жадал айланма ҳаракат олади. Ҳаво зарядининг т.в.б. бурчаги бўйича айланиш тезлиги поршеннинг зарядни сиқиб чиқариш тезлигига мувофиқ тарзда ўзгаради. Заряд ёрдамчи камерага оқиб ўтганда камерадаги босим асосий камерадаги босимга нисбатан $0,92\text{--}0,95$ ни ташкил этади. ЮЧН га $15\text{--}20^{\circ}$ қолган заряднинг айланиш тезлиги энг юқори қийматга етади, бунда газнинг туташтирувчи каналдан ўтишдаги энг юқори тезлиги $100\text{--}200$ м/с ни ташкил этади. Ёнилғи айланаётган ҳавога штифт конусининг бурчаги $4\text{--}15^{\circ}$ бўлган штифтли тўзиткич воситасида пуркалади. Ёриб ўтиш қобилияти кучли бўлган анча ихчам оқим юзага келади. Ҳаво ёнилғи оқимини бир неча марта кесиб ўтиб ёнилғи билан тўйинади ва ёнувчи аралашма ҳосил қилади. Ёнилғининг бир қисми камера деворига тушади ва айланаётган заряд уни камера ҳажмига олиб кетади.

Ёрдамчи камеранинг ҳажми катта юкланишларда ҳамма ёнилғининг охиригача ёниши учун етарли эмас. Шунинг учун жараён шундай ҳисоблаб чиқилиши керакки, ёрдамчи камерада циклик ёнилғи ниқдорининг нисбатан озгина қисмигина ёна бошлайдиган ва ёнадиган бўлсин. Ҳаво билан ва ёниш маҳсуллари билан аралашган ёнилғининг қолган қисми ёниш маҳсуллариининг кенгайиши ҳам ёрдамчи камерада босимнинг кескин кўтарилиши туфайли асосий камерага чиқариб ташланади. Заряд поршень тепасидаги ҳажмга оқиб ўтаётганидаги ёниш жараёнида ёрдамчи ва асосий камералардаги босимлар ўртасидаги фарқ $0,8\text{--}1,0$ МПа га етади.

Ёнишнинг бошланишида ёнилғининг анчагина қисми канал оғзи ёнида тўпланган ҳолда ёнилғининг иссиқлигидан энг самарали фойдаланилади. Бунга эришиш учун ёрдамчи камерада ёнилғи оқимининг йўналиши ва пуркалиш масофаси, пуркалиш хусусияти ва ҳавонинг айланиш тезлиги уйғунлаштирилиши керак. Поршень тубидаги ўйиқнинг қабул қисми шундай тарзда ишланадики, натижада ёрдамчи камерадан заряд отилиб чиқаётган чоғда асосий камерада такрорий аралашуш юз беради. Одатда $V_{y.k}/V_c$ нисбат қанча кам бўлса, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнининг ана шу иккинчи босқичини ташкил этишга шунча катта эътибор берилади. Уюрмалн камераларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни икки босқичли қилиб

ташкил этилиши туфайли $\alpha = 1,30 - 1,20$ ва бундан кичик бўлгани ҳолда аралашманинг тугамасдан ва анча тўлиқ ёнишига эришилади.

ИЕД нинг тезлик режими ортиши билан мос равишда поршеннинг тезлиги ва сиқиш тактида ёрдамчи камерага заряднинг сиқиб чиқарилиш жадаллиги ҳам ошади. Бу эса унда заряднинг айланиш тезлиги ўз-ўзидан ортишига, яъни аралашма ҳосил бўлишининг тезлашиши ва жадаллашишига олиб келади. Тажрибанинг кўрсатишича, тезлик режими кўтарилиши билан уюрма нисбати бирмунча камайишига қарамасдан, ёнилғининг ўз вақтида ва тўлиқ ёнишини таъминлаш учун аралашма ҳосил бўлиш жараёни анча жадаллаштирилади. Ана шу нарса тез-юрар енгил дизелларда (4500—5500 мин⁻¹ гача) уюрмали камераларда аралашма ҳосил қилишдан фойдаланишнинг асосий сабабларидан биридир.

Айтилганлардан маълум бўладики, аралашма уюрмали камерада ҳосил қилинганда ҳаво билан ёнилғининг яхши аралашishi учун зарур бўладиган заряднинг йўналтирилган жадал ҳаракати сиқиш ва ёниш жараёнларида юзага келади. Шу сабабли уюрма ҳосил қилиш учун киритишда энергия сарфлаш талаб этилмайди, натижада киритиш системаси бу қўшимча вазифадан озод бўлади барча иш режимларида цилиндрларнинг юқори даражада тўлишига имкон туғилади. Бу ҳам ушбу усулнинг ижобий томонларидан биридир.

Ёниш манбаи юзага келадиган ёрдамчи камерада сиқиш тактида газнинг сиқилиш босими асосий камерадагидан пастроқ, заряднинг совуш юзаси эса ажратилмаган камерали дизеллардагига нисбатан каттароқ бўлгани сабабли двигателни совуқ ҳолатда ишга тушириш шароити қийинлашади. Шу боисдан уюрмали камералар ўрнатилган дизелларда сиқишнинг анча юқори даражалари (18—23) қўлланилади, бу эса механик исрофларнинг кўпайишига олиб келади. Бир камерадан бошқасига ўтиш жараёнида газнинг туташтирувчи каналда дросселланиши ҳам шу оқибатга олиб келади. Дизелни совуқлайин ишга туширишни осонлаштириш учун одатда махсус қурилмалар, масалан, чўгланма электр свечалар қўлланилади. Улар ёрдамчи камерага ўрнатилади (6.10-расм, в га қаранг) ва дизелни ишга тушириш ҳамда қиздириш даврида ёқилади. Бундан ташқари, стартернинг қуввати ҳам оширилади.

Уюрмали камерада аралашма ҳосил қилиш усулида сиқиш ва кенгайиш тактларида юзага келувчи газ энергиясига катта ўрин ажратилади. Буларнинг биринчиси сиқиш такти ишининг сарфи ҳисобига, иккинчиси эса кенгайиш такти ишининг қисман сарфланиши эвазига солир бўлади. Жараёнинг ана шу хусусияти туфайли аралашма ҳосил бўлиш энергияси (ёнилғи билан келтирилган) унча катта бўлмайди, чунки ёнилғининг майин пуркалиши талаб этилмайди.

Ёнилғи узатувчи аппаратлар нисбатан енгил шароитда ишлайди, пуркаш босими 30—38 МПа дан зиёдашмайди ва аппаратлар конструкцияси соддалаштирилиши мумкин. Статистика маълумотларига

кўра, ажратилган уюрма камерали дизеллар учун E_6/E_x нисбат 0,08—0,06 ни ташкил этади.

Олд камераларда аралашма ҳосил бўлиши. Ёниш камераларининг шу асосда ишлайдиган турлари 6.10-расм, *д—ж* да кўрсатилган. Мазкур жараённинг уюрмали камерадаги жараёндан асосий фарқи шундаки, бунда туташтирувчи канал (ёки каналлар) ёрдамчи канал ўқи бўйлаб йўналган ва шу сабабли газ оқими поршень тепасидаги ҳажмдан оқиб ўтаётганда фонтан шаклида бўлиб, камера олдида ён деворлар бўйлаб тарқалади. V_x/V_c нисбат 0,25—0,4 га тенг, туташтирувчи каналнинг кесими (ёки ҳамма каналларнинг умумий ўтши кесими) эса цилиндр юзининг 0,3—0,5% қисmini ташкил этади, яъни уюрмали камералардагидан анча кичикдир. Уюрмали камералар ўрнатилган ИЕД ларда бўлгани каби, олд камераларнинг пастки қисми ва туташтирувчи канал иссиқлик ўтказмайдиган қилиб ишланади.

Сиқиш тактида олд камерага ҳавонинг оқиб кириш тезлиги босимлар фарқи 0,6—0,8 МПа бўлганда 200–300 м/с ни ташкил этади. Ёнилғи эса конусининг бурчаги 4—12° бўлган иштифтли тўзиткич орқали илгичка оқим тарзида ҳавога рўпара йўналишда пуркалади. Ёнилғининг дастлабки аланга олиши олд камерада юз беради, шундан сўнг ҳаво олд камерада ҳарорат ва босим тез кўтарилишни оқибатида ёнилғи ва ёниш маҳсуллари билан бирга поршень тепасидаги бўшлиққа қайтиб киради. Бу ерда ёрдамчи камеранинг нисбий ҳажми уюрмали камералариникидан кичикроқ бўлганидан олд камерада чиқаётган газ оқими таъсирида асосий камерада иккинчи марта аралашиниш ва ёниш жараёни катта аҳамиятга эга.

Асосий камерада ёндиришга мўлжалланган ёнилғидан тўлиқ фойдаланиш учун циклик ёнилғи миқдорининг асосий қисми туташтирувчи бўғизнинг оғзи ёнида тўпланадиган бўлишига ҳаракат қилинади. Бунинг учун эса кириш қобилияти юқори бўлган тор оқимлар қўлланилади. Иккинчи марта оқиб ўтиш пайтида кенгайиш тактининг бошида камера қисмлари орасида босимнинг катта фарқи (1—2 МПа) юзага келиши мумкин, бу эса оқимнинг жуда катта тезликда оқиб ўтишини ва заряднинг кучли турбулент тарзда ҳаракатланишини таъминлайди, натижада аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнлари тезлашади. Шу туфайли аралашма анча тўлиқ тарзда ва тутамасдан ёнади, ҳавонинг ортиқлик коэффициенти 1,15—1,25 атрофида бўлади.

Ёниш камерасининг конструкцияси ёниш жараёнига у ёки бу ўзига хос хусусиятлар бериши мумкин. Масалан, 6.10-расм, *ж* да кўрсатилган туташтирувчи канал комбинацияланган сопло кўринишида ясалиб, ички қисми газ қатлами воситасида иссиқликни ўтказмайдиган қилинади; бу ерда ҳарорат 600—650°C га етади. Бу ҳол, бир томондан, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш шароитини яхшилайди, иккинчи томондан эса гидравлик қаршиликнинг ортишига ва бунинг оқибатида иш жисми оқиб ўтганда энергиянинг исроф бўлишига олиб келади. 6.10-расм *е* да тас-

вирланган конструкцияда туташтирувчи каналнинг кесими сиқиш жараёнида ва газ оқиб ўтаётганида поршень тубидаги бо-бишка билан беркилиши ҳисобига ўзгариб туради. Бу ҳол газ олд камерага кираётганда ва ёниш маҳсуллари асосий камера-га чиқаётганда уларнинг тезлигини керагича ўзгартириш им-конини беради.

Аралашма олд камерада ҳосил бўлганда асосий камерада иккинчи марта аралаштириш ва ёниш жадаллиги, масалан, уюр-мали камерали дизеллардагига нисбатан двигатель валининг айланиш частотасига камроқ боғлиқ бўлади. Шу туфайли айла-нишнинг юқори частоталарида ҳам, паст частоталарида ҳам аралашма анча тўлиқ ва ўз вақтида ёнади.

Туташтирувчи каналда газнинг дросселланиши сиқиш жа-раёнида олд камерада заряднинг босими ва ҳарорати асосий ёниш камерасидагига нисбатан пастроқ бўлишига олиб келади. Ёнилғининг ёниши олд камерада бошлангани сабабли, айтиб ўтилган хусусият ажратилган камерали барча дизелларга хос бўлган иссиқликнинг деворга ўтиб кетиш юзаси катталиги ху-сусияти билан биргаликда энг аввало совуқлайин ишга туши-ришда ва қизимаган ҳолда ишлашда ўз-ўзидан алангаланиш шароитини ёмонлаштиради. Шу боис ишга тушириш сифатларини яхшилаш учун олд камерали дизелларда сиқинишнинг юқори да-ражалари (18—23), чўгланма свечалар (6.10-расм, *е, ж* га қа-ранг) ва юқори қувватли стартерлар қўлланилади.

Аралашма олд камерада ҳосил қилинганда газнинг энергия-си уюрмали камерали дизеллардагидан ҳам каттароқ аҳамият касб этади. Бу энергиянинг бир қисми сиқиниш такти ишининг сарфланиши ҳисобига, яъни олд камерада фонтансимон ҳаво оқими юзага келганда, асосий қисми эса газнинг кенгайиш иши сарфланиши эвазига ҳосил бўлади. Бу ҳол ёнилғининг пурка-лиш ва тўзитилиш хусусиятларига нисбатан қўйиладиган та-лабларни камайтиради, ёнилғининг йирикроқ тўзитилиши ва 30—35 МПа босим билан узатилиши билан чекланишга имкон беради. Ёнилғи берувчи аппаратларнинг ишлаш шаронти жид-дий тарзда яхшиланади ҳамда уларнинг конструкциясини сод-далаштириш ва арзонлаштириш имконияти туғилади.

Статистика маълумотларига кўра олд камерали мавжуд дизел-лар учун E_e / E_x нисбат 0,03 — 0,04 га тенг.

7- Б О Б. ЁНИШ ЖАРАЁНИ

7.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

ИЕД кривошипининг бурилиш бурчагига қараб иссиқлик ажралиш қонунияти поршень тепасидаги босимнинг ўзгаришига сабаб бўлади. Ушбу қонуният кўп даражада циклнинг энерге-тик ва иқтисодий кўрсаткичларини, деталларга тушадиган меха-ник ва иссиқлик юкланишларини, двигатель ишлаганда чиқади-

ган шовқин даражасини ҳамда маълум даражада унинг механизмларида бўладиган ички исрофларни белгилаб беради. Ўз навбатида, иссиқлик ажралиш қонунияти, ишлатилган газларнинг заҳарлилиқ даражаси, иссиқлик бериш даврининг давомийлиги, иссиқликнинг деворлар орқали исроф бўлиши ва бошқа кўрсаткичлар ёниш жараёнининг кечишини ташкил қилиш ва унинг ўзига хос хусусиятларига кўп даражада боғлиқдир. Шундай қилиб, ёниш жараёнининг амалга ошиш тарзи ва сифати муҳим омиллардан бўлиб, двигателнинг ишлаш самарадорлиги ва унинг эксплуатацион-техник кўрсаткичлари шуларга боғлиқдир.

ИЕД шаронтида ёниш бир ерда кечадиган мураккаб физик-химиявий жараён бўлиб, унинг ривожланиши ва тўлиқлиги оксидланиш реакцияларининг хусусиятлари ва тезликлари билан, ёниш соҳасида иссиқлик ва масса алмашинуви шароитлари билан, шунингдек камерадаги заряднинг таркиби ҳамда ҳолати билан белгиланади. ИЕД да ёниш жараёнидаги оксидланиш реакциялари кўп босқичли тарзда бўлиб, бу реакциялар кечганда турғун бўлмаган ораліқ бирикмалар юзага келади. Бу бирикмалар кетма-кет актлар давомида тугал маҳсулотларга айланади. ИЕД ларда қўлланилувчи мураккаб таркибли муайян мотор ёнилғилари учун, ёниш жараёнида кечадиган кетма-кет реакцияларнинг ҳақиқий аҳволі ҳали етарлича ўрганилмаган, жараёнининг асосий қонуниятларигина маълум.

Химиявий ўзгаришларнинг, шу жумладан, ёниш жараёнларининг расмий қонуниятларини анча яхши акс эттирувчи химиявий кинетика кўрсатмаларига кўра, реакция қўзғалган молекулалар ўзаро таъсирлашганда содир бўлади. Бунда ушбу молекулаларнинг умумий энергияси молекулалар ичидаги мавжуд реагентлар боғини узиш учун етарли бўлган, активлаштириш энергияси деб аталувчи муайян катталиқдан ортиқ бўлади. Реакциянинг тезлиги ушбу тенгламага бўйсунади:

$$W_p = \frac{dC}{dt} = A \cdot p^n \cdot E^{-\frac{E}{\mu RT}}, \text{ кмоль/м}^3 \cdot \text{с}, \quad (7.1)$$

бу ерда: dC/dt — лимитловчи реагент миқдорининг вақт бўйича ўзгариш тезлиги;

A — реагентнинг хоссаларига ва ара-лашманинг таркибига боғлиқ бўлган ўзгармас кўпайтувчи;

n — реакциянинг тартиби, яъни реакциянинг биргина актида қатнашувчи молекулалар миқдори (кўпгина мураккаб реакциялар ёки система-лар учун n касрли қийматга эга бўлади);

E — активлаштириш энергияси (кўпгина ёниш реакциялари учун унинг

самарали қиймати $(8,4—16,8) \cdot 10^4$
кЖ/кмолга тенг);

μR — универсал газ доимийси;

T — аралашманинг абсолют температу-
раси.

(7.1) тенгламага кўра, ҳарорат кўтарилганда реакциянинг тезлиги экспонента бўйича кескин ортади ва аралашманинг босими кўтарилиши билан (агар реакция давомида модданинг миқдори камайишини ҳисобга олмасак) катталашади. ИЁД шароитида ёнилғининг ёниш жараёни химиявий кинетика қонуниятларига ҳамма вақт ҳам бўйсунвермайди. Ёниш жараёни хусусиятларининг энг тўлиқ изоҳини занжирли реакциялар назарияси беради. Бу назариянинг яратилишида академик Н. И. Семёнов бошчилигидаги совет олимлари етакчи роль ўйнадилар. Ушбу назарияга мувофиқ, химиявий реакцияларнинг аксарият қисми якка тартибдаги ўзгаришларнинг узун занжири орқали содир бўлади. Бу ўзгаришларни эркин валентликка эга бўлган, бошланғич ва оралиқ моддалар билан ҳеч қандай қўшимча активлаштириш бўлмаган ҳолда осонгина бирика оладиган химиявий актив зарралар (масалан, Н атоми, СН, ОН, CH_2 ва ҳоказо радикаллар) келтириб чиқаради. Натижада янги маҳсуллар пайдо бўлади ва айни пайтда айнан шундай ёки бошқа турдаги актив зарралар юзага келиб, улар реакция занжирини давом эттиради.

Агар якка тартибдаги реакцияда фақат битта актив зарра вужудга келса, реакция тармоқланмаган бўлади. Бу ҳолда занжирли реакция (7.1) формулага бўйсунди. Актив зарраларнинг ўзаро тўқнашуви, шунингдек, уларнинг деворлар ёки бошқа моддалар билан ютилиши ва бошланғич моддаларнинг сарфланиб бўлиши оқибатида занжирнинг узилиши натижасида занжирли реакциянинг тезлиги пасайиши мумкин.

Демак, ИЁД да ёниш жараёнининг боришига зарраларнинг ҳам иссиқдан, ҳам химиявий жиҳатдан активлашуви таъсир кўрсатади. Бундай активлашиш ҳар хил шароитларда турлича намоён бўлади. Одатдаги ёнишда (иссиқ аланга деб юритилади) ҳароратнинг кўтарилиши жараёни тезлаштирувчи асосий омил саналади. Аммо бунда занжирли реакциялар ҳам маълум даражада роль ўйнайди. Ёниш камерасида ёнилғининг ўз-ўзидан аланга олишида асосий ролни занжирли реакциялар ўйнайди.

ИЁД да ёнишнинг ўзига хос уч тури фарқ қилинади: ўз-ўзидан алангаланиш, ёнувчи аралашма бўйлаб аланганинг тарқалиши, диффузион ёниш.

7.1.1. Ўз-ўзидан алангаланиш

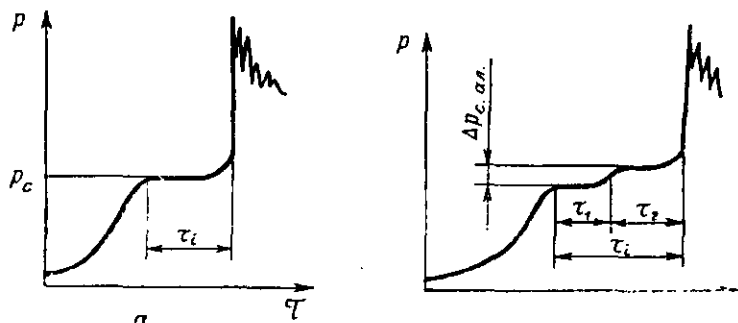
Сиқилган иссиқ ҳавога пуркалган суюқ ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиши дизеллардаги ёниш жараёнининг дастлабки босқичи учун хос ҳодисадир. Ёниб улгурмаган ёнилғи-ҳаво аралаш-

маси қисмининг ўт олдириш свечасидан тарқалаётган аланга олдида ўз-ўзидан алангаланиши детонация манбанга айланиши мумкин. Маълумки, детонация ҳодисаси учқундан ўт оладиган двигателларда ёниш жараёни нормал кечишининг асосий бузилишларидан биридир. Ҳодисаларнинг табиати иккала ҳолда ҳам бир хилдир, аммо улар ривожланадиган шароит, бинобарин, натижалар ҳам ҳар хил бўлади.

Ўз-ўзидан алангаланиш иссиқлик ажралиши ва чала оксидланишнинг оралиқ маҳсуллари (альдегидлар, спиртлар ва ҳоказо) ҳосил бўлиши билан кечувчи аланга олдидаги занжирли реакциялар ривожланишининг якуний натижасидир. Бу ҳодиса занжирли реакциялар оқибатида иссиқлик ажралиш тезлиги алангаланиш соҳасидан иссиқлик йўқолиш жадаллигидан ортнқ бўлган шароитда юзага келади. Ўз-ўзидан алангаланиш маълум вақт ичида, яъни занжирли реакцияларнинг пайдо бўлиши учун шароит юзага келган пайтдан (масалан, дизелнинг ёниш камерасига ёнилғи пуркаш бошланган вақтда ёки ёнувчи аралашмани иссиқлигини йўқотмаган ҳолда тезда сиқиш пайтида) бошлаб то «иссиқ» аланга пайдо бўлгунга қадар ўтган вақт оралиғида содир бўлади. Бу даврда ёрқин ёруғлик пайдо бўлади, ҳарорат ва босим тез кўтарилади.

Бу вақт оралиғи алангаланишнинг кечикиш даври (τ) деб аталади. Реакцияларнинг тезлиги ва иссиқлик самараси қанча юқори бўлса, кечикиш даври шунча қисқа бўлади.

7.1-расм, а да паст ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш деб юритилувчи, 600—750 К температураларда парафин ва нафтен углеводородлар учун хос бўлган икки босқичли ўз-ўзидан алангаланиш жараёни тасвирланган. τ_1 нинг биринчи босқичида чала оксидланишнинг тургун бўлмаган оралиқ маҳсуллари тўпланади, натижада «совуқ» аланга деб юритилувчи ҳаёо ранг аланга пайдо бўлади, ҳарорат бир неча ўн градусдан юзларча градусгача кўтарилади ва $\Delta p_{c,cl}$ босим ортади. τ_1 нинг иккинчи босқичида, тўпланиб қолган оралиқ бирикмаларнинг оксидланиш жараёни кечади ва ёниш манбаи пайдо бўлади. τ_2 ҳарорат кўтарилиши билан қисқаради ва бо-



7.1 - расм. Сиқиш натижасида ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан алангаланиш даврида босимнинг ўзгариши:

а — бир босқичли ва б — икки босқичли ўз-ўзидан алангаланиш

симга кам даражада бўглиқ бўлади. t_2 эса, аксинча ҳарорат кўтарилганда узаяди ва босим ортганда қисқаради. Шу сабабли баъзи ёнилғиларнинг умумий кечикиш даври t_1 температураларнинг анча кенг доирасида (700—850 К) озгинагина ўзгаради, холос. Паст ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш одатдаги дизель ёнилғилари қўлла-ниладиган дизелларга хосдир. Бунда ёнилғининг цетан сони қанча юқори бўлса, кечикиш даври шунча қисқа бўлади.

7. 1-расм, б да юқори ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш деб аталадиган бир босқичли ўз-ўзидан алангаланиш жараёни тас-вирланган. Бу жараён чексиз ва ароматик углеводородларда 800—1200 К температурада кузатилади. Аралашманинг ҳарора-ти кўтарилиши билан кечикиш даври узлуксиз қисқариб бора-ди. Ёнувчи аралашма таркибида инерт суюлтиргичлар (H_2O , N_2 , CO_2) бўлганда реакциялар тезлиги пасаяди, чунки бунда реагентлар миқдори камаяди, ажралаётган иссиқликнинг бир қисми эса инерт таркибий қисмларнинг исшига сарфланади. Ҳавонинг керагидан кўпайиб кетиши (ортиқлиги), яъни ёнилғи-ҳаво аралашмасининг суюқлашуви ҳам худди шундай таъсир кўрсатади. Шу сабабли ўз-ўзидан алангаланишнинг бошланғич босқичлари қуюқ аралашмаларда ($\alpha=0,1-0,6$) энг жадал ри-вожланади.

Алангаланиш олдидан бўладиган реакцияларнинг занжирли тарздалигини эътиборга олиб, ёнилғига кам миқдорда махсус қўшилмалар қўшиш йўли билан реакцияларнинг ривожланиши ва тезлигига таъсир кўрсатиш мумкин. Дизель ёнилғиларига органик пероксидлар ёки нитробирикмалар (этилнитрат, амил-нитрат ва ҳоказо) қўшилганда кечикиш даври қисқарган ҳолда (яъни ёнилғининг цетан сони ортган ҳолда) ўз-ўзидан аланга-ланишнинг бошланғич босқичлари кескин тезлашади. Бензин-ларга антидетонатор (масалан, тетраэтилқўрғошин) қўшилса, детонация ҳодисалари бартараф этилган ҳолда (яъни ёнилғи-нинг октан сони ортган ҳолда) ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан аланга олиши кескин секинлашади. Бу ҳодисага актив зарралар металл атомлари билан ёки антидетонатор парчаланиши нати-жасида ҳосил бўлган металл оксидлари билан ўзаро таъсир-лашганда занжирларнинг узилиши сабаб бўлади.

Дизелларда тўзитилган суюқ ёнилғининг ўз-ўзидан аланга олиши бир жинсли газ аралашмаларидагидек қонунлар асосида ривожланади. Аммо бу ерда жараён химиявий ўзгаришлардан олдин кечувчи ёнилғи зарраларининг аралашishi, исishi ва буғ-ланиши каби физик ҳодисалар туфайли мураккаблашади. Шу сабабли ягона манбадаги алангаланишнинг кечикиш даври физик ҳамда химиявий таркибий қисмлар (компонентлар) дан иборат бўлади. Аммо умуман, пуркалган ёнилғи оқими учун физик ва химиявий жараёнлар бир вақтда кечади, шу боис ташқи ало-матларига кўра қайд қилинувчи кечикиш даврида унинг тарки-бий қисмларини ажратиб кўрсатиш амалда мумкин эмас.

Пуркалган ёнилғи зарраларининг исishi ва буғланиш жара-ёнлари иссиқлик беришни талаб этади, аммо бунинг оқибатида

аралашманинг ҳарорати пасайиб қолади, ёнилғининг камерадаги миқдори қанча кўп, яъни унинг иссиқ ҳаво билан иссиқлик алмашилиш юзаси қанча катта бўлса, аралашманинг ҳарорати шунча кўп пасаяди. Шу сабабли ўз-ўзидан алангаланиш манбалари ёнилғи оқимларининг чекка қисмларида, яъни ёнилғи энг қулай миқдорда тўпланадиган ва ҳарорат юқори бўладиган жойларда юзага келади. Юзага келган манбалардан аланга ёнувчи аралашманинг қўшни қисмларига, яъни ўз-ўзидан алангаланишга тайёргарлик ҳали поёнига етмаган жойларга тарқалади. Юзага келаётган бирламчи манбалардан аланганинг тарқалиш тезлиги аралашманинг бир жинслилик даражасига ва унда алангаланиш олдидан бўладиган реакциялар хусусиятларининг ривожланишига боғлиқ ҳолда бир неча ўн м/с дан тортиб товуш тезлигидан юқори қийматларгача ўзгариши мумкин. Муайян физик-химиявий хоссаларга эга бўлган ёнилғи учун, ёнилғи қанчалик бир жинсли қилиб пуркалса, яъни оқимдаги турли соҳалар орасида томчиларнинг миқдори ва ўлчамлари орасидаги фарқ қанчалик кам бўлса, бирламчи манбалардан тарқалаётган аланганинг ҳаракатланиш тезлиги шунчалик юқори бўлади.

Ёнувчи аралашманинг кўп миқдорда бирданига ўз-ўзидан алангаланиши муайян жойда ҳарорат ва босимнинг кескин кўтарилишига олиб келади, бунинг натижасида зарбли тўлқинлар пайдо бўлади. Улар ёниш камерасида тарқалар экан, ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланаётган ёнувчи аралашма билан тўлган қўшни ҳажмларнинг тез сиқилиши ва қизишига сабаб бўлади. Одатда, дизелларда ёнилғи анчагина бир жинслимас тарзда тўзитилади, алангаланиш манбалари эса циклик ёнилғи миқдорининг каттагина қисми пуркалгунга ёки ўз-ўзидан алангаланишга тайёр бўлгунга қадар юзага келади. Шу бос зарбли тўлқинлар ё пайдо бўлмайди, ёки номақбул оқибатларни келтириб чиқармаган ҳолда ўз-ўзидан алангаланишга тайёр бўлмаган аралашма бўйлаб ўтади. Бунда ёнилғининг цетан сони қанча зиёд бўлса, ўз-ўзидан алангаланишнинг бирламчи манбалари шунча барвақт пайдо бўлади, яъни аралашма ўз-ўзидан алангаланишга тайёрлик даражаси бўйича шунча бир жинслимас бўлади. Шунинг учун алангаланиш анча секин содир бўлади, камерада ҳарорат ва босимнинг кўтарилиши эса юмшоқроқ кечади.

Цетан сони кичик, салга буғланувчи ёнилғи (масалан, бензин) дан фойдаланилгандагина ўз-ўзидан алангаланиш бошланадиган пайтда ёниш камерасида кўп миқдорда буғланган ва ҳаво билан аралашган ёнилғи тўпланиши мумкин. Бу ҳолда ўзи-ўзидан алангаланиш катта ҳажмда содир бўлади, натижада зарбли тўлқинлар пайдо бўлади ва камерада ўзига хос тақиллаш пайдо бўлади, босим ва ҳарорат кескин кўтарилади. Октан сони юқори (ёки цетан сони кичик) бўлган ёнилғи қўлланилганда ўз-ўзидан алангаланиш даврининг узайиб кетиши ёниш камерасида ёниш жараёни бўлмаслигига олиб келиши мумкин.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД да ёнувчи аралашма камерада буғланган ҳолатда бўлади ва унинг таркиби дизеллардагига нисбатан бир жинслироқ бўлади. Шу сабабли унда алангаланиш олдидан жараёнлар аралашманинг исини ва сиқилиши натижасида ҳажм бўйича бир текисроқ ривожланади. Агар қандайдир соҳада ўз-ўзидан алангаланишнинг ривожланган манбаи ҳосил бўлиши учун шароит юзага келган бўлса (чунончи, аралашманинг маълум жойи исини натижасида), у ҳолда зарбли тўлқинлар ёнувчи аралашманинг қўшни соҳаларидан, қайсики алангаланиш олдидан бўладиган жараёнлар ниҳоясига етишига яқин қолган соҳалардан ўтаётиб ёнмай қолган, портловчан бўлган аралашманинг чақнашига сабаб бўлади. Бу ҳодиса учқундан ўт олдириладиган ИЕД даги детонацион ёнишнинг моҳиятини ташкил этади.

7.1.2. Ёнувчи аралашмада аланганинг тарқалиши

Ёнишнинг бу тури ёниш камераси олдиндан тайёрланган қўп ёки кам даражада бир жинсли ёнувчи аралашма билан тўлдириладиган, учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар учун хосдир. Ўт олдириш свечасининг электродлари ўртасида юқори кучли электр зарядидан ҳосил бўлган аланга иссиқликнинг ёниш соҳасидаги актив марказларнинг яқинида турган янги аралашмага диффузия туфайли узатилиши ҳисобига камера бўйлаб тарқалади.

Ёнишнинг *ламинар* ва *турбулент* хиллари бўлади. Ламинар ёнишда аланганинг кўлами (фронт) тор соҳадан иборат бўлиб, у бошланғич ҳарорати T_0 га тенг бўлган янги аралашмани якуний ҳарорати T_z га тенг бўлган ёниш маҳсулларида ажратиб туради. Бу соҳанинг бошида аралашманинг исини асосан унга реакция соҳасидан ёниш маҳсуллариининг молекуляр диффузияланиши эвазига, шунингдек газнинг иссиқлик ўтказиши туфайли содир бўлади. Айтиб ўтилганидек, химиявий реакциялар тезлиги ҳарорат кўтарилиши билан ортиши муносабати билан химиявий ўзгаришлар соҳаси аланга кўламида унинг умумий қалинлигининг озгина қисмини (тахминан 20% ини) ташкил этади, бу қисмда ҳарорат якуний T_z ҳароратга яқин бўлади.

Ламинар аланганинг қалинлиги миллиметрнинг ўндан бир улушини ташкил этади. Ламинар аланганинг янги аралашмага нисбатан унинг юзасига тик йўналишда ҳаракатланиш тезлиги *аланганинг нормал тезлиги* u_n дейилади. Углеводородли ёнилғилар учун аланганинг ҳаводаги нормал тезлиги энг юқори 0,15—0,45 м/с қийматларга етади. Ёнилғи ёпиқ ҳажмда ёндирилганди ламинар аланга кўлами юқорида айтилганидан анча катта тезлик билан ҳаракатланади. Буни аланга кўлами ортида ёниш маҳсуллариининг кенгайиши билан ва босимнинг тенглашиши натижасиди янги аралашманинг сиқилиши ҳисоби га аланганинг кўчиб ўтиши билан тушунтириш мумкин. Аралашма қуюқроқ (бензин учун $\alpha = 0,85—0,92$) бўлганда аланганинг нормал тезлиги энг юқори қийматга етади ва аралашма суюқлашганда ҳам,

кейин яна қуюқлашганда ҳам пасая боради. $u_n = 6 - 8$ см/с га етганда ёниш соҳаси кенгайиши ва иссиқлик исрофи ортиши туфайли аланга ўчади.

Аралашманинг рухсат этилган қуюқлик чегараси *юқори концентрацион чегара* дейилади; ламинар аланга ана шу чегарадан юқорида тарқала олмайди. Аралашманинг рухсат этилган суюқлик чегараси *қуйи концентрацион чегара* дейилади. ИЕД ларда қўлланиладиган бензиннинг мазкур чегаралари ҳавонинг ортиқлик коэффициенти $0,6 < \alpha < 1,3$ атрофида ўзгаришига мос келади. Газсимон ёнилғилар учун қуйи концентрацион чегара суюқ аралашмаларга мос келади. Аралашманинг ҳарорати кўтарилиши билан аланганинг нормал тезлиги ортиб боради, концентрацион чегаралар эса кенгайиб боради. Босимнинг ортиши, аксинча, аланга қўламида диффузияланиш ва иссиқлик узатилиш тезликлари пасайиши туфайли u_n нинг камайишига олиб келади.

Номинал тезлик режими $4000 - 6000$ мин⁻¹ бўлган замонавий тезюрар ИЕД лар ёниш ўз вақтида тугалланиши учун аланганинг тарқалиш тезликлари катта бўлишини талаб қилади. Аммо ҳатто газсимон ёнувчи аралашмалар ламинар ёнганда ҳам бундай тезликларни ҳосил қилиб бўлмайди. Масалан, айланиш частотаси 5000 мин⁻¹ бўлганда ва аланганинг йўли свечадан камера деворигача 50 мм ни ташкил этганда (цилиндрнинг диаметри $80 - 85$ мм) ёниш тирсақли валнинг 60° бурилиши ичида тугалланиши учун аланга ўртача камида 25 м/с тезликда тарқалиши керак, бу эса бензиннинг u_n қийматидан бир неча ўн баробар кўпдир.

Аралашма ёнишининг бундай катта тезлиги фақат турбулент ёнишда ҳосил бўлиши мумкин. Бунга эришиш учун аралашма кираётганда ва сиқилаётганда турбулент пульсациялар юзага келтирилиши, яъни аралашманинг бир ҳажмлари ёки қатламлари бошқасига нисбатан тартибсиз равишда, ҳар хил ҳаракатлантирилиши зарур. Бунда ёниш жараёнининг механизми ўзгаради.

Агар аралашма зарраларининг турбулент пульсациялари амплитудаси ламинар аланганинг қалинлигидан зиёд бўлмаса (*кичик масштаби турбулентлик*), у ҳолда у иссиқ ва совуқ зарраларнинг аланга қўламида кўчиш тезлигини оширади ҳамда иссиқлик алмашинувини тезлаштиради, ёниш тезлигини ва аланганинг тарқалиш тезлигини жадаллаштиради. Бунда аланга қўламининг шакли ўзгармайди. Агар турбулент пульсациялар амплитудаси аланганинг қалинлигидан катта бўлса (*йирик масштаби турбулентлик*), аланга қўламининг шакли 7.2-расм, а да кўрсатилгандек бузилади ва аралашманинг ёниш маҳсуллари билан ўзаро таъсирлашиш юзаси катталашади. Ламинар ёнишга хос бўлган аланга қўламида зарраларнинг молекуляр диффузияланиши ушбу ҳолда бутун бошли газ ҳажмларининг турбулент кўчиши билан алмашинади.

Турбулент пульсациялар жадаллиги ортганда аланга қўлами узилди ва ёнишга улгурмаган аралашманинг бутун бошли ҳажмлари

иссиқ маҳсуллар қуршозида қолади (7.2-расм, б га қаранг). Бундай ҳажмлар деярли бир вақтда алангаланади, бу эса босимнинг кескин узилишларига (пульсация) олиб келади, оқибатда турбулент алангадан кучли шовқин чиқади ва у тебрана бошлайди. Турбулент ёниш тезлиги турбулент пульсациялар жадаллиги, яъни двигател тирсакли валининг частотасига мутаносиб тарзда ортиб бориши аниқланган. Бу ҳол тезюрар ИЕД ларда аланга кўламининг ҳаракатланиш тезлигини $u_{\text{ен}} = 50 - 80$ м/с га етказиш имконини беради. Турбулент аланга кўламининг қалинлиги 20—25 мм га етиши ва бундан ҳам ортиқ бўлиши мумкин.

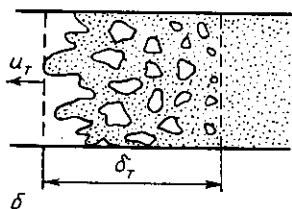
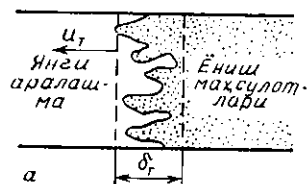
Ёниш механизмининг ўзгариши муносабати билан турбулент аланганинг тарқалиш тезлиги ламинар ёнишдагига нисбатан турли омилларнинг таъсирига бошқачароқ боғлиқ бўлади. Жумладан, $u_{\text{ен}}$ аралашманинг босими кўтарилиши билан ортади, ёниш температураси юқорилашганда тезроқ катталашади, аралашманинг таркибига камроқ боғлиқ бўлади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, турбулент пульсациялар айна пайтда ёниш соҳасида иссиқлик йўқолишининг ортишига ҳам олиб келади. Янги аралашма соҳасига киритиладиган иссиқ газнинг ҳажми кичик бўлганда турбулентлиكنинг жадаллашуви ёниш тезлигига ёмон таъсир қилиб, аланганинг турғунлиги бузилишига ва ҳатто унинг ўчиб қолишига сабаб бўлиши

мумкин.

7.1.3. Диффузион ёниш

Дизелларда ёнувчи аралашма бевосита цилиндрда, ёниш бошланиши олдиндан ҳосил бўлади ва камерада аланга пайдо бўлгандан кейин ҳам бу жараён давом этади. Бунда ёнилғи зарралари тўғридан-тўғри реакция соҳасига тушиб у ерда ҳаво



7.2-расм. Бир жинсли аралашманинг турбулент ёниши:

а — кучсиз турбулент ёниш; б — кучли турбулент ёниш

кислороди билан аралашади. Реакция соҳасида юқори ҳароратли аланга мавжуд бўлганда химиявий жараёнлар жуда тезлик билан кечади ва ёнилғининг ёниш тезлигини қатъий чеклаб қўймайди. Унинг тезлигини ёнилғининг ҳаво билан диффузион аралашуви чеклайди ва ростлаб туради. Шу сабабли газ-турбинали двигателлар, буғ қозон қурилмалари, газ горелкалари ва бошқа қурилмаларнинг ёниш камераларида ҳам қўлланиладиган ёнишнинг бу тури *диффузион ёниш* деб аталади.

Диффузион ёниш қатор ўзига хос хусусиятлари билан олдиндан аралаштирилган бир жинсли аралашмаларнинг ёнишидан фарқ қилади. Агар реакция соҳасига ёнилғи ва оксидлов-

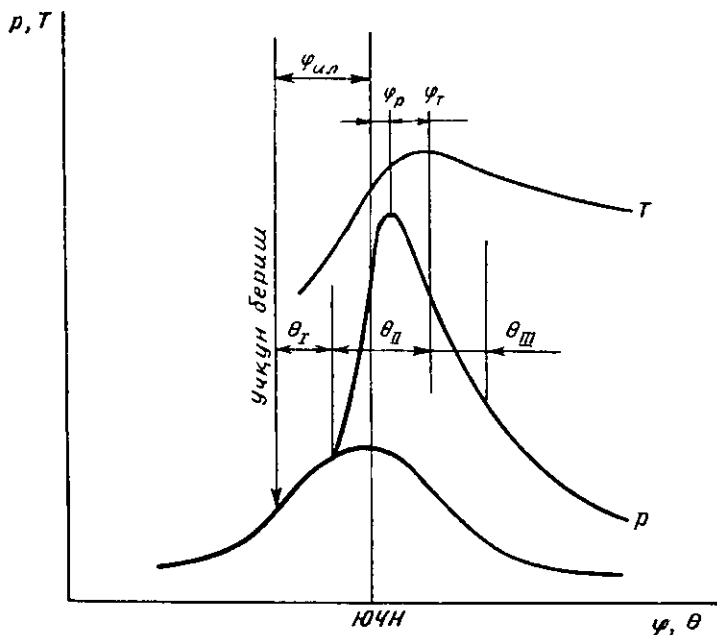
чи модда алоҳида-алоҳида берилса, ёниш соҳаси бирмунча қуюқ аралашма (дизель ёнилғиси ва бензин учун $\alpha = 0,85-0,92$) ҳосил бўладиган жойда жойлашади.

Агар ёнилғининг ёки оксидловчи модданинг берилиши фазо бўйича ҳар хил ва вақт бўйича турлича бўлса, аланга кўлами мос равишда ўзгаради, концентрацияси энг мақбул бўлган соҳада автоматик тарзда барқарорлашади. Агар суяқ ёнилғи ёниш соҳасига тўзилган ҳолда берилса, буғланаётган томчилар атрофида, буғ пардасининг ташқи томонида, яъни ёнилғи ва ҳаво керакли миқдорда тўпланадиган жойда аланганинг маҳаллий кўламлири юзага келади. Ҳавода томчилар миқдори жуда зич бўлганда улар аланганинг умумий кўлами билан қуршалади. Кичик диаметрли (40 мкм дан кичик) томчиларнинг ёниши бир жинсли аралашманинг ёнишидан кам фарқ қилади, бироқ аланга кўлами анчагина турғун бўлади, чунки бу ҳолда ҳамма вақт реагентлар концентрацияларининг ёниши учун энг мақбул бўлган соҳа ва ҳамиша реакциялар катта тезликда кечадиган юқори ҳароратли соҳа мавжуд бўлади. Шу сабабли дизеллар жуда суяқ ўртача аралашмаларда ҳам ($\alpha > 4$) ёниш жараёни бузилмаган ҳолда ишлай олади.

Шу билан бир қаторда, диффузион ёниш дизелларда кўп учрайдиган салбий ҳодиса — ишлатилган газларнинг туташига сабаб бўлиши ҳам мумкин. Ёнилғи ёниш камерасида нотекис тақсимланганда, айниқса, агар нисбатан катта ўлчамли (100 мкм ва ундан катта) томчилар мавжуд бўлса, ёнилғи зарралари аланганинг барқарор мавжуд соҳасига тушиб, ҳаво етишмовчилиги ($\alpha \leq 0,3-0,35$) да крекинг ҳодисасига учрайди, яъни молекулалари парчаланиб қаттиқ углерод юзага келади. Углерод зарралари оғир углеводородлар иштирокида йирикроқ (тахминан 300 мкм) зарраларга айланиб, жараёнининг кейинги босқичларида ёнишга улгурмайди ва қурум (қора тутуннинг таркибий қисми) ҳосил қилади. Майда зарралар парчаланганда ҳам углерод зарралари юзага келиши мумкин, аммо ўлчамларининг кичиклиги туфайли улар тугал ёниш маҳсулларига қадар оксидланишга улгуради, лекин бунла жараёнининг чўзилиб кетиши туфайли циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси бироз ёмонлашади, ҳолос. Олдиндан аралаштирилган бир жинсли аралашмалар ёнганда қурум пайдо бўлиш эҳтимоли анча кам бўлади, чунки концентрациянинг юқори чегараси мавжудлиги туфайли аралашма қуюқлашганда аланга ўчади.

7.2. УЧҚУНДАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ИЕД ЛАРДА ЁНИШ ЖАРАЁНИ

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда иш жараёни одатдагича ташкил қилинганда сиқиш ҳажмида бўлган ёнилғи, ҳаво ва кам миқдордаги қолдиқ газларнинг деярли бир жинсли аралашмаси электр учқуни таъсирида ёнади ва турбулент аланга кўламининг бутун заряд бўйлаб тарқалиш жараёнида ёниб ту-



7.3 - расм. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД даги ёниш жараёни босқичлари

гайди. Қулайлик учун унда учта босқич ажратиб кўрсатилади (7.3-расмга қаранг). θ_I — *бошланғич босқич*, бу вақт ичида аралашма учқун таъсирида ёниши натижасида пайдо бўлган кичик аланга манбаи аста-секин турбулент аланга кўламига айланади; θ_{II} — *асосий босқич*, бунда турбулент аланга ёниш камераси бўйлаб, камера ҳажми кам ўзгарганда, тез тарқалади; θ_{III} — аланга кўламининг ортидан, девор яқинидаги қатламларда ва цилиндр устёпмаси билан поршень туби орасидаги тирқишда *аралашманинг ёниб тугалланиш босқичи* (мазкур босқич кенгайиш тактида юз беради).

Ягона ёниш жараёнининг алоҳида босқичлари орасида аниқ чегара ўрнатиб бўлмайди, чунки ёниш хусусиятлари секин-аста ўзгариб боради. Ёниш жараёнига у ёки бу омилнинг кўпроқ таъсири ҳақидагина гапириш мумкин. I босқич электр учқунни узатилган лаҳзада бошланади ва индикатор диаграммасидаги ёниш чизиги соф сиқилиш чизигидан ажралиш нуқтасида, яъни ёниш натижасида газлар босими сезиларли даражада кўтарила бошланган пайтда тугайди (7.3-расм). I босқич давомида цикл ичида ажраладиган умумий иссиқлик миқдорининг тахминан 1,5—2% қисми ажралади, унинг давом этиш вақти эса тирсакли валнинг 8—15° бурилиш бурчагини ташкил этади.

Ёниш жараёнининг индикатор диаграмма бўйича таҳлил қилишда II ва III босқичлар орасидаги чегара сифатида кўпинча газнинг босими энг юқори қийматга етган пайт (7.3-расмдаги φ_p) қабул қи-

линади. Цикл температураси энг юқори қийматга кўтарилган нуқта (7.3-расмдаги Φ_T) асосий босқич тугалланишининг анча асосли лаҳзаси ҳисобланади. Бу нуқта Φ_p нуқтадан кейин юзага келади ва циклда иссиқлик ажраллиқ хусусиятларини ҳисоблаш асосида аниқланади.

Асосий босқич тугаган пайтда (циклнинг энг юқори температура нуқтасига кўра аниқланади) цикл давомида ажраладиган ҳамма иссиқликнинг 92—95% қисми ажралади, бунда унинг давом этиш вақти тирсакли валнинг 25—35° бурилиш бурчагини ташкил этади. Ёниш тугаган пайтда III босқич ниҳоясига етади, бунини ёниш камерасида аланганинг сўнишидан аниқлаш мумкин. Баъзан иссиқликнинг ажралиш тезлиги ёниш ҳисобига иссиқликнинг камера деворларига ўтиб кетиш тезлигига тенглашадиган нуқта шартли равишда ёниш тугаганлигини билдирувчи нуқта сифатида қабул қилинади. III босқичда цикл давомида ажраладиган иссиқлик миқдорининг 6—13% қисми ажралади, унинг давом этиш вақти эса тирсакли валнинг 8—15° бурилиш бурчагини ташкил этади.

Ёниш жараёнининг хусусиятлари ва ёниш босқичларининг давом этиш вақти кўпгина омилларга боғлиқ бўлиб, биргина двигателнинг ўзида ростланишлар ва ишлаш режими ўзгарганда улар ҳам ўзгаради. Келтирилган рақамлар ўртача кўрсаткич бўлиб, тўлиқ юкланишга ва номинал айланиш частотасига тааллуқлидир.

Ўт олдириш учқунини ҳосил қилинганда свеча электродлари орасида тахминан 10000°C га яқин жуда юқори ҳарорат юзага келади. Бундай ҳарорат натижасида шу ҳажмдаги аралашма бир онда аланга олади, бунда химиявий реакциялар ривожига ҳеч қандай кечикиш бўлмайди. Ёниш манбаи ҳали кичиклигида аланганинг тезлиги ламинар ёнишга мос келади, чунки жараёнга кичик масштабни турбулент пульсациялар таъсир қилади. Йирик масштабни пульсациялар ёниш зонасидан иссиқлик ажралишини кучайтиради, холос ва жараёни тезлаштирмаган ҳолда кичик аланга манбаини яхлит тарзда кўчириши мумкин. Бу босқичда ёниш тезлиги кўп даражада ёнувчи аралашманинг физик-химиявий хоссалари билан белгиланади.

Тирсакли валнинг бурилиш градусларида ифодаланувчи бошланғич босқичнинг давом этиш вақти валнинг айланиш частотаси билан $\Theta_i \approx u_H \cdot n^m$ муносабат орқали боғланган (бу ерда $m = 0,5 - 1$), яъни тезлик режими кўтарилганда у узаяди. Аланга манбаининг кўлами катталашгани сари йирик масштабни турбулент пульсацияларнинг ёниш тезлигига ижобий таъсири тобора сезила боради.

Асосий босқичда аланганинг тарқалиш тезлиги аралашманинг хоссаларига кам даражада боғлиқ бўлади ва тирсакли валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда ўзгаради. Шунинг учун унинг тирсакли валнинг бурилиш градусларида ифодаланувчи давом этиш вақти ИЕДнинг тезлик режими ўзгарганида деярли ўзгармайди. Цилиндрда газ босими кўтарилишининг энг юқори жадаллиги ($dp/d\phi$) асосий босқичнинг

муҳим хусусияти ҳисобланади. ИЕД деталларига газ кучларининг қўйилиш динамикаси, унинг шовқин чиқариш даражаси ва хизмат муддати (маълум даражада) ана шу хусусиятга боғлиқдир. Учқундан ўт олдириладиган замонавий двигателлар учун ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллиги дизелларга нисбатан унча юқори бўлмаган қийматларга (0,12—0,25 МПа/град) эга бўлиб, ишнинг шовқинлилиги нуқтан назаридан тамомила рухсат этса бўладиган даражададир. У сиқинш даражаси, заряднинг турбулентлилиги ва ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги ортиб бориши билан катталашиб боради.

Аланга ёниш камераси деворларига яқинлашиб боргани сари унинг тарқалиш тезлиги пасайиб боради, бу ҳодиса девор яқинидаги қатламларда аралашма турбулентлилигининг камлиги билан боғлиқдир. Бундан ташқари, деворларнинг совитувчи таъсири ҳамда актив зарралар металл сиртларга текканда оксидланиш занжирли реакцияларининг узлиш таъсири сезила бошлайди. Ёниб тугаш жараёни деворлар яқинида ҳам, аланга кўлами ортида ҳам тирсакли вал бурилиш бурчагининг муайян оралиғи давомида тобора пасайиб боровчи тезлик билан давом этади. Ёниб тугаш жараёнида аланганинг тезлиги иш аралашмасининг физик-химиявий хоссаларига асосий босқичдагига нисбатан кўпроқ даражада боғлиқ бўлади.

7.2.1. Ёниш жараёнига турли омилларнинг таъсири

Ёнувчи аралашманинг таркиби. Бу омил таркибий қисмлар (ёнилғи ва кислород) нинг ёнишдаги нисбий миқдорини белгилайди ҳамда унинг хусусиятларига ҳам, ҳосил бўладиган маҳсулотларнинг параметрлари (температура ва босим) га ҳам кучли таъсир қилади. Максимал ёниш тезлиги ва газнинг энг юқори температураси $\alpha = 0,85—0,92$ бўлган қуюқ аралашмада ҳосил қилинади. Бундай аралашмалар электр учқундан осонгина алангаланади ва ёнишнинг циклдан-циклга яхши ўтишини таъминлайди. Бу ҳол ёнишда молекуляр ўзгариш коэффициенти юқори бўлиши (3.1-расмга қаранг) билан биргаликда циклдан энг катта иш олиш имконини беради. Шу билан бирга, қуюқ аралашмалар ёнганида кислороднинг камлиги туфайли чала оксидланиш маҳсуллари (CO , H_2) юзага келиб, улар атмосферага чиқариб ташланади. Шу сабабли ёнилғининг ёниш иссиқлигидан цилиндрларда тўлиқ фойдаланилмайди ва циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси тўла ёнишдагига ($\alpha = 1$) нисбатан камроқ бўлади. Аралашманинг кўрсатилган қийматлардан ортиқ қуюқлашуви мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда ёниш тезлиги пасаяди, ёнилғининг ёниш иссиқлигидан фойдаланиш даражаси эса янада камайиб кетади.

ИЕД ларда ҳосил бўладиган аралашманинг ҳажм бўйича таркиби бир жинсли бўлмаган ҳоллар доимо мавжуд бўлади. Шу сабабли бундай двигателларда суюқ ёнилғи қўлланилганда ёниш иссиқлигидан тўла фойдаланиш учун аралашма стехио-

липади. Цикл температураси энг юқори қийматга кўтарилган нуқта (7.3-расмдаги Φ_T) асосий босқич тугалланишининг анча асосли лаҳзаси ҳисобланади. Бу нуқта Φ_p нуқтадан кейин юзага келади ва циклда иссиқлик ажралиш хусусиятларини ҳисоблаш асосида аниқланади.

Асосий босқич тугаган пайтда (циклнинг энг юқори температура нуқтасига кўра аниқланади) цикл давомида ажраладиган ҳамма иссиқликнинг 92—95% қисми ажралади, бунда унинг давом этиш вақти тирсакли валнинг 25—35° бурилиш бурчагини ташкил этади. Ёниш тугаган пайтда III босқич ниҳоясига етади, буни ёниш камерасида аланганинг сўнишидан аниқлаш мумкин. Баъзан иссиқликнинг ажралиш тезлиги ёниш ҳисобига иссиқликнинг камера деворларига ўтиб кетиш тезлигига тенглашадиган нуқта шартли равишда ёниш тугаганлигини билдирувчи нуқта сифатида қабул қилинади. III босқичда цикл давомида ажраладиган иссиқлик миқдорининг 6—13% қисми ажралади, унинг давом этиш вақти эса тирсакли валнинг 8—15° бурилиш бурчагини ташкил этади.

Ёниш жараёнининг хусусиятлари ва ёниш босқичларининг давом этиш вақти кўпгина омилларга боғлиқ бўлиб, биргина двигателнинг ўзида ростланишлар ва ишлаш режими ўзгарганда улар ҳам ўзгаради. Келтирилган рақамлар ўртача кўрсаткич бўлиб, тўлиқ юкланишга ва номинал айланиш частотасига тааллуқлидир.

Ўт олдириш учқуни ҳосил қилинганда свеча электродлари орасида тахминан 10000°C га яқин жуда юқори ҳарорат юзага келади. Бундай ҳарорат натижасида шу ҳажмдаги аралашма бир онда аланга олади, бунда химиявий реакциялар ривожига ҳеч қандай кечикиш бўлмайди. Ёниш манбаи ҳали кичиклигида аланганинг тезлиги ламинар ёнишга мос келади, чунки жараёнга кичик масштаби турбулент пульсациялар таъсир қилади. Йирик масштаби пульсациялар ёниш зонасидан иссиқлик ажралишини кучайтиради, холос ва жараёни тезлаштирмаган ҳолда кичик аланга манбаини яхлит тарзда кўчириши мумкин. Бу босқичда ёниш тезлиги кўп даражада ёнувчи аралашманинг физик-химиявий хоссалари билан белгиланади.

Тирсакли валнинг бурилиш градусларида ифодаланувчи бошланғич босқичнинг давом этиш вақти валнинг айланиш частотаси билан $\Theta_i \approx u_H \cdot n^m$ муносабат орқали боғланган (бу ерда $m = 0.5 - 1$), яъни тезлик режими кўтарилганда у узаяди. Аланга манбаининг кўлами катталашгани сари йирик масштаби турбулент пульсацияларнинг ёниш тезлигига ижобий таъсири тобора сезила боради.

Асосий босқичда аланганинг тарқалиш тезлиги аралашманинг хоссаларига кам даражада боғлиқ бўлади ва тирсакли валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда ўзгаради. Шунинг учун унинг тирсакли валнинг бурилиш градусларида ифодаланувчи давом этиш вақти ИЕДнинг тезлик режими ўзгарганида деярли ўзгармайди. Цилиндрда газ босими кўтарилишининг энг юқори жадаллиги ($dp/d\varphi$) асосий босқичнинг

муҳим хусусияти ҳисобланади. ИЕД деталларига газ кучларининг қўйилиш динамикаси, унинг шовқин чиқариш даражаси ва хизмат муддати (маълум даражада) ана шу хусусиятга боғлиқдир. Учқундан ўт олдириладиган замонавий двигателлар учун ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллиги дизелларга нисбатан унча юқори бўлмаган қийматларга (0,12—0,25 МПа/град) эга бўлиб, ишнинг шовқинлилиқ нуқтан назаридан тамомла рухсат этса бўладиган даражададир. У сиқинш даражаси, заряднинг турбулентлилиги ва ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги ортиб бориши билан катталшиб боради.

Аланга ёниш камераси деворларига яқинлашиб боргани сари унинг тарқалиш тезлиги пасайиб боради, бу ҳодиса девор яқинидаги қатламларда аралашма турбулентлилигининг камлиги билан боғлиқдир. Бундан ташқари, деворларнинг совитувчи таъсири ҳамда актив зарралар металл сиртларга текканда оксидланиш занжирли реакцияларининг узилиш таъсири сезила бошлайди. Ёниб тугаш жараёни деворлар яқинида ҳам, аланга кўлами ортида ҳам тирсакли вал бурилиш бурчагининг муайян оралиғи давомида тобора пасайиб боровчи тезлик билан давом этади. Ёниб тугаш жараёнида аланганинг тезлиги иш аралашмасининг физик-химиявий хоссаларига асосий босқичдагига нисбатан кўпроқ даражада боғлиқ бўлади.

7.2.1. Ёниш жараёнига турли омилларнинг таъсири

Ёнувчи аралашманинг таркиби. Бу омил таркибий қисмлар (ёнилғи ва кислород) нинг ёнишдаги нисбий миқдорини белгилайди ҳамда унинг хусусиятларига ҳам, ҳосил бўладиган маҳсулотларнинг параметрлари (температура ва босим) га ҳам кучли таъсир қилади. Максимал ёниш тезлиги ва газнинг энг юқори температураси $\alpha = 0,85—0,92$ бўлган қуюқ аралашмада ҳосил қилинади. Бундай аралашмалар электр учқундан осонгина алангаланаяди ва ёнишнинг циклдан-циклга яхши ўтишини таъминлайди. Бу ҳол ёнишда молекуляр ўзгариш коэффициенти юқори бўлиши (3.1-расмга қаранг) билан биргаликда циклдан энг катта иш олиш имконини беради. Шу билан бирга, қуюқ аралашмалар ёнганида кислороднинг камлиги туфайли чала оксидланиш маҳсуллари (CO , H_2) юзага келиб, улар атмосферага чиқариб ташланади. Шу сабабли ёнилғининг ёниш иссиқлигидан цилиндрларда тўлиқ фойдаланилмайди ва циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси тўла ёнишдагига ($\alpha = 1$) нисбатан камроқ бўлади. Аралашманинг кўрсатилган қийматлардан ортиқ қуюқлашуви мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда ёниш тезлиги пасаяди, ёнилғининг ёниш иссиқлигидан фойдаланиш даражаси эса янада камайиб кетади.

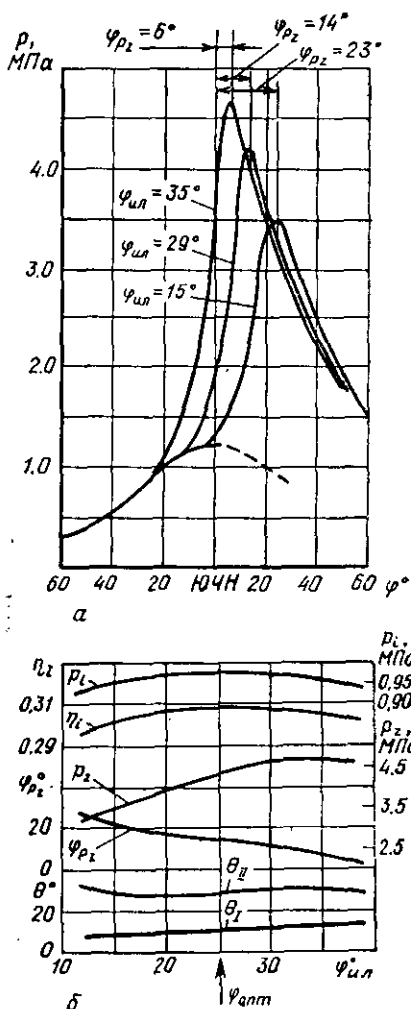
ИЕД ларда ҳосил бўладиган аралашманинг ҳажм бўйича таркиби бир жинсли бўлмаган ҳоллар доимо мавжуд бўлади. Шу сабабли бундай двигателларда суюқ ёнилғи қўлланилганда ёниш иссиқлигидан тўла фойдаланиш учун аралашма стехио-

метрик эмас, балки суюқ ($\alpha = 1,12—1,15$) бўлиши, яъни ёниш соҳасида ортиқча кислород мавжуд бўлиши керак. Аммо бунда газнинг температураси ва ёниш тезлиги қуюқ аралашмалардагига қараганда пастроқ бўлади ва иссиқлик ажралиш жараёни кенгайиш чизиги бўйлаб чўзилиб кетади. Суюқ аралашмаларда ишлаганда циклниң термодинамик самарадорлигини ошириш учун ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги катталаштирилади. Бундан ташқари, суюқ аралашмалар учқундан ёмонроқ аланга олади ва бунда кетма-кет келадиган циклларда ёнишнинг авж олиши бир хилда бўлмайди.

Аралашма янада суюқлаштирилганда, айтиб ўтилган алангаланишнинг ва ёнишнинг ёмонлашуви тобора кучая бориб, ҳатто айрим ҳолларда чақнаш юз бермай қолиши мумкин. Термодинамика нуқтан назаридан қулай ҳисобланган суюқ аралашмалардан ($\alpha = 1,25$) фойдаланиш мумкин бўлиши учун ёнишни ташкил қилишнинг махсус усуллари қўлланилиши шарт. Бу усуллар кейинроқ кўриб чиқилади.

Газ ёнилғиларида ишлаганда ёнишнинг энг юқори тезлиги стехиометрик таркибга яқин таркибли аралашмаларда ҳосил бўлади. Газ ҳаво аралашмасининг таркиби бир жинслироқ бўлганидан суюқ ёнилғиларга нисбатан суюқроқ аралашмаларда ИЕД нинг турғун ишлашини таъминлашга имконият туғилади.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги. Бу омил ёниш жараёнида бўладиган физик-химиявий ўзгаришларга бевосита таъсир қилмаган ҳолда ёнишнинг цикл босқичидаги ҳолатини белгилайди, оксидланиш реакциялари кечадиган шаронитларга таъсир кўрсатади, улар орқали эса цикл кўрсаткичларига ҳам таъсир



7.4-расм. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг цикл кўрсаткичлари ва индикатор диаграммасига таъсири

қилади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги, хусусан, алангаланиш лаҳзасидаги аралашманинг ҳарорати ва босимини ҳамда заряднинг турбулент пульсациясини белгилайди, ёниш давомида газ параметрларининг ўзгаришига ва деворларга иссиқлик ўтишига таъсир кўрсатади.

Ёниш жараёни асосий босқичнинг бошланиш ва тугалланиш нуқталари тахминан ЮЧНга нисбатан симметрик тарзда жойлашадиган, тўлиқ юкланишда энг юқори босим ЮЧН дан $12\text{--}15^\circ$ кейин ҳосил бўладиган қилиб ташкил этилганда циклда иссиқликдан энг самарали фойдаланилади. Бунга ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини тегишлича танлаш орқали эришилади. Ёнишнинг биринчи босқичи қанча узун бўлса ва ёниш жараёни асосий босқичда қанча секин ривожланса, бу бурчак шунча катта бўлиши керак.

Ўт олдириш ҳаддан ташқари барвақт бошланганда учқун бериш пайтида аралашманинг ҳарорати ва босими паст бўлгани сабабли унинг аланга олиш шаронти ёмонлашади. Шу боис ёнишнинг бир хил эмаслиги циклдан-циклга ортиб боради. Шу билан бирга, ёнишнинг анчагина қисми давом этувчи аралашманинг сиқилиш жараёнида содир бўлади (7.4-расм, а да ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги 35° га тенг), бу эса асосий босқичда ҳарорат ва босимнинг кескин кўтарилишига сабаб бўлади. $dp/d\phi$ катталиклар ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги меъёрида бўлганда ёниш учун хос бўлган қийматлардан анча катта бўлиши мумкин. Бу эса ИЕД деталларига тушадиган юкланишларнинг динамиклигини оширади, иш жараёнида металлга хос тақиллашларни келтириб чиқаради. Ёниш камерасида ҳарорат ва босимнинг кўтарилиши ҳалқа орасидан газ чиқиб кетишининг ва деворларга иссиқлик ўтиб кетишининг ортишига олиб келади.

Ўт олдириш керагидан кеч содир бўлганда ёниш жараёни цилиндрнинг катталаниб борадиган ҳажмида кечади (7.4-расм, а да ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги 15° га тенг). Газ ёнганда унинг ҳарорати ва босими қийматлари ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги энг мақбул бўлгандаги қийматлардан кичик бўлади, шу туфайли ёниш сустроқ кечади ва ЮЧН дан анча ўтиб тугайди. Ёниш маҳсуллари цилиндрда етарлича кенгайишга ва иш бажаришга улгурмасдан юқори параметрларда (температура ва босимда) атмосферага чиқиб кетади. Натижада иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши кўпаяди. ИЕД ва киритиш системасининг элементлари эса қизиб кетади.

Энг мақбул ўт олдиришни илгарилатиш бурчаклари ИЕДнинг иш режимига боғлиқ ҳолда тажрибалар ўтказиб аниқланади. Замонавий двигателларда ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги юкланишга ва валнинг айланиш частотасига қараб муайян қонун асосида автоматик тарзда ўзгаради.

Сиқиш даражаси. Сиқиш даражаси ортиши билан сиқиш тактининг охирида иш аралашмасининг босими ва ҳарорати кўтарилади ҳамда қолдиқ газлар коэффиценти, яъни уларнинг

янги заряддаги миқдори камаяди. Буларнинг ҳаммаси аралашманинг учқундан аланга олиши ва ёнишнинг бошланғич босқичи авж олиши учун анча қулай шароит яратади. Шу сабабга кўра асосий босқичда жараён жадаллашади, ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлиги ортади, циклнинг максимал температураси ва босими зиёдлашади ҳамда ёнишнинг асосий босқичи илгарироқ (ЮЧН га яқинроқ) тугайди, бу эса ИЕДнинг берилган иш режимида энг мақбул ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини кичикроқ олишга имкон беради.

Айни чоғда, сиқиш даражаси ортиши билан ёниш камерасининг нисбий ҳажми кичиклашади, бу эса ҳажм бирлигига тўғри келувчи девор юзасининг катталашishi ҳамда деталларнинг металл сиртлари орасидаги тирқишда жойлашган аралашма улушнинг ортишига олиб келади. Шу сабабли тирсакли валнинг бурилиш градусида ифодаланувчи ёниб тугаш босқичи узаяди.

Юкланиш. Юкланишни камайтириш учун дроссель-заслонка бироз беркитилади. Шунда цилиндрдаги босим киритиш тактида ҳам, сиқиш тактида ҳам пасаяди. Янги иш аралашмаси бир қисмининг ўрнини қолдиқ газлар эгаллайди. Буларнинг ҳаммаси ёнувчи аралашманинг ўт олиш ва аланга манбаининг авж олиш шароитини ёмонлаштиради. Ёнишнинг давом этиш вақти ва ёниш жараёни циклдан-циклга нотурғун ва нобарқарор бўлиб боради. Ёниш жараёни сусайиб ва чўзилиб кетиб, ЮЧН дан анча ўтиб тугайди. Ёнишнинг барқарорлигини яхшилаш ва тезлигини ошириш учун иш аралашмаси $\alpha = 0,8 - 0,85$ гача қуюқлаштирилади ҳамда ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги катталаштирилади. Учқун разряди қувватли ва давомли бўлишини таъминловчи электрон ўт олдириш системалари қўлланилганда маълум ижобий натижаларга эришилади. Кичик юкланишларда ёниш жараёнининг ёмонлашуви ва бунда иш аралашмасини қуюқлаштириш зарурлиги учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларнинг асосий камчиликларидир, чунки бунда ёнилғи ортиқча сарфланади ҳамда чала ёниш маҳсуллари — углерод оксиди ва углеводородлар атмосферага чиқиб кетиши муносабати билан ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси ортади.

Айланиш частотаси. Тезлик режими ортиши билан циклнинг ҳар бир жараёнига, шу жумладан, янги зарядни киритиш жараёнига ажратилган вақт қисқаради. Заряднинг цилиндрга кириш тезлиги ва жараённинг вақт бўйича амалга ошиш частотаси ортиши туфайли ёнувчи аралашманинг турбулент пульсациялари жадаллашади. Асосий босқичда ёниш тезлиги валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда зиёдлашади ва унинг кривошипнинг бурилиш бурчаги градусида ифодаланувчи давом этиш вақти деярли ўзгармайди. Тирсакли валнинг бурилиш градусида ифодаланувчи ёнишнинг бошланғич ва охириги босқичлари узайиб, ёниш жараёнининг кечикиш томонга силжишига ҳамда мос равишда цикл самарадорлигининг ёмонлашувига сабаб бўлади. Учқун бериш пайтини илгарилатиш томонга силжи-

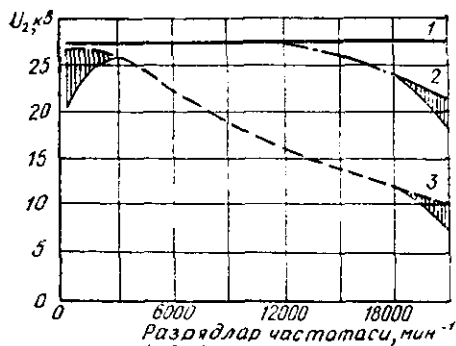
тиш йўли билан ёниш асосий босқичининг ЮЧН га нисбатан вазияти деярли ўзгармас бўлишига эришиш мумкин.

Аралашмани ўт олдириш параметрлари свеча электродлари ўртасидаги кучланишни учқун разрядининг қуввати ва давомийлигини свечада кучланишнинг ортиб бориш тезлигини ва ўт олдириш системаси таъминлайдиган электр импульсининг бошқа хусусиятларини ўз ичига олади. Ўт олдириш параметрлари ёнишнинг фақат бошланғич босқичини белгиласа-да, кетма-кет цикллarda ва турли цилиндрларда аралашманинг алангаланиш барқарорлигига, унинг турли шаронтларда ишончли ишлашига, ёниш босқичининг ЮЧН га нисбатан барқарор бўлишига катта таъсир кўрсатади.

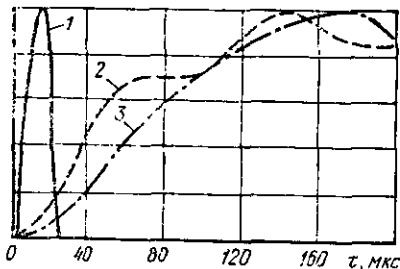
ИЕД тўла юкланиш билан ишлаганда учқун разряди қувватининг ортиши ёниш жараёнига ёки двигателнинг кўрсаткичларига ҳеч қандай сезиларли таъсир қилмайди. Аммо муайян шаронтларда электр импульси параметрларининг ўзгариши аралашманинг ёнишига жиддий таъсир кўрсатади. Ҳозирги тасаввурларга кўра, ёниш жараёнида аралашманинг суюқлашуви ёнишнинг тезлиги ва ҳароратини пасайтиради ҳамда аланга соҳасини кенгайтиради, бу эса алангаланиш бўлишини таъминлаш учун ёниш ҳароратига қадар қиздириш керак бўлган аралашманинг бирламчи ҳажми катталашувига олиб келади. Бинобарин, аралашманинг суюқлашуви заряднинг аланга олиниш учун талаб қилинадиган иссиқлик энергиясини ошириш заруриятини келтириб чиқаради.

Янги аралашма ёниш маҳсуллари, яъни қолдиқ газлар билан аралашганда ҳам худди шундай таъсир кузатилади. Газ босимининг пасайиши учқун разряди ҳосил бўлиши учун зарур бўлган тешиб ўтувчи кучланишнинг камайишига олиб келади. Бунда ўт олдириш системаси ҳосил қиладиган учқун разрядининг энергияси камаяди. Шундай қилиб, аралашма суюқлашганда ва ИЕД дросселланганда заряднинг алангаланиш шаронти анчагина ёмонлашади. Бундай ҳолларда учқун энергиясининг ортиши самарали суюқлашишнинг концентрацион чегарасини суюқроқ аралашмалар томонига силжитиш ва қисман юкланишлар билан ишлаганда ёниш жараёнини яхшилаш имконини беради. Алангаланиш бўлмай қолишлар сони камлиги ва ёнишнинг тез авж олиши туфайли ИЕД нинг қабулчанлиги яхшиланади ҳамда валнинг айланиш частоталарида қувват бирмунча ортади.

Кўрсатилган шартлар қаноатлантирилиши учун электрон ўт олдириш системалари (транзисторли ва тиристорли системалар) қўлланилади. Улардан ҳозир тобора кенг фойдаланилмоқда. Классик (батареяли) системалар ва эслатиб ўтилган электрон системаларнинг қиёсий характеристикалари 7.5-расмда келтирилган. Кўриниб турибдики, электрон системалар айланиш частотаси ортганда иккиламчи кучланиш анча катта бўлишини таъминлайди. Ёнувчи аралашма ишончли равишда ўт олдирилиши учун свеча электродларидаги юқори кучланиш импульсининг шакли ҳам муҳим аҳамиятга эга.



7.5-расм. Турли ўт олдириш система-
лари учун иккиламчи кучланишнинг
разрядлар частотасига қараб ўзгариши:
1 — тиристорли; 2 — транзисторли; 3 — бата-
реяли



7.6-расм. Турли ўт олдириш система-
лари учун свеча электродидаги учқун
разрядида иккиламчи кучланишнинг ўз-
гариши:

1 — тиристорли; 2 — батареяли; 3 — транзис-
торли

7.6-расмда мазкур характеристикалар қиёсланадиган учта ўт олдириш системаси учун кўрсатилган. Тиристорли система кучланишнинг энг жадал равишда ортишини таъминлайди, шу туфайли валнинг кичик айланиш частотасида (ИЕД ни ишга туширишда), шунингдек свечани сўхта ва мой босганда ҳам учқун ишончли равишда пайдо бўлаверади. Свеча электродида кучланиш қанча секин ортса, свечанинг мой ва сўхта билан қопланиши оқибатида занжирда кучланиш шунча тез пасаяди, бинобарин, аралашма ёнишнинг ишончлилиги шунча кам бўлади. 7.5-расмдаги штрихланган жойлар занжирнинг свечадаги ифлосланишлар таъсирида шунтланиши натижасида иккиламчи кучланишнинг пасайишига тўғри келади. Бу ҳолда ўт олдиришнинг ишончлилигини ошириш учун ишлатиш давомида свечаларни вақт-вақти билан тозалаб туриш талаб қилинади. Тиристорли системада узоқ давом этувчи учқун импульсини ҳосил қилиш мумкин, бу ҳам, айниқса юқори айланиш частотасида, ўт олдиришнинг ишончлилигини оширади.

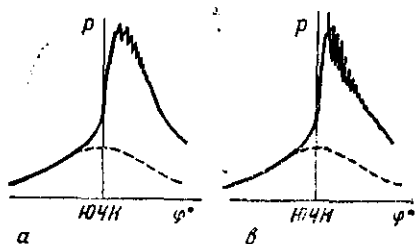
Электрон системаларнинг қўшимча афзаллиги шундаки, бунда бирламчи занжирни контактсиз узиб қўйиш имконияти бор бўлиб, натижада иш жараёнида учқун параметрларининг ва система ростланишларининг барқарорлиги ортади, чунки бу ҳолда контактларнинг ёйилиши ёки куйиши таъсир қилмайди. Цилиндрда синхрон тарзда ишловчи иккита свеча қўлланилганда ўт олдиришнинг ишончлилиги ортади ва ёнишнинг цикллараро барқарормаслиги пасаяди, бундан ташқари, ёниш камерасининг детонацияга қарши хусусиятлари яхшиланади. Махсус усуллардан (форкамерада машъаладан ўт олдириш ва заряди қатламларга ажратиш) фойдаланилганда ҳам шу самарага эришиш мумкин. Бу усуллар 7.2.3-§ да кўриб чиқилади.

7.2.2. Меъёрида ёнишнинг бузилиши

ИЕД ларда детонацияли ёнишнинг ўзига хос аломатларига у ишлаётганида металлга хос жарангли товуш (тақиллаш) лар чиқишини кўрсатиш мумкин. Бу товушлар зарбли тўлқинларнинг ёниш камераси деворларига кўп марта урилиб қайтиши оқибатида юзага келади. Уларнинг камерада тарқалиш тезлиги 1—2,3 минг м/с ни ташкил этади, бу эса одатдаги турбулент ёнишда аланга кўламининг ҳаракатланиш тезлигидан бир неча ўн марта ортиқдир. Бунда индикатор диаграммаларида ёнишнинг охириги қисмидаги босимнинг тебранишлари аста-секин пасайиб борувчи чўққилар тарзида қайд этилади (7.7-расм). Зарбли тўлқинлар мавжуд бўлганда иссиқликнинг деворга ўтиб кетиши кескин ортади. ИЕД қизиб кетади, унинг қуввати камаяди, ёниш механизми бузилгани туфайли ишлатилган газларда қора тутун пайдо бўлади.

Двигателнинг детонация билан ишлашига асло йўл қўйиб бўлмайди, чунки бунда унинг иш кўрсаткичлари ёмонлашиши билан бир қаторда цилиндрлар блоки устёпмасининг қистирмаси, свечаларнинг электрод ва изоляторлари емирилиши, поршенлар ва ёниш камераларининг қирралари куйиши, ҳалқалар синиши мумкин. Стехиомерик таркибли аралашмалар айниқса детонацияга мойил бўлади. Детонациянинг юзага келишига цилиндрдаги аралашманинг ўз-ўзидан алангаланишининг осонлаштирувчи омиллар, шу жумладан, ёнилғининг детонацияга чидамлилигининг етарли эмаслиги (яъни октан сонининг кичиклиги), сиқиш даражасининг ортиши, ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг катталашуви, ИЕД нинг қизиб кетиши, атроф ҳавосининг ҳарорати кўтарилиши, металл сиртларини сўхта босиши, деворларида тош ҳосил бўлиши туфайли ёниш камераси элементлари совишининг ёмонлашуви ва бошқалар сабаб бўлади.

Ёнилғининг октан сонини ошириш, ўт олдириш свечасидан камеранинг энг узоқдаги нуқталаригача бўлган аланганинг йўлини қисқартириш, аралашманинг жадал равишда турбулентланишини ҳамда аланганинг юқори тезликларда ҳаракатлани-



7.7-расм. Кучсиз (а) ва кучли (б) детонацияли ёниш диаграммалари

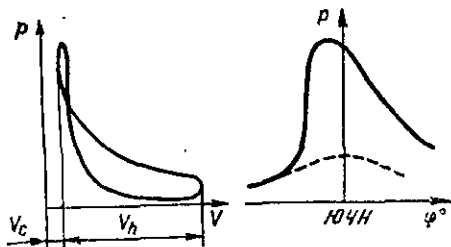
нишининг таъминловчи ёниш камераларини қўллаш, цилиндр диаметрини кичиклаштириш, ёниш камерасидаги энг иссиқ элементларнинг совишини тезлаштириш детонацияга қарши курашнинг умумий усуллари дидир. Охириги усулда ўт олдириш свечаси ёниш камерасининг ўртасига ўрнатилади, камера узунчоқ бўлганда эса киритиш клапани ёни-

га, яъни энг иссиқ жойга ўрнатилади. Баъзан битта цилиндр учун иккита свеча ўрнатилади, цилиндрлар устёпмаси ва поршень каллаги иссиқлик ўтказиш коэффициенти юқори бўлган қотишмалар (алюминий, магний қотишмалар) дан тайёрланади, ҳарорати энг паст бўлган совитиш суюқлиги оқими тўғридан-тўғри чиқариш клапанларининг учларига йўналтирилади, камера ичига чиқиб турувчи кучсиз совитиладиган бурчаклар ва сиқиб чиқаргичларнинг залворли элементлари бартараф этилади.

Иш жараёнида юзага келувчи детонацияни сўндиришга ИЕД юкланишини камайтириш ва валнинг айланиш частотасини ошириш йўли билан эришиш мумкин. Ёниш камераларининг сиртларини сўхтадан, совитиш ғилофларини эса тошдан вақти-вақти билан тозалаб туриш детонациянинг олдини олишга ёрдам беради.

Барвақт алангаланиш. Бу бузилишнинг моҳияти электр учқун берилгунга қадар ёнилғи-ҳаво аралашмасининг бирор деталнинг (свеча электродни ёки изолятори, чиқариш клапани, поршень тубидаги ёки ёниш камераси деворидаги сўхта қатлами) юқори даражада қизиб турган сиртига тегиб ёнишидан иборат. Бу ҳолда аланга худди одатдаги ёнишдагидек тарқалади, аммо алангаланиш пайти назорат қилинмайди. Алангаланиш одатда сиқилиш тактида, ЮЧН га етмасдан анча олдин содир бўлади.

Ёниш жараёни асосий босқичда цилиндрнинг кичиклашиб боровчи ҳажмида ривожланади, шунинг учун температура ва босимнинг максимал қийматлари меъёрида ёнишдагидан анча катта бўлади. Чақнаш энергиясининг кўп қисми поршеньнинг ЮЧН га томон ҳаракатланишига қаршилик кўрсатишга (7.8-расм), яъни манфий иш бажаришга сарфланади. Бунда ИЕД нинг қуввати камаяди, газнинг иссиқлиги деворларга жадал ўтиб кетиши натижасида двигатель қизиб кетади, бунинг оқибатида барвақт алангаланиш ҳодисаси вақт бўйича прогрессив равишда авж олиши мумкин. Барвақт алангаланишда бўғиқ тақиллаган товуш пайдо бўлади. Бу ҳодиса содир бўлганда (ҳамма цилиндрларда эмас) уни ИЕД нинг умумий шовқинида илғаб олиш қийин. Двигатель барвақт алангаланиш ҳодисаси билан ишлаганда детонация содир бўлади ёки бунинг акси содир бўлади, яъни аралашма жуда секин ёнади, бу эса анча ёмон оқибатларни келтириб чиқаради. Ушбу ҳодисага иш жараёнида двигательнинг қизиб кетиши атроф ҳаво ҳароратининг юқорилиги, янги заряднинг ҳаддан ташқари қизиб кетиши, деталлар сиртини



7.8-расм. Аралашма муддатидан олдин ёнгандаги индикатор диаграмма

сўхта босиши ва тош пайдо бўлиши, ёниш камераси элементларининг совиши бузилиши, шунингдек алмаштириш чоғида ўт олдириш свечаларининг иссиқлик хусусиятини потўғри танлаш сабаб бўлиши мумкин.

Барвақт алангаланишнинг олдини олиш учун ИЕД ни ишлатиш давомида ёниш камераси элементлари (поршень туби, ўт олдириш свечалари, чиқариш клапани) ни вақт-вақтида сўхтадан тозалаб туриш зарур. Поршень группаси ейилган ёки октан сони юқори бўлган этилланган бензинлардан фойдаланилган ҳолларда бу ишга айниқса эътибор бериш керак. Шу мақсадда, булардан ташқари *калий сони* тавсия этилган даражада бўлган ўт олдириш свечаларидангина фойдаланиш лозим. Калий сони свечаларнинг ўта қизишга чидамлилигини ифодалайди. Иш жараёнида аралашманинг барвақт алангаланиши юз берса, уни двигателдан юкланишни олиш ва карбюраторнинг дроссель-заслонкасини дарҳол беркитиш йўли билан бар-тароф этиш мумкин.

Гумбурлаш. Бу бузилиш ўт олдириш свечасидан тарқалаётган аланга кўлами олдида ёнувчи аралашманинг ёниши натижасида содир бўлади. Бу ҳодиса одатда сиқиш даражаси юқори бўлган ИЕД ларда ёниш жараёнининг охириг босқичида юз беради. Аралашманинг қўшимча алангаланишига кўпинча ёниш камерасидан ажралиб чиқаётган қайноқ сўхта зарралари сабаб бўлади. Аланга кўлами олдида жойлашган сиқилган ва қизиган аралашма ўз-ўзидан алангаланишга тайёр ҳолда бўлади, бу эса унинг нисбатан паст температурали зарралар таъсирида ҳам ёниб кетишини осонлаштиради. Алангаланиш кўп нуқталарда юз беради ва ёниш жараёни кескин тезлашади. Агар алангаланган аралашманинг ҳажми катта бўлмаса, бу ҳол салбий оқибатларга олиб келмаган ҳолда ёниш жараёнининг фақат охириг босқичини тезлаштиради, холос. Шу тарзда алангаланган аралашманинг ҳажми анча катта бўлганда ёниш жараёни шунчалик тез кечадики, натижада қаттиқ тақиллаган товуш пайдо бўлади ва зарбли тўлқинлар ҳосил бўлиши оқибатида титраш содир бўлади.

Циклнинг энг юқори ҳарорати ва босими меъёрида ёнишга хос бўлган қийматлардан анча зиёд бўлади, асосий босқичда босимнинг кўтарилиш жадаллиги эса 1 МПа/град ни ташкил этади. Бу кўрсаткич одатдаги қийматлардан бир неча баробар юқоридир. Гумбурлаш ҳодисаси кўпинча ИЕД узоқ вақт кичик юкланишларда ва салт ишлаганда, қачонки ёниш камерасида қалли сўхта қатлами юзага келганда содир бўлади. Юкланиш оширилганда қурум ёна бошлайди ва ажралиб чиқади-ган сўхта зарралари аралашмани қўшимча равишда аланга олдирувчи кўп сонли манбаларга айланиши мумкин.

Ўт олдириш узиб қўйилгандаги чақнашлар. Ҳодисанинг моҳияти шундан иборатки, сиқиш даражаси юқори бўлган ИЕД яхши қизиган ҳолатдалигида ўт олдириш узилгандан кейин ҳам салт ишлашда давом этади. Бунга сиқиш такти охирида ара-

лашманинг ўз-ўзидан алангаланиши сабаб бўлади, чунки паст айланиш частоталарида (300—400 мин⁻¹) мавжуд бўлган вақт аланга олдидан бўладиган зарур жараёнларнинг амалга ошиши ва чақнаш пайдо бўлиши учун етарлидир. Ўт олдиришни узиб қўйишдан олдин ИЕД ни совитиш, яъни юкланиш олингандан сўнг уни маълум вақт салт ишлатиш йўли билан ўз-ўзидан чақнашларнинг олдини олиш мумкин.

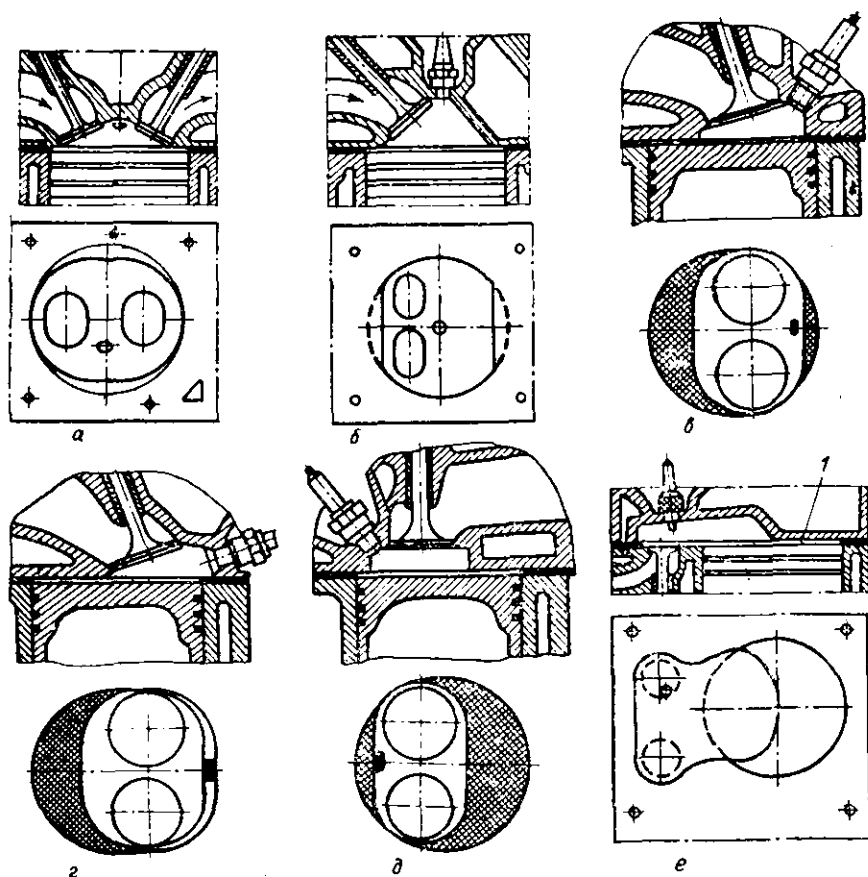
Киририш ва чиқариш системаларидаги чақнашлар. Товуш сўндиргичдаги «пақиллаш» деб юритиладиган бу ҳодиса шундан иборатки, айрим цилиндрларда алангаланиш бўлмаслиги ёки чўзилиб кетган чала ёниш оқибатида ёнмай қолган аралашма чиқариш канали ва сўндиргичда тўпланади. Агар бундай чўзилиб кетган ёниш чиқариш тактида ҳам давом этса, у ҳолда тўпланиб қолган аралашма алангаланиши ва бўғиқ қаттиқ пақиллашга сабаб бўлиши мумкин. Одатда бу ҳодиса ўта қуюқ аралашмада кузатилади ва карбюраторни ростлаш йўли билан бартараф этилади.

Карбюратордаги жарангли пақиллашлар цилиндрларда ёниш тезлиги паст бўлганда, асосан, аралашманинг ўта суюқлашуви туфайли ёки камдан-кам ҳолларда кеч ўт олдириш натижасида пайдо бўлади. Бу ҳолларда аралашма киритиш тактида ёнишда давом этади ва агар киритиш ҳамда чиқариш клапанларининг иш фазалари жиддий равишда очиқ қолса, киритиш системаси ва карбюраторда алангаланишни келтириб чиқариши мумкин. Бу ҳодиса унинг сабаблари аниқлангандан сўнг карбюраторни ёки ўт олдиришни ростлаш орқали йўқотилади.

7.2.3. ИЕД ларда ёниш жараёнини ташкил этиш

ИЕД га нисбатан талабларнинг доим ортиб бориши ва ёниш жараёнининг ушбу двигателларнинг кўпгина кўрсаткичларига кўрсатадиган таъсири цилиндрдаги ёниш жараёнини ташкил этишга жиддий эътибор беришни тақозо этмоқда. Мазкур жараёнини ташкил этишда циклда иссиқликдан юқори даражада фойдаланилишини, сиқиш даражаси энг юқори бўлганда ёнилғиларнинг детонацияга чидамлилигига нисбатан қўйиладиган талабларнинг пасайишини, валнинг юқори айланиш частотасида самарали ишлаш имкониятини таъминлашга ҳаракат қилинади. Кейинги вақтда, ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини пасайтириш энг муҳим талабга айланмоқда.

Жараёнининг боришига ёниш камерасининг шакли, ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги, свечанинг камерадаги жойлашуви, ёнилғи-ҳаво аралашмасининг турбуляцияси ва уюмаланиши таъсир қилади. Ёниш камераси ёниш жараёнини ташкил қилишнинг энг муҳим таркибий қисми бўлиб, у зарядни турбуляциялаш орқали ёниш жараёнига, иссиқлик ўтиб кетадиган солиштирма сиртнинг катталигига (яъни камера деворлари юзининг унинг ҳажмига нисбатига) ва свечадан энг узоқдаги нуқтагача бўлган масофага (чунки бу масофа аралашманинг



7.9- расм. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД учун ёниш камерасининг турлари:
 а — ярим сферали; б — чодирсимон; в — ярим понасимон; г — понасимон; д — ясси овал-
 симон; е — ён камера

ёниш вақтига ҳамда детонация ҳодисаси пайдо бўлиш имко-
 ниятига таъсир қилади) таъсир кўрсатади. Ёниш динамикаси,
 яъни тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича аралашманинг
 ёниш қонунияти ёниш камерасининг шаклига боғлиқ. Бу қону-
 ният жараёнинг асосий босқичида цилиндрда босимнинг кўтари-
 лиш жадаллигини ва маълум даражада, циклдаги газнинг энг
 юқори температураси ҳамда босимни белгилаб беради. Ёниш
 камерасининг шакли цилиндрини янги заряд билан тўлдириш
 даражасига ва ишлатилган газлардан тозалаш даражасига ҳам
 таъсир қилади, чунки клапанларнинг ўлчамлари ҳамда газ ал-
 машинуви жараёнида заряднинг ҳаракатланиши камеранинг
 шаклига боғлиқдир.

Учқундан ўт олдирилувчи ИЕД ларда энг кўп қўлланила-
 диган ёниш камераларининг турлари 7.9- расмда кўрсатилган.

АЗЛК-412 двигателларида қўлланиладиган яримсферасимон камера (7.9-расм, а) жуда ихчам бўлиб, совитиладиган солиштирма юзаси кичикдир. Свеча камеранинг ўртасидан сал нарироқ ўрнатилган, бу ерда аралашманинг асосий қисми тўплади, бу эса ёниш жараёни тез тугашига имконият яратади. Сиқиш жараёнида аралашма атрофдан марказга томон сиқиб чиқарилади, аммо турбулентлик ва уюрма ҳосил бўлиш жадаллиги унча катта эмас.

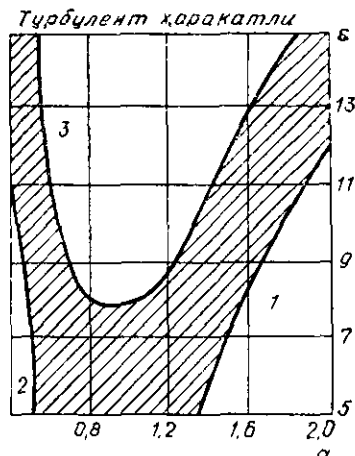
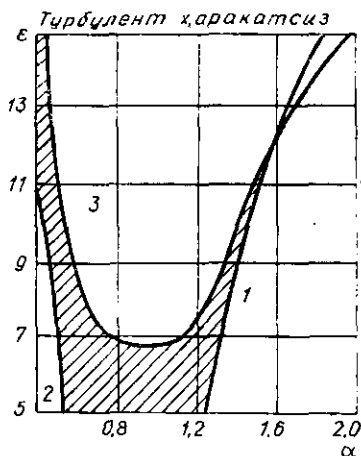
Чодирсимон камеранинг (7.9-расм, б) иссиқлик алмашиниш юзаси анча катта, шу сабабли унда иссиқликнинг деворга ўтиб исроф бўлиши яримсферасимон камерадагига нисбатан кўпроқ.

Понасимон (7.9-расм, г) ва яримпонасимон (7.9-расм, в) камераларда ўйиқнинг қия туби поршень тепасини қоплаб турувчи сиқиб чиқаргич билан биргаликда сиқиш тактида жадал сиқиб чиқариш оқимини ҳосил қилади, бу оқим ўт олдириш свечасига томон йўналади ҳамда зарядни турбулизациялайди ва ёнишни тезлаштиради. Мамлакатимизнинг бензинда ишлайдиган аксарият двигателларида яримпонасимон камералар қўлланилади.

Ясси овалсимон камера (7.9-расм, д) яримпонасимон камерага ўхшайди, аммо ўйиқнинг туби қия бўлмайди. Оқимнинг сиқиб чиқарилиши эвазига аралашманинг ёниши жадаллашади. Бунинг натижасида камеранинг детонацияга қарши хоссалари ортади (ёнилғининг октан сони оширилмаган ҳолда). Сиқиб чиқаргичнинг нисбий юзаси қанча катта бўлса, бу ҳодиса шунча кучли бўлади.

Клапанлари пастда жойлашган ИЕД ларда кенг қўлланилувчи ён камера (7.9-расм, е) катта сиқиб чиқаргичга эга, шу туфайли сиқиш тактининг охирида чиқариш клапани ёнига ўрнатилган свечага томон йўналган кучли аралашма оқими юзага келади. Свечадан чекка нуқталаргача бўлган оралиқ катта бўлишига қарамай, камера юқори даражада детонацияга қарши хоссаларга эга, аммо унинг иссиқлик алмашиниш юзаси катта, шунинг учун циклда кўп миқдорда иссиқлик исроф бўлади. Сиқиб чиқаргичнинг нисбатан катта юзаси аралашманинг ёниб тугашини секинлаштиради ва деворга яқин жойларда реакцияларнинг тўлиқ бўлишини ёмонлаштиради, бу эса иссиқликдан фойдаланишга ҳамда чала оксидланиш маҳсуллари (углеводородлар) чиқишига салбий таъсир кўрсатади.

Айтиб ўтганимиздек, қуюқ аралашманинг ёниш тезлиги ва циклнинг иши энг юқори даражада бўлади. Шу билан бирга, бунда ёнилғининг ёниш иссиқлигидан тўлиқ фойдаланилмайди, бунинг натижасида циклнинг ф. и. к. камаёди ва атмосферага таркибида заҳарли моддалар бўлган чала ёниш маҳсуллари чиқиб кетади. Уларнинг атмосферага чиқиб кетишига нисбатан чеклашларнинг тобора қатъийлашуви шунга олиб келдики, эндиликда ИЕД да ёниш жараёнини одатдагича ташкил этиш билан, қўшимча қурилмалардан фойдаланмасдан ёки махсус чоралар кўрмасдан туриб, sanoati ривожланган қатор мамла-



7.10- расм. Ҳар хил таркибдаги аралашмада (октан сония 93 бўлган бензин) ИЕД нинг турғун ишлаши ва детонацияга чидамлилиги:

1, 2 — турғун ишлаш чегараси; 3 — детонацияга чидамлик чегараси

катларда амал қилиб келинаётган чекли нормаларга эришиш мумкин бўлмай қолди. Бу ҳол ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини камайтириш билан бир қаторда, биринчи галда суюқ аралашмалардан фойдаланилганда ИЕД да ёниш жараёнини ташкил қилишга бағишланган тадқиқотларни жадаллаштиришни тақозо этмоқда.

Суюқ аралашмаларга бўлган қизиқишнинг ортинги ёнилғи ресурслари муаммоси кескинлашуви туфайли ИЕД да иссиқликдан фойдаланиш имкониятларини яхшилаш билан боғлиқдир. Стехиометрик аралашманинг (7.10- расм) детонацияга энг мойиллиги аниқланган. Аралашмаларни қуюқлаштириш ёки суюқлаштириш октан сония маълум даражада бўлган ёнилғилар учун детонация бўлишидан қўрқмасдан сиқиб даражасини ошириш имконини беради, бу эса циклнинг ф. и. к. ни оширишга шароит яратади. Суюқ аралашмаларда сиқиб даражаси оширилганда ИЕД ишининг турғунлик доираси кенгайди. Суюқ аралашмалардан фойдаланилганда, юқорида айтилганлардан ташқари, термодинамик жиҳатдан ҳам қўшимча ютуқ бўлади (1- бобга қаранг).

Суюқ аралашмаларда ишлаганда пайдо бўладиган асосий муаммоларга уларнинг ёмон алангаланишини, ҳамма циклларда ҳам ёнишнинг бир хилда бўлмаслигини (натижада двигателнинг қуввати камаяди), ёнишнинг босқич бўйича чўзилиб кетишини (оқибатда иссиқликдан ёмон фойдаланилади) кўрсатиш мумкин. Ёнишни ташкил этиш соҳасидаги ҳозирги тадқиқотлар ана шу муаммоларни ҳал қилишга қаратилган. Аралашманинг ёнишини яхшилаш мақсадида бир вақтда ишловчи иккита ўт олдириш свечаси қўлланилади (улар ёниш жараёнини тезлаш-

тиради), учқун разрядининг характеристикалари ўзгартирилади, кўп ҳолларда сиқиш даражасини кўтариш билан бир қаторда форкамерада машъаладан ўт олдириш ва ёнилғи-ҳаво аралашмасини камерада қатламларга ажратишдан фойдаланилади.

Ёнишнинг цикллари бўйича барқарормаслиги ва чўзилиб кетиши турбулентлик ва уюрма ҳосил бўлишини жадаллаштириш йўли билан бартараф этилади. Эътироф этилишича, уюрма ҳосил бўлиши (яъни муайян йўналишдаги заряд оқимларининг ҳосил бўлиши) асосий босқичда ёнишни жадаллаштириши билан бир қаторда девор олдидаги аралашма қатлами қалинлигининг камайишига олиб келади, бу эса ёниб тугаш босқичининг тезроқ поёнига етишини таъминлайди. Уюрма ҳосил қилиш учун камераси ажратилмаган дизелларда қандай қурилмалардан фойдаланилган бўлса, зарядни киритишда ҳам ўша қурилмалар, яъни ниқобланган клапан, маълум шаклли парраklar ва дефлекторлар, тангенциал ёки винтсимон киритиш каналлари (4.10-расмга қаранг) қўлланилади. Дизелларда бўлгани каби, бу қурилмалар цилиндрни янги заряд билан тўлдиришда муайян исрофлар бўлишига олиб келади, аммо кўрилатган ҳолда мазкур исрофлар кўпроқ бўлади, чунки учқундан ўт олдирилган ИЕД нинг тезлик режими юқорироқ, ҳавонинг оптиклик коэффициенти эса кичикроқдир. Бундан ташқари, карбюратор ёки дроссель ҳам қўшимча йўқотишларни (бензин пуркалаётганда) вужудга келтиради. Шу сабабли сиқиш тактида цилиндр устёпмаси билан поршень туби орасидаги тирқнишдан жадал равишда заряд сиқиб чиқарилиши эвазига уюрма ҳосил бўладиган ёниш камералари афзал кўрилади.

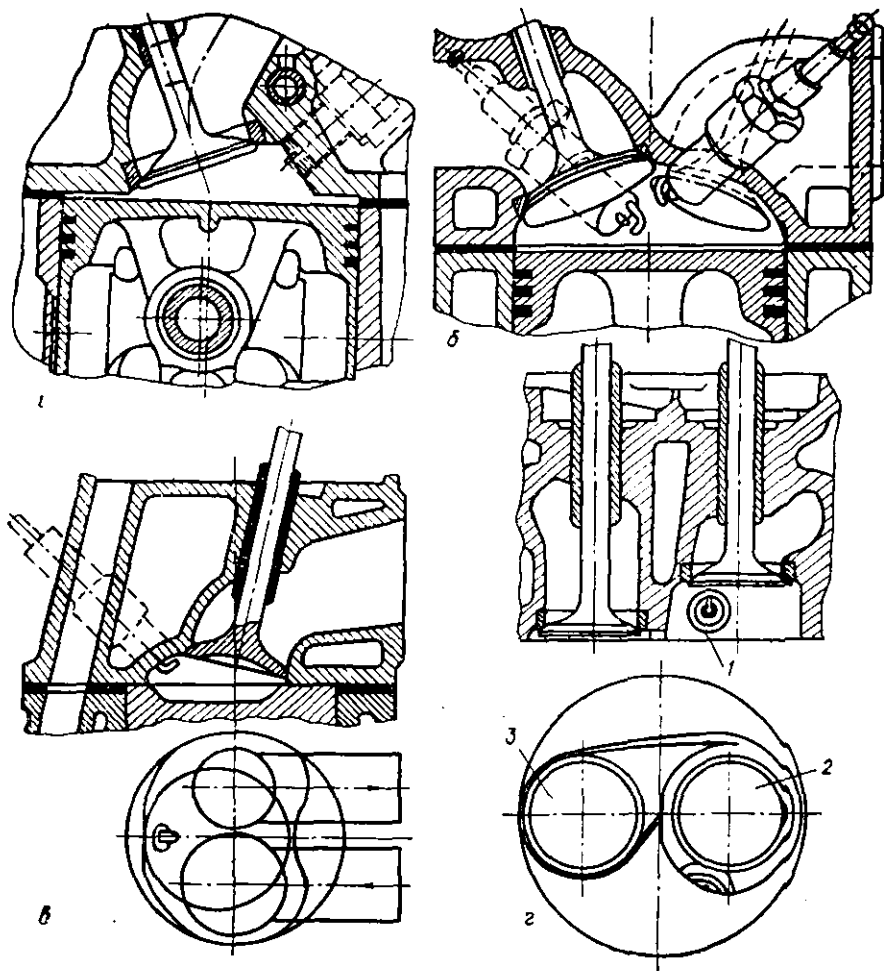
7.11-расм, *а* — *г* да *тез ёниш камералари* деб аталувчи замонавий камераларнинг конструкциялари кўрсатилган.

7.11-расм, *а* да яримпонасимон камера тасвирланган бўлиб, унинг ўт олдириш свечаси заряднинг асосий қисми тўпланадиган соҳада жойлашган. Поршень тепасидаги, свеча томонидagi катталаштирилган тирқниш аланга манбаи юзага келадиган даврда аралашманинг турбулизацияланишини бартараф этиш учун хизмат қилади.

7.11-расм, *б* да келтирилган яримсферасимон камерада бир вақтда ишловчи иккита свеча бор. Киритиш жараёнида мазкур камерада цилиндрларга кириш жойида ўрнатилган тангенциал каналлар ва дефлекторлар уюрма ҳосил қилади.

7.11-расм, *в* да кўрсатилган камера поршень ўйиғида ва цилиндр устёпмасидаги чуқурчада жойлашган. Устёпмадаги ўйиқнинг қия туби свеча йўналишида жадал сиқиб чиқариш оқимини ҳосил қилади. Камерада шунингдек ўқ бўйлаб (цилиндр ўқи атрофида) уюрмадан ҳам фойдаланилади, бу уюрмани кириш жойига ўрнатилган тангенциал киритиш канали ҳосил қилади.

7.11-расм, *г* даги камерада асосий ҳамма чиқариш клапани остидаги ўйиқда, ўт олдириш свечаси ҳам шу ерга ўрнатилади, жойлашган. Сиқиш жараёнида заряд тангенциал шаклли канал



7.11-расм. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларнинг замонавий ёниш камералари:

1 — свеча; 2 — чиқариш клапани; 3 — киритиш клапани

(чуқурча) ёрдамида цилиндр камера ўйинғига сиқиб чиқарилади ва бу ерда айланма ҳаракат олади.

Тез ёниш камералари $\alpha = 1,0-1,1$ бўлганда, баъзи ҳолларда эса сиқиш даражаси одатдаги камераларникига қараганда 1,5—2 бирликка катта бўлган шароитда ҳам ишлаш имконини беради. Улардан фойдаланиш учун детонациянинг олдини олиш талаб қилинади. Айниқса, октан сони ИЕД нинг маълум шароитда ишлаши учун етарли бўлмаган бензинларда ишлашда бунга алоҳида эътибор бериш зарур. Бу мақсадда қайтар алоқали тезюрар электрон бошқариш системаларидан фойдаланилади. Улар детонация юзага келганда (аралашма ҳаддан таш-

қарн тез ёнганда) ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини кичрайтиради. Детонация содир бўлаётганлиги магнитострикцион ёки пьезоэлектрик датчиклар ёрдамида аниқланади. Бу датчиклар цилиндр устёпмасига ўрнатилади. Батъи ҳолларда ўт олдириш свечаси билан бирга датчиклар ҳам ўрнатилади, бу ўз навбатида ИЕД ни мураккаблаштириб ва қимматлаштириб юбсради.

7.2.4. Ёниш хусусиятларининг иш шароитларида ўзгариши

ИЕД ни ишлатиш жараёнида узгич контактлари, кулачок, болғачанинг таянч товони ва свеча электродлари табиий равишда ейилади ва куяди, шунингдек у сўхта ва мой босиши натижасида ифлосланади, бу эса учқун разрядининг хусусиятларини ёмонлаштиради, унинг қувватини камайтиради, учқуннинг циклдан-циклга бир хилда бўлмаслигини кучайтиради. Оқибатда ёнувчи аралашманинг аланга олиши ёмонлашади ва ёнишнинг биринчи босқичи узайиб кетади, шунингдек кетма-кет циклларда унинг турлича авж олиши ортади. Ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши ва бир хилда кечмаслиги оқибат натижада двигателнинг қувватини камайтиради ҳамда иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради. Цилиндр-поршень группаси элементларининг ейилиши ёниш жараёнида газнинг босим ва температураси пасайишига, ёниш тезлиги пасайишига ва ёнилғи молекулаларининг тўлиқ оксидланиши ёмонлашувига олиб келади.

Ёниш жараёнида ёниш камерасининг деворларини сўхта босади. Иш давомида поршень ҳалқалари ва киритиш клапанининг йўналтирувчи втулкаси орқали мой кириши оқибатида бу ҳодиса жадаллашади, натижада сиқниш даражаси ортади ва камера деворларига иссиқлик ўтиши ёмонлашади. Деворларга иссиқлик ўтишининг ёмонлашувни суяқлик билан совитишда ғилоф деворларида тош ҳосил бўлиши, шунингдек, ҳаво билан совитиладиган двигателларда ташқи сиртларни чанг босиши ва кирланиши натижасида кучаяди. Буларнинг ҳаммаси ёниш камераларининг детонацияга қаршилиқ кўрсатиш хусусиятларини ёмонлаштиради, детонация ва калиль алангаланиш юзага келиши учун шароит яратади. Бу муаммо ҳавоси жуда иссиқ бўлган Ўрта Осиё региони учун айниқса муҳимдир, чунки бундай шароитда ёниш жараёнининг бузилиши ва ИЕД нинг қизиқ кетиши табиий бир ҳолдир.

ИЕД тоғ шароитида ишлаганида ташқи босим паст бўлиши туфайли ёнилғи-ҳаво аралашмасининг алангаланувчанлиги циклдан-циклга ёмонлашиб, ёниш биринчи босқичининг давомийлиги узайиб боради, ёниш жараёни кечикиш томонга силжийди, газ босими ҳамда температурасининг энг юқори қийматлари камаяди. Ёнишнинг эришиш мумкин бўлган энг юқори тезлиги аралашманинг қуюқроқ таркиблари томон силжийди. Буларнинг ҳаммаси ташқи томондан ИЕД қувватининг ва ёнил-

ғи тежамкорлигининг пасайишида намоён бўлади. Ҳша ишнинг ўзини бажариш учун ИЕД ни унча баланд бўлмаган текисликдагига қараганда каттароқ юкланиш билан ишлатишга тўғри келади. Бу эса ёнишнинг ёмонлашуви ва чўзилиб кетиши, шунингдек совитиш жадаллигининг табиий равишда пасайиши (атроф ҳавосининг зичлиги камлиги туфайли) билан бир қаторда двигателнинг қизиб кетишига, цилиндрларда детонация ва калиль алангаланиш бўлишига олиб келади.

Ҳайдаш температураси бензинниқидан паст бўлган газ конденсатларидан фойдаланилганда аралашманинг цилиндрлар бўйича таркиби бир хиллашади ва унинг бир жинслилиги яхшиланади, бу эса ёниш жараёнига ва ИЕД кўрсаткичларига ижобий таъсир кўрсатади. Шу билан бирга, газ конденсатлари октан сонининг камлиги детонация ҳодисаси учун шаронт яратади. Бу ҳодиса атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлган ва ИЕД нинг юкланиши юқори бўлган шаронгда қувватнинг табиий камайиши оқибатида айниқса сезиларли бўлади. Ёниш жараёни бузилмаслиги учун газ конденсатининг октан сони қатъий тартибда назорат қилиб турилиши керак.

Ўрта Осиё шаронтида енгил газ конденсатларидан фойдаланишда ёниш билан бевосита боғлиқ бўлмаган яна бир мураккаблик — ёнилғи системаларида буғ тиқини ҳосил бўлиши ва бунинг оқибатида ИЕД нинг ишламай қолишлари назарда тутилиши лозим. Шу боис, двигатель мунтазам равишда енгил газ конденсатларида ишлатиладиган бўлса, системадаги ёнилғини ҳайдаш босимини ошириш ёки бу бузилишнинг олдини олувчи бошқа чоралар кўриш зарур.

7.3. ДИЗЕЛЛАРДА ЁНИШ ЖАРАЁНИ

7.12-расмда ёниш жараёни давомидаги газнинг босими ва камера бўйича ўртача температурани кўрсатувчи диаграммалар, шунингдек камераси ажратилмаган дизелларда ёнилғининг пуркалиш характеристикалари келтирилган. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда бўлгани каби, дизелдаги яғола ва узлуксиз ёниш жараёни таҳлилга осон бўлиши учун алоҳида босқичларга ажратилади.

Ёнилғи берилиши нуқта 1 да, ЮЧН га нисбатан муайян илгарилатиш $\phi_{ил}$ билан бошланади. Бу илгарилатишнинг катталиги кўплаб омилларга боғлиқ бўлиб, берилган иш режими учун таъриба ўтказиб таниланади. Ёнилғи берила бошлашига тўғри келувчи камерадаги газнинг температураси 700 — 850 К ни, унинг босими эса 3 — 4 МПа ни (босим остида киритиш усули қўлланилмаганда) ташкил этади. Ө, бурчак билан ифодаланувчи ва алангаланишнинг кечикиш даври деб аталувчи 1 — 2 оралиқда камерадаги газнинг параметрлари ёнилғисиз сиқилш жараёнига нисбатан унчалик ўзгармайди.

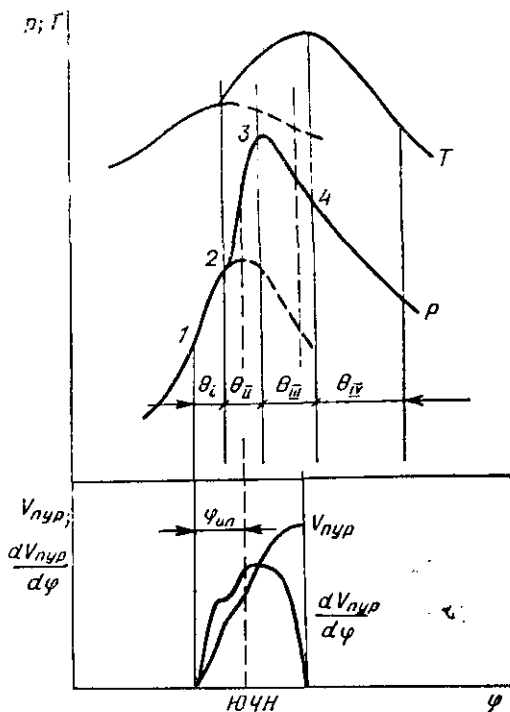
Кечикиш даврида ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиш ва ёнишга тайёрланиш жараёнлари амалга ошади. Бу жараёнлар

сиқилган заряд таъсирида қизиш, буғланиш, ҳаво билан аралашуш, шунингдек алангаланиш олдидан молекулаларнинг ўзгариб, занжирли реакцияларнинг фаол иштирокчилари ва оралиқ маҳсуллар пайдо бўлиш жараёнларини ўз ичига олади. Физик ва айрим химиявий жараёнлар иссиқлик берилишини талаб қилгани сабабли кечикиш даврининг кўп қисми давомиди заряднинг температура ва босими ёнилғи берилмаган ҳолда сиқилиш учун хос бўлган қийматлардан бирмунча паст бўлади.

Ушбу жараёнлар қанчалик жадал кечса, заряднинг параметрлари шунчалик кўп пасаяди. Одатда, ёнилғини ўз-ўзидан алангаланишига тайёрлаш иссиқликдан чақнаш ва камерадаги температура ва босимнинг кескин кўтарилиши билан тугайди. Махсус синовларда иссиқ аланга пайдо бўладиган лаҳзани (бунда ёрқин ёруғлик вужудга келади ва кечикиш даври ниҳоясига етади) девордаги шаффоф ойна орқали кўриш мумкин.

Аммо ёниш жараёнида босим чизигининг ёнилғи бермасдан соф сиқилиш чизигидан узилиш нуқтасини (2 нуқта) кечикиш даврининг тугаши сифатида қараш қабул қилинган. Бу, кечикиш даврининг давом этиш вақтини аниқлашда катта хатоликларга олиб келмайди ва айни чоғда амалий жиҳатдан қулайдир, чунки ИЕД ни қайта ўзгартиришни талаб қилмайди. Дизелларда кечикиш даврининг давом этиш вақти одатда тирсақли валнинг $10\text{--}15^\circ$ бурилишига тенг ва кўплаб омилларга боғлиқ бўлиб, дизелнинг иш режими ўзгарганда у ҳам ўзгаради.

Нуқта 2 дан кейинги оралиқ тез ёниш босқичи $\Theta_{п}$ деб аталади. У циклнинг босими энг юқори қийматга етган пайтда тугайди. Циклнинг энг юқори босими қиймати босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллар учун аралашма ҳосил бўлиш усулига қараб, тўлиқ қувват билан ишлаганда $5,5\text{--}8,5$ МПа ни ташкил этади. Тез ёниш босқичи мобайнида алан-



7.12-расм. Дизелда ёниш жараёнининг кечикиши

га ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланаётган аралашма билан банд бўлган соҳаларни қамраб олади. Охирида диффузион ёниш жараёни ривожланади, бунда ёнилғи юзага келиб бўлган аланга манбаларига пуркалади ва деярли кечикишсиз аланга олади.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда бўлгани каби, тез ёниш босқичининг энг муҳим хусусияти босимнинг кўтарилиш жадаллигидан иборат бўлиб, унинг энг катта қийматлари дизелларда бир неча баробар катта, яъни 0,3—1,2 МПа/град га тенг ва бундан ҳам ортиқ бўлиши мумкин. Агар dp/df нинг максимал қиймати 0,7 МПа/град дан зиёд бўлса, у ҳолда ёниш жараёни «бикр» ҳисобланади. Бунда айрим иш режимларида дизелда тақиллаш, шовқин ва титраш пайдо бўлади, натижада унинг деталлари юқори динамик юкланишлар таъсирида қолади.

Дизелларда аралашма ҳосил бўлишини ташкил қилишни ишлаб чиқишдаги асосий мақсадлардан бири ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллигини пасайтиришдан иборат. Циклнинг энг юқори босими ИЕД деталларига тушадиган энг катта механик юкланишларни ифодалайди. Тезюрар енгил дизелларни, айниқса, аралашма учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар асосида тайёрланганларини енгиллаштириш мақсадида энг юқори босим қийматини имкони борича камайтиришга ҳаракат қилинади. Бунга эса аралашма ҳосил бўлишини тегишлича ташкил қилиш йўли билан эришилади. Кўриб чиқиладиган босқич давомида ёнишда қанча кўп миқдорда ёнилғи иштирок этса, циклнинг максимал босими ва босимнинг кўтарилиш жадаллиги шунча юқори бўлади. Ёнилғининг бу миқдори кечикиш даврининг давомийлиги, камерага ёнилғи берилиш қонуниятини, пуркалиш (тўзителиш) хусусиятлари билан, шунингдек, ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиш тезлиги ҳамда ўз-ўзидан алангаланишнинг бир вақтда ўтиши билан белгиланади. Кечикиш даври узун бўлганда бошланғич босқичда ўз-ўзидан алангаланиш ва ёниш жараёни кўпинча зарбли тўлқинлар пайдо бўлиши билан кечади. Тез ёниш даврининг давомийлиги одатда тирсакли валнинг 15° бурилиш бурчагидан зиёд бўлмайди, ажралиб чиқадиган иссиқликнинг улуши эса бутун цикл давомида чиқадиган умумий иссиқлик миқдорининг 30—50% қисmini ташкил этади.

Секин ёниш босқичи Ө_{III} нуқталар 3 ва 4 оралиғида кечади. У камерада барқарор аланга манбалари мавжуд бўлиши билан ажралиб туради. Илгарироқ ташкил қилинган ҳавонинг ҳаракати ҳисобига бу манбаларга пуркагич соплolari орқали ёнилғи берилиши ҳамда ҳаво кириши давом этади. Ёнилғининг ёниши диффузион механизм бўйича содир бўлади, шу сабабли мазкур босқич баъзан *диффузион ёниш босқичи* деб юритилади. Секин ёниш босқичи камера учун ҳисоблаб топилган газнинг ўртача температурасининг энг юқори нуқтасида тугалланади. Ушбу босқичнинг мавжудлиги дизель фақат катта юкла-

ниш билан ишлаганда анча аниқ намоён бўлади. Бу босқич кенгайиш шароитида амалга ошади, шу туфайли цилиндрда газ босими пасаяди. Мазкур босқич мобайнида форсунка орқали ёнилғи келиши тўхтади ва босқичнинг якуний қисмида илгари берилган, аммо ўз вақтида ёнишга улгурмаган ёнилғи ёнади. Бу босқичнинг давомийлиги тирсакли валнинг $15\text{--}25^\circ$ бурилишига тенг бўлади, унинг охирида ажралган иссиқлик миқдори эса бутун цикл давомида чиққан иссиқлик миқдорининг $78\text{--}88\%$ гача қисмини ташкил этади.

Охирги босқич — ёниб тугаш босқичи. Өв да ташкил қилинмаган ёнилғининг диффузион ёниши ва чала оксидланиш маҳсуллари босим ҳамда температура пасайиб борадиган, шунингдек, реакция соҳаси инерт газлар (азот, ёниш маҳсуллари) билан кучли равишда суюқланадиган шароитда аста-секин ниҳоясига етади. ЮЧН дан узоқлашган сари иссиқликдан фойдаланиш нуқтаи назаридан ёнишнинг мақсадга мувофиқлиги камайиб боради, чунки ҳосил бўлаётган маҳсуллар цилиндрда етарлича кенгайишга ва ўзининг иссиқлик энергиясини ишга айлантиришга улгура олмайди. Шунинг учун аралашманинг ёниши қанча тез тугалланса ва унда циклик ёнилғи миқдорининг қанча кам қисми қатнашса, аралашманинг ҳосил бўлиши ва ёниш жараёни шунча яхши ташкил қилинган, деб ҳисобланади. Баъзи ҳолларда, дизель катта юкланиш билан ишлаганда ёниб тугалланиш давомийлиги тирсакли валнинг $70\text{--}60^\circ$ бурилиш бурчагига етиши мумкин, айрим ҳолларда эса у чиқариш клапанининг очилишига қадар давом этади. Бунда чиқариш жараёни цилиндрда аланга ҳали мавжудлигида бошланади, бунинг оқибатида чиқариш системасига қурум, ёнмаган углеводородлар ва юқори ҳароратли бошқа чала ёниш маҳсуллари чиқарилади.

Ёнувчи аралашма бир жинслилигининг камера ҳажми бўйича катта фарқ қилиши учқундан ўт олдирилувчи ИЕД га нисбатан дизелда аралашма ҳосил бўлишининг ўзига хос хусусияти бўлиб, транспорт двигателлари учун ёнишда катта афзалликка эга: юкланишни сифат жиҳатидан ростлаш мумкин. Бунда цикл ишини камайтириш учун цикл давомида пуркаладиган ёнилғи миқдори камайтирилади, холос, аммо ҳаво миқдори чекланолмайди. Натижада ёниш камераси бўйича ҳавонинг ўртача ортиқлик коэффиценти катталашади ва $4\text{--}5$ га етиши мумкин, бунда ёнилғининг ҳатто тўлиқ оксидланиши яхшиланганда ҳам ўз-ўзидан алангаланиш ва ёниш жараёнида ҳеч қандай бузилиш бўлмайди. Бу ҳол юкланиш камайтирилганда одатда юзага келувчи ёниш давомийлигининг қисқариши билан биргаликда циклда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичини, яъни унинг ф. и. к. ини анча оширади.

Шу билан бирга, аралашманинг бир жинсли эмаслиги ва унинг маҳаллий тарзда ўта қуюқлашиш эҳтимоли борлиги ту-тунсиз ишлаш ва иссиқликдан фойдаланиш доирасини чеклаб қўяди ($\alpha = 1,15\text{--}1,45$ дан кичик бўлмаганда), бу эса дизеллар

тўлиқ юкланиш билан ишлаганда циклнинг солиштирма иши (яъни цилиндр иш ҳажмининг бирлигига тўғри келувчи иш) кам бўлишининг асосий сабабидир. Кўрсатиб ўтилган ҳавонинг ортиқлик коэффициентининг жонз энг кичик қийматлари аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнини ташкил этиш усули билан, шунингдек унинг ИЕД да амалга оширилишининг такомиллаштирилиши билан боғлиқдир.

7.3.1. Турли омилларнинг ёниш жараёнига таъсири

Ёнилги пуркалишини илгарилатиш бурчаги (ЮЧН га нисбатан) ёниш жараёни авж оладиган шаронини белгиллаб беради ва бу билан унинг хусусиятларига таъсир қилади. Ёнилги барвақт берилла бошлаганда камерадаги заряднинг босими ва ҳарорати ўз-ўзидан алангаланишини таъминлаш учун етарли бўлмайди. Натижада алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетади, пуркалишнинг берилган хусусиятида аланга пайдо бўлиш пайтида камерада тўпланган ёнилги миқдори ортади ва тез ёниш босқичи жуда жадал авж олиб, $dp/d\phi$ ва p_z нинг қийматлари зиёдлашади.

Агар тез ёниш босқичи сиқиш чизигида жойлашса, у ҳолда цилиндрнинг ҳажми кичиклашади ва юқоридаги қийматлар термодинамика қонуниятлари асосида янада катталашади. Бунда дизель «қаттиқ» ишлай бошлайди, тақиллаш га шовқин пайдо бўлади, ёнишда иссиқликнинг деворга ўтиб тирсф бўлиши кўпаяди, иссиқликнинг анчагина қисми поғшннинг ЮЧН га ҳаракатланишига тўқинлик қилишга сарфланади, бу эса циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасини камайтиради. Ёнилги кечикиб пуркалганда кечикиш даври қисқаради ва тез ёниш босқичи ЮЧН дан кейин жойлашиб, анча равон авж олади, $dp/d\phi$ ва p_z нинг қийматлари кичиклашади.

Аммо циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси ёнишнинг кеч тугаши ва цилиндрда газнинг тўлиқ кенгаймаслиги, шунингдек иссиқликнинг деворга ўтиб кетиши ортиши туфайли ёмонлашади. Бунда атмосферага чиқарилаётган ишлатилган газларнинг параметрлари юқори даражада бўлади. Буларнинг барчаси чиқариш системаси элементларининг ва бутун ИЕД нинг қизиб кетишига олиб келади. Чала ёниш маҳсулларининг атмосферага чиқарилиши ортади.

Шуни эсдан чиқармаслик керакки, пуркашни илгарилатиш бурчаги ёниш жараёнига тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича цилиндрдаги турбулентлик ва уюрма ҳосил бўлиш жадаллигини ўзгартириш орқали таъсир кўрсатади, ҳолбуки турли камералардаги турбулентлик ва уюрма ҳосил бўлиш жараёни бир-биридан катта фарқ қилади. Ушбу омиллар аралашма ҳосил қилишнинг турли усулларида тегишлича роль ўйнайди.

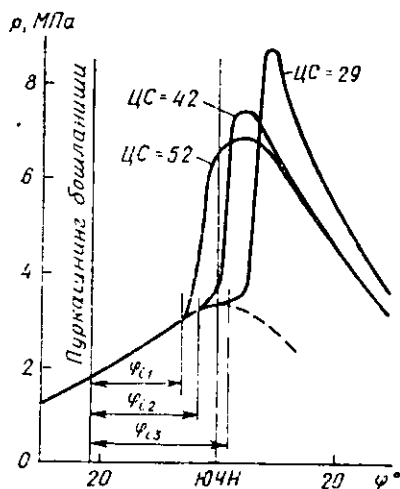
Ёнилгининг хоссалари. Ёнилгининг физик ва химиявий хоссалари алангаланишнинг кечикиш даври давомийлигига ва у орқали тез ёниш босқичининг ривожланишига катта таъсир кўрсатади. Ўз нав-

батида, тез ёниш босқичининг ривожланиши кўп жиҳатдан аралашма ҳосил қилишни ташкил этиш усулига боғлиқ. Шу боис ёнилғи хоссаларининг ёниш жараёнига таъсири аралашма турли усулларда ҳосил қилинадиган дизелларда турли даражада намоён бўлади. Ёнилғининг цетан сони энг сезиларли таъсир кўрсатади. У қанча катта бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври шунча қисқа бўлади. Демак, камерага ёнилғи бериш қонуниятини ўзгармас бўлганда ёнилғининг цетан сони ортиши $dp/d\phi$ ва p_z нинг қийматлари кичиклашувига сабаб бўлиши ҳамда тез ёниш босқичини илгарилатиш томонга силжитиши лозим.

Ёнилғи қовушқоқлигининг, сирт таранглигининг ва қайнаш ҳароратининг пасайиши буғланиш ҳамда аралашмиш жараёнларининг яхшиланишига олиб келади. Бу ҳол кечикиш даври физик ва химиявий босқичларининг тезроқ кечишини таъминлайди, аммо шу билан бирга аралашма катта ҳажмларининг алангаланишга тайёrlаниши бир вақтда бўлишига шароит яратди. Бинобарин, кўриб чиқиладиган углеводородлар физик хоссаларининг ўзгариши алангаланишнинг биринчи манбалари пайдо бўлишини осонлаштиради, лекин айни чоғда улардан чиқаётган аланганин аралашманиннг бутун ҳажми бўйлаб тарқалиш жараёнини тезлаштиради ва тез ёниш босқичини жадаллаштиради.

Эслатиб ўтамизки, нефтдан олинувчи табиий углеводородлар ичида нормал парафинларнинг цетан сони энг юқори бўлади. Одатда, цетан сони молекулада углеводород атомлари сони кўпайиши билан (яъни молекула оғирлашиши билан) ортади, мазкур ҳодиса натижасида зичлик, қовушқоқлик зиёдалашади ва буғланувчанлик ёмонлашади. Шу сабабли табиий углеводородлардан ташкил топган дизель ёнилғиларида цетан сонининг ортиши билан бир қаторда уларнинг пуркалиш майинлиги ва бир жинслилиги ҳамда буғланиши яхшиланади. Буларнинг бари алангаланишнинг кечикиш даври қисқаришига ва тез ёниш босқичининг ривожланиши анча равоён бўлишига олиб келади.

Дизель учун тавсия этиладиган ёнилғи цетан сонининг даражаси, одатда пастки ва юқориги чегаралар билан (35—60 бирлик) чекланади. Цетан сони кичик бўлган ёнилғилардан фойдаланилганда кечикиш даври узаяди, бунинг оқибатида ҳамда дизель айниқса ишга туширишда ва қизмаган ҳолатда ишлатилганда «қаттиқ», кучли тақиллаб ва шовқин чиқариб ишлайди. Цетан сони жуда юқори бўлган ёнилғилардан фойдаланиш дизелнинг «юмшоқ» ишлашини таъминлайди, аммо алангаланиш пуркалишнинг дастлабки босқичида, пуркагич соплолари яқинида содир бўлади. Ёнилғи оқимлари ўз йўлида юқори ҳароратли ёниш манбаига дуч келар экан, камераниннг ҳаво билан тўла чекка соҳаларига етиб бора олмайди. Диффузион ёниш вужудга келишини аланга манбаи яқинидаги ҳаво гина таъминлайди, шу сабабли бу жараён ҳаво етишмаган ҳолда амалга ошади. Буларнинг ҳаммаси иссиқликдан фойда-



7.13-расм. Ёниш жараёнига ёнилғи цетан сонининг таъсири

радиған шароитда авж олади. Натижада цетан сонининг ўзгаришидан бўладиган самара биринчи ёнилғи учун $dp/d\phi$ ва p_z нинг катталашуви томон оғади, иккинчи ёнилғи учун эса бунинг акси бўлади.

Сиқиш даражаси. Сиқиш даражаси ортиши билан ёнилғи берила бошлаш ва унинг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланиш даврида газнинг ҳарорати ҳамда босими кўтарилади. Алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради ва тез ёниш босқичи анча раван авж олади, бунда $dp/d\phi$ ва p_z нинг қиймати кичик бўлади. Шу билан бир қаторда циклдаги газ босими ва температурасининг жорий ҳамда максимал қийматлари ортади, натижада учинчи ва тўртинчи босқичларда ёниш тезлиги ошади. Бунда ИЕД деталларига тушадиган юкланишлар катталашади.

Ёнилғини пуркаш ва тўзитиш хусусиятлари дизелларда аралашма ҳосил бўлишининг асосий таркибий қисмларидан бири бўлиб, ёниш жараёнига, айниқса, унинг бошланғич босқичида катта таъсир кўрсатади. Ёнилғи бериш тезлигининг ортиши, яъни пуркаш босимининг кўтарилиши ёнилғининг тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилигини яхшилайти, бу эса кечикиш даврининг бирмунча қисқаришини таъминлайди, аммо айни пайтда алангаланишнинг бирламчи манбаларидан чиқаётган аланганинг аралашма ҳажми бўйича тақсимланишининг жадаллашувиға, яъни тез ёниш босқичининг тезроқ ривожланишиға олиб келади.

Ёнилғи бериш қонуният, айниқса, ажратилмаган ёниш камераларида (6.7-расм, а — е га қаранг) ёниш жараёнига катта таъсир кўрсатади, чунки у алангаланишнинг кечикиш даври давомийлигиға таъсир қилади ва ўзининг берилган қийматида тез

ланишни ёмонлаштиради, циклнинг мумкин бўлган энг юқори ишини камайтиради ва ишлатилган газларнинг тутовчанлигини оширади.

7.13-расмда цетан сони турлича бўлган ёнилғида ва биргина режимда ишлаганда ҳамда ёнилғи берилишини илгарилатиш бурчаги бир хил бўлганда дизель цилиндридаги босим диаграммалари келтирилган. Диаграммаларни кўриб чиқаётганда шуни назарда тутиш керакки, цетан сони 52 га тенг бўлган ёнилғининг тез ёниш босқичи камеранинг ҳажми кичиклаша борадиган шароитда ривожланади, ҳолбуки цетан сони 29 га тенг бўлганда — ҳажм катталашиб боради.

ёниш жараёнида қатнашувчи ёнилғи миқдорини, унинг кейинги босқичларида эса ёниш соҳасига ёнилғининг кириш жадаллигини белгилайди. *a* ва *b* характеристикаларни (6.2-расмга қаранг) таққослашдан шу нарсa маълум бўладики, *a* эгри чизик пуркалишнинг бошида ёнилғи берилишининг равон ошиб боришига мос келади. Бу ҳол ёнилғининг дастлабки миқдорлари бир жинслимас тарзда (ҳар хил) тўзитилишини ва кечикиш даврида кам миқдорда ёнилғи берилишини таъминлайди. Бунда тез ёниш босқичи «юмшоқ» тарзда ривожланади, $dp/d\phi$ нинг ва цикл босимининг қийматлари кичик бўлади. *b* характеристика ёниш жараёни бошланғич босқичининг тезроқ ривожланишини, бинобарин, дизелнинг «қаттиқроқ» ишлашини таъминлайди.

Ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллигини пасайтириш мақсадида баъзан пуркалишнинг бошланғич босқичида ёнилғи бериш тезлиги атайлаб пасайтирилади. Бунинг учун поғонасимон (эгри чизик *e*) ёки икки босқичли (эгри чизик *g*) характеристикалардан фойдаланилади. Бунда бошланғич ёнилғи миқдорининг пуркалиш босими анча юқори бўлиши лозим, шундагина ёнилғининг асосий миқдори пуркаладиган пайтга келиб камерада ўз вақтида ўз-ўзидан алангаланиш бўлиши учун зарур бўлган тўзитилиш майинлиги таъминланади. Шу жиҳатдан қараганда *g* характеристика афзалроқ ҳисобланади.

a ва *d* характеристикаларни таққослаб, улардан биринчисида ёнилғининг берила бошлаши, иккинчисида эса охири чўзилиб кетганини кўриш мумкин. *a* характеристика фойдаланишга қулайроқдир, чунки пуркашнинг бошида ёнилғи бериш тезлиги унча катта бўлмаганда ёнишнинг бошланғич босқичида ёнилғи йирик ва бир жинслимас тарзда тўзитилади. Жараёнинг кейинги босқичлари давомида ёнилғи зарралари буғланишга, ҳаво билан аралашушга ва батамом ёниб битишга улгуради. Айни чоғда, ёнилғининг бир жинслимас тарзда тўзитилиши тез ёниш жараёнининг юмшашига имконият яратади. *d* характеристикада ёнилғининг йирик томчилари камерага ёнишнинг охириги босқичида узатилади. Бу босқич реакция соҳаси ёниш маҳсуллари билан суюладиган ҳамда ҳарорат ва босим пасаядиган шароитда кечади. Мазкур ҳолда уларнинг қурум зарраларига ёки бошқа чала оксидланиш маҳсулларига айланиш эҳтимоли кўпроқ бўлади.

e характеристикада ёнилғининг охириги миқдори асосий миқдоридан алоҳида, паст босим билан пуркалади. Ёнишнинг охириги босқичида бериладиган ёнилғининг йирик тарзда тўзитилиши муқаррар равишда ишлатилган газларда қурум (тутун) пайдо бўлишига ва иссиқликдан кам фойдаланилишига олиб келади. Бундай характеристика номақбулдир. Мазкур характеристика дизелнинг ёнилғи аппаратлари ишида бузилишлар бўлганда баъзан муайян шароитларда юзага келади.

ЮЧН да поршень устидаги тирқиш. Поршень ЮЧН да турганда поршень устидаги тирқишнинг таъсири заряднинг ци-

линдрдан ёниш камерасидаги ўйиққа сиқиб чиқарилишида намоён бўлади. Бунда газнинг турбулент пульсацияси ҳам, заряднинг уюшган ҳолда ҳаракатланиши (сиқиб чиқаришдаги радиал оқимлар, заряднинг камерада айланиши) ҳам жадаллашади, натижада ёниш жараёни тезлашади ва аралашма ҳосил бўлиши яхшиланади. Поршень устидаги тирқиш қанча кичик бўлса, сиқиб чиқариш самараси шунча кучли ва заряднинг камерадаги ҳаракати шунча жадал бўлади.

Бундан ташқари, тирқишда қолган ва металл деворлар орасида қамалган ҳаво тезроқ совиёди, чунки у кам ҳаракатланади. Шу сабабли тирқишга кириб қолган ёнилғи батамом оксидлана олмайди ва чала ёниш маҳсуллари (қурум, сўхта, углеводородлар) га айланади. Шу мулоҳазаларга кўра барча цилиндрларда аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнлари бир хилда кечишини таъминлаш мақсадида, ЮЧН да турган поршень устидаги тирқишни барча цилиндрлар учун мумкин қадар кичик ҳамда бир хилда қилишга ҳаракат қилинади. Техник хизмат кўрсатиш ва нуқсонларни тузатиш жараёнида дизелнинг поршень группаларини алмаштираётганда буни ҳисобга олиш зарур.

Тезлик режими. Тезлик режими ортиши билан сиқилишнинг политроп кўрсаткичи ошади ва тўлдириш коэффициенти маълум чегарагача катталашади. Шу туфайли сиқилиш охирида ҳавонинг босими ва ҳарорати кўтарилади. Буларнинг ҳаммаси алангаланишнинг кечикиш даври қисқаришига (вақт бўйича) олиб келади. Аммо бу давр тирсакли валнинг бурилиш градуслари бўйича узаяди, натижада ёниш жараёни кечикиш томон силжийди ва циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси ёмонлашади. Бу ҳол ишнинг тезлик режимини оширган ҳолда пуркашни илгарилатиш бурчагини катталаштиришга мажбур қилади.

Айланиш частотаси ортиши билан аппаратлар етказиб берадиган ёнилғининг тезлиги ҳамм бўйича зидлашади, бу эса пуркаш босимини катталаштиради ва пуркалиш майинлиги ҳамда бир жинслилигини оширади. Бу ҳол кечикиш даврининг узайиши билан биргаликда тез ёниш босқичини жадаллаштиради ва $dp/d\phi$ нинг ҳамда цикл босимининг (агар пуркашни илгарилатиш бурчагини мувофиқлаштириш ҳисобида тез ёниш босқичи ЮЧН га нисбатан ўзгаришсиз қолса) қийматларини катталаштиради. Тезлик режими кўтарилганда заряднинг камерадаги турбулентлик ва уюшган ҳолда ҳаракатланиш жадаллиги ортади, бу эса ёнишнинг кейинги босқичларида аралашма ҳосил бўлиши ва ёнишининг ташкил қилинишига таъсир кўрсатади.

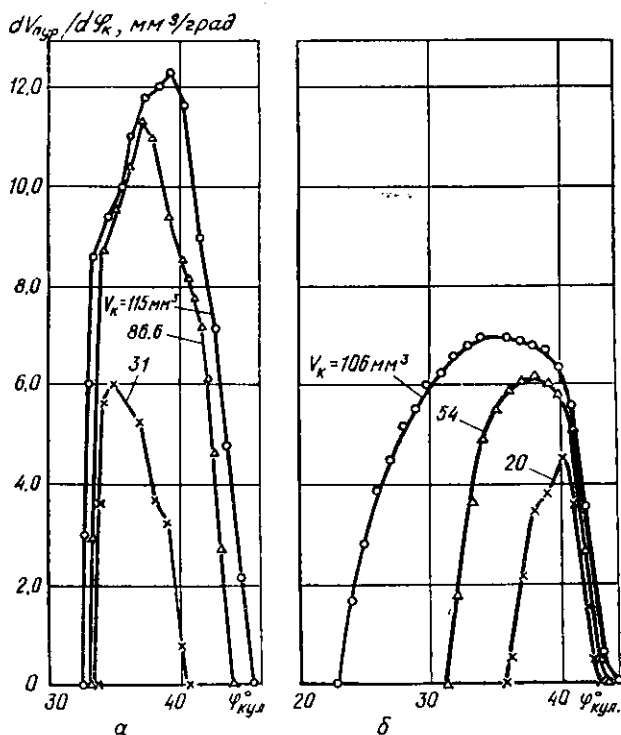
Камералари ажратилмаган, ёнилғи айланувчи ҳаво заряди билан тўлдирилган ҳаммга пуркаладиган дизеллар учун умумий қонунят шундан иборатки, тезлик режими ортиши билан ёниш камерасидаги уюрманиннг жадаллиги аралашма ҳосил қилишнинг умумий концепциясидан келиб чиқувчи қийматга қара-

ганда тезроқ ошиб боради [(6.8) формулага қаранг]. Натижада айланиш частотасининг маълум чегарасидан бошлаб ўта уюрмаланиш юзага келади, бу эса ёнишнинг тўлиқлиги ёмонлашувига, циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси камайишига ва ишлатилган газларда тутун кўпайишига сабаб бўлади.

Бу ҳодисанинг ёнишга ва дизель кўрсаткичларига салбий таъсирини камайтириш учун оралиқ тезлик режимида ҳаво зарядининг айланиш жадаллиги энг мақбул даражада танланади. Бу ҳолда паст айланиш частоталарида аралашма уюрманинг паст жадаллигида, юқори айланиш частоталарида эса бирмунча ўта уюрмаланиш шаронтида ҳосил бўлади. Айрим ҳолларда ҳаво уюрмасини секинлаштиришнинг у ёки бу усулларида фойдаланилади.

Юкланиш. Дизель юкланишининг (нагрузкасининг) ёниш жараёнига таъсири қатор частота омилини орқали комплекс тарзда намоён бўлади.

Биринчидан, юкланишнинг камайиши натижасида ёниш ка- мераси атрофидаги деталларнинг иссиқлик ҳолати пасаяди,



7.14-расм. Цикл давоминда бериладиган ёнилғи миқдорини созлашда пуркаш х- рактистикасининг ўзгариши

бу эса бошқа шароитлар ўзгармагани ҳолда алангаланишнинг кечикиш даври узайишига олиб келади.

Иккинчидан, дизелларда фойдаланиладиган ёнилғи аппаратларининг деярли барча турларида циклик узатиш миқдори камая боргани сари ёнилғининг пуркалиш босими пасая боради, натижада тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилиги ёмонлашади, шунингдек ёнилғи оқимларининг пуркалиш масофаси қисқаради. Бу ҳол алангаланишнинг кечикиш даври узайишига, бирламчи манбалардан чиқаётган аланганинг аралашма ҳажмида ҳаракатланиш тезлиги пасайишига ва камерадаги ёниш соҳасининг вазияти ўзгаришига олиб боради.

Учинчидан, юкланишни ўзгартириш насос плунжерининг актив йўли, яъни унинг тўлиқ йўли қисмининг (бу йўл қисми давомида сиқилган ёнилғи форсунка тўзиткичига узатилади) катталигини ростлаш йўли билан амалга оширилади. Ростлашни ёнилғи беришнинг охирини ёки бошини, ёки бир йўла уни ҳам, буни ҳам ўзгартириш орқали амалга ошириш мумкин. Бу усул юкланиш камайганда пуркалиш вақтининг қисқаришига, шунингдек ёнилғи бериш даврининг сиқиш охиридаги ЮЧН га нисбатан силжишига олиб келади. Шунга мос равишда пуркаш характеристикаларининг кўриниши ҳам ўзгаради (7.14-расм).

Плунжер актив йўлининг охирини ўзгартириш ҳисобига ёнилғи миқдори камайганда (7.14-расм, а) пуркаш характеристикаси ЮЧН га нисбатан деярли ўзгармайди ва шу сабабли алангаланишнинг кечикиш даври дизель деталлари ҳароратининг пасайиши ва ёнилғининг пуркалиш босими пасайиши ҳамда бунда dp/df нинг қийматлари ортиши туфайлигина бирмунча узайиши мумкин.

Агар циклик ёнилғи миқдори плунжер актив йўлининг бошланишини ростлаш билан камайтириладиган бўлса (7.14-расм, б), у ҳолда пуркаш характеристикасининг бошланғич босқичи кечикиш томон, яъни ЮЧН га яқинроққа, заряднинг ҳарорати ва босими юқорироқ бўладиган соҳага силжийди. Бунинг эвазига алангаланишнинг кечикиш даври қисқариши мумкинлиги ИЕД иссиқлик ҳолатининг пасайиши ва ёнилғининг тўзитилиш майинлиги ёмонлашуви билан маълум даражада қопланиши мумкин, аммо тез ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллиги бошқа шароитлар бир хил бўлганда аввалги ҳолдагига нисбатан бирмунча паст бўлади. Дизеллар юкланиши камайгандаги умумий қонуниятлар циклдаги ҳарорат ва босимнинг энг юқори қийматлари кичиклашувида, секкин ёниш ва ёниб тугаш босқичларининг қисқаришидан, ёнишнинг ЮЧН га яқинроққа, кенгайиш чизиғида тугашидан ва цикл ф. н. к. нинг катталашувида иборат. Жуда кичик юкланишларда салт ишлагандагина пуркалиш босимининг пасайиши ва тўзитилиш сифати ёмонлашуви ҳисобига ёнилғи чала ёнишининг ортиши кузатилади.

7.3.2. Аралашма ҳосил бўлишини ташкил этишнинг турли усулларида ёнишнинг ўзига хос хусусиятлари

Ҳажм бўйича ва ҳажм бўйича-пардали усулларда аралашма ҳосил бўлишида ёнилғи ҳаво зарядига кўп соплולי тўзиткич воситасида пуркалади. Бунда, одатда, ҳамма соплоларнинг диаметри бир хил бўлади. Конструктив мулоҳазаларга кўра тўзиткич кўпинча ёниш камерасининг ўртасида ёки ундан сал нарироққа ўрнатилади. Ёнилғи оқимларининг ўқлари шундай йўналтириладики, натижада улар камера девори билан поршендаги ўйиқ тубидан бир хил баландликда учрашади. Бунда ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрлаш шароити барча ёнилғи оқимлари учун бир хил бўлади ва аланга манбалари деярли бир вақтда юзага келади.

Ўз-ўзидан алангаланиш манбаларининг кўплиги одатда тез ёниш босқичида босимнинг кўтарилиш жадаллиги юқори бўлишига олиб келади. Бу кўрсаткич дизелнинг иш режимига ва жараёнинг турли дизелларда амалга ошиш хусусиятларига қараб 0,5—1,2 МПа/град ва бундан ортиқ бўлади. Пуркаш босими қанча юқори, ёнилғининг тўзитилиши қанча майин ва бир жинсли, алангаланиш манбалари қанча йирик ва уларнинг миқдори (ёнилғи оқимларининг миқдори ҳам) қанча кўп бўлса, босимнинг кўтарилиш жадаллиги шунча юқори бўлади. Босимнинг кўтарилиш тезлиги юқорилиги ва циклдаги максимал босимнинг катта қийматлари ИЕДнинг иш жараёнига нисбатан қатъий талаблар қўйиладиган ҳозирги шароитда ёниш жараёнининг жиддий камчиликлари ҳисобланади. Улар дизелнинг тақиллаб ва шовқин чиқариб ишлашига, шунингдек, деталларининг титрашига ҳамда уларга катта юкланишлар тушишига сабаб бўлади.

Тез ёниш босқичининг равон бўлишига пуркашни илгарилатиш бурчагини циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланишни таъминловчи қийматдан кичикроқ қилиш йўли билан осонгина эришиш мумкин. Бироқ бунда циклнинг ф. и. к. ёмонлашуви билан бирга катта юкланишларда ишлатилган газларнинг туташи ҳам ортади. Ёниш камерасини чўян поршенлар, пўлат устқўйма ва қўшимчалар, поршень тубини алангаланишнинг кечикиш даврини қисқартирувчи керамик қопламалар билан қоплаш ёрдамида иссиқликни кам ўтказадиган қилиш яхши самара беради. Шу мақсадда ёнилғининг берила бошлаши суст бўлган пуркаш характеристикаларидан (6.2- расм, а га қаранг), шунингдек бир вақтнинг ўзида алангаланиш манбаларини ҳосил қилишда ва тез ёниш босқичини ривожлантиришда қатнашувчи ёнилғи миқдорини чеклашга имкон берувчи пуркаш характеристикаларидан (6.2-расм, в, г га қаранг) фойдаланилади.

Босқич давомида катта юкланишларда циклик ёнилғи миқдорининг 50—70% қисми ишлатиладиган диффузион ёнишни (тез ва секин ёниш босқичларини) ташкил қилишда ёнилғининг аланга манбаларига пуркалиш тезлиги реакциялар соҳасига

ҳаво бериш тезлиги билан мувофиқлаштирилиши зарур. Ҳавонинг бу тезлиги кўрилатган аралашма ҳосил қилиш усуллари учун заряднинг камерадаги айланиш жадаллиги билан аниқланади. Агар ёнилғи ҳаддан ташқари тез пуркалса, чала ёниш маҳсуллари, шу жумладан, қурум зарралари пайдо бўлиб, улар кейинроқ, қачонки пуркалиш тугагандан сўнг аланга манбалари камерада бутун газ билан бирга айлана бошлаган пайтда охиригача оксидланади. Бунда ёнилғи ва ҳавонинг нисбий ҳаракат тезлиги пасайиши туфайли ёниб тугалланиш жараёни чўзилиб кетиши мумкин. Ёнилғи жуда секин берилганда пуркаш ва ёниш жараёнлари босқич бўйича узаяди. Ўта уюрмаланиш оқибатида ёнилғи олдинги ёнилғи оқимининг ёниш маҳсуллари билан банд бўлган ҳажмга пуркалиб қолиши мумкин. Натижада иссиқлик ажралиб чиқиш жараёни чўзилиб кетиб, термодинамик самарадорлик камаяди ва олдинги ҳолда бўлгани каби, чала ёниш маҳсуллариининг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши кўпаяди. Одатда, ҳажм бўйича пардали усулда аралашма ҳосил бўлишида юкланиш тўлиқ бўлганда туташ чегараси $\alpha = 1,35 - 1,45$ бўлганда юзага келади.

Пардали аралашма ҳосил бўлганда алангаланишнинг кечикиш даврини қисқартириш учун сиқилиш даражаси оширилади (ҳажм бўйича-пардали усулдаги 15—17 га нисбатан 17—18,5 гача) ва ўз-ўзидан алангаланишда ҳамда тез ёниш босқичида қатнашувчи ёнилғи улуши анчагина чеклаб қўйилади. Шу туфайли, шунингдек ўз-ўзидан алангаланишнинг бир манбалилик хусусияти оқибатида тез ёниш босқичида босимнинг кўтарилиш жадаллиги жуда паст (0,25—0,40 МПа/град) бўлади, бу эса жараённинг кам шовқин бўлишини таъминлайди. Циклнинг энг юқори босими 7,5—8,5 МПа ни ташкил этади.

Диффузион ёниш босқичида реакция соҳасига ёнилғи киришиш тезлиги иккита омилга: парданинг буғланиш тезлигини ростлаб турувчи камера деворининг назорат қилинувчи температурасига ҳамда ёнилғи буғини ёниш соҳасига олиб кетувчи ҳавонинг парда тепасида ҳаракатланиш жадаллигига боғлиқ. Жараён тўғри ростланганда ёниш соҳасида фақат буғланган ёнилғи бўлади, бу эса қурум (тутун) ҳосил бўлиш эҳтимолини камайтиради. Зичлиги кам бўлган иссиқ ёниш маҳсуллари улар ўрнига келаётган анча совуқ ва зичроқ ҳаво камера марказига сиқиб чиқаради. Бу ҳавони марказдан қочирма куч ёниш манбан жойлашган девор яқинидаги соҳага чиқариб ташлайди. Жараённинг бундай ташкил қилиниши туфайли ёнилғининг пуркаш характеристикалари ва тўзитилиш параметрлари ёниш сифати учун белгилувчи аҳамиятга эга эмас. Аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг аниқ ташкил қилиниши натижасида ёниш жараёни ўз вақтида тугалланади, бу эса циклнинг ф. и. к. юқори бўлишини таъминлайди. Тутун чиқармасдан ишлаш чегараси $\alpha = 1,25 - 1,1$ да юзага келади ва мавжуд ҳавонинг аралашма ҳосил бўлишига киришиш тўлиқлигига боғлиқ бўлади.

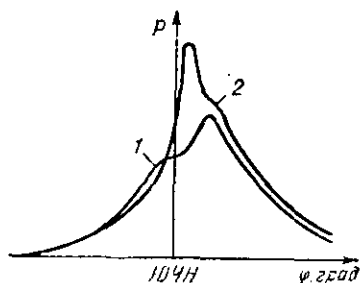
Бунинг учун поршендаги камера ҳажмининг умумий сиқиш ҳажмига нисбати мумкин қадар катталаштирилади.

Аралашма девор яқинида ҳосил бўлганда ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланиш даврида ёниш камерасида ҳарорати турлича бўлган иккита соҳа юзага келади: иссиқ ҳаво билан тўлган марказий соҳа ва қуюқ аралашма билан тўлган девор яқинидаги ҳалқасимон соҳа (ёнилғи бугланиб кетиши туфайли иккинчи соҳанинг ҳарорати нисбатан паст бўлади). Битта манбадан алангаланиш ҳалқасимон соҳанинг ички чегарасида, яъни ёнилғининг ҳарорати ва миқдори жиҳатидан энг қулай шаронт юзага келадиган жойда содир бўлади. Аланга соҳасига бир томондан қуюқ ёнилғи-ҳаво аралашмаси, иккинчи томондан эса марказий соҳадан ҳаво келади. Ҳарорати баланд ва зичлиги кам бўлган ёниш маҳсулларини ёниш содир бўлаётган чекка зонадан марказдан қочирма куч таъсирида ҳаракатланаётган совуқроқ ва зичроқ ҳаво камеранинг ўртасига сиқиб чиқаради. Аралашма девор яқинида ҳосил бўлганда тахминан пардали усулдаги ўхшаш иккита характеристика юзага келади, лекин бунда девор таъсир қилувчи омиллар қаторига кирмайди, шу сабабли дизелнинг совуқлайини ишга туширилиши ва қизимаган ҳолда ишлаши билан боғлиқ бўлган мураккабликлар юзага келмайди.

Уюрмали камералар ўрнатилган дизелларда аралашманинг алангаланиш манбаи юқори ҳароратли ёрдамчи камеранинг совитилмайдиган ёки иссиқлик ўтказмайдиган қилинган қўймаси сирти яқинида юзага келади. Ёрдамчи камеранинг ҳажмини қисқартириш ва бу билан тез ёниш босқичида қатнашувчи ёнилғи миқдорини камайтириш учун ёнилғи конуслик бурчаги кичик бўлган ихчам оқим тарзида пуркалади. Ёрдамчи камера билан асосий камерадаги босимлар фарқи таъсирида ёнилғи, ёниш маҳсуллари ва ёнаётган аралашма поршень тепасидаги бўшлиққа катта тезлик билан чиқариб ташланади.

Қўндаланг кесими кичик бўлган туташтирувчи каналда ёнилғининг дросселланиши туфайли асосий камерада босим паст жадаллик ($0,35-0,5$ МПа/град) билан кўтарилади, натижада дизель тақилламасдан ва титрамасдан тинч ишлайди. Поршень тепасидаги ҳажмда циклнинг энг юқори босими $6,5-7,0$ МПа ни ташкил этади. Ёрдамчи камерада тез ёниш босқичида энг юқори босим ҳам, босимнинг кўтарилиш тезлиги ҳам юқоридаги қийматлардан анча ортиқ бўлади. Заряднинг поршень тепасидаги ҳажмга жадал оқиб ўтиши газнинг қўшимча равишда турбулизацияланиши ва уюрмаланишини келтириб чиқаради, шу туфайли аралашма ҳосил бўлиши тезлашади ва ёнилғи тўла-тўқис ва ўз вақтида ёнади.

Аралашма олд камерада ҳосил бўлганда ёниш жараёни уюрмали камерадагига ўхшаш тарзда кечади, аммо туташтирувчи каналнинг ўтиш кесими кичиклиги туфайли газнинг бир камерадан бошқасига ўтаётганида дросселланиши янада кучаяди ва шу сабабли тез ёниш босқичида цилиндрда босимнинг



7.15-расм. Олд камерали дизелда ёниш даврида газ босимининг ўзгариши:

1—асосий камерада; 2—олд камерада

ёнида ҳарорати $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$ бўладиган совитилмайдиган ёки иссиқлик ўтказмайдиган қилинган қўймалардан фойдаланилади. Бироқ дизель совуқлайин ишга туширилганда ёки қизи-маган ҳолда ишлатилганда алангаланишнинг кечикиш даври узаяди, натижада у тақиллаб ишлайди.

кўтарилиш тезлиги сустроқ ($0,25\text{--}0,4$ МПа/град) ҳамда циклдаги босимнинг энг юқори қиймати кичикроқ ($5,5\text{--}6,5$ МПа) бўлади. Ердамчи ва асосий камералардаги босимлар фарқи анча катта бўлади (7.15-расм).

Уюрма камерали ва олд камерали дизелларнинг аксариятида ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланишни тезлаштириш мақсадида иш жара-

7.3.3. ИЕД ни ишлатиш шароитларида ёниш хусусиятларининг ўзгариши

Дизелда ёниш жараёнининг хусусиятлари уни ишлатиш жараёнида ва иш шароити ўзгарганида ўзгаришсиз қолмайди. Фойдаланиш давомида цилиндр кўзгуси, зичловчи ҳалқалар ва поршеннинг ейилиши оқибатида ёниш камерасидан заряднинг сизиб чиқиши ортади, бу эса сиқиш тактининг охирида янги заряд массасининг ва параметрларининг камайишига олиб келади. Параметрларнинг камайиши бошқа шароитлар ўзгармагани ҳолда алангаланишнинг кечикиш даври узайишига, ёнишнинг кечроқ ривожланишига, циклдаги газ босими ва ҳароратининг максимал қийматлари кичиклашувига, шунингдек кенгайиш тактида бажарилган ишнинг камайишига сабаб бўлади.

Бошқа томондан, ёнилғи насосидаги прецизион деталларнинг ейилиши натижасида пуркаш жараёнида ёнилғининг сизилиши ортади. Бу эса циклик ёнилғи миқдорини камайитиришдан ташқари, ёнилғининг пуркалиш босимини пасайтиради ва унинг тўзитилиш сифатини ёмонлаштиради. Бу ҳол дизель паст частота билан ишлаганида тирқишлардан ёнилғи сизилиши учун кетадиган вақтнинг кўплиги туфайли айниқса кучаяди. Ёниш камерасида ёнилғининг пуркалиш, тўзитилиш ва ҳаракатланиш параметрларининг ёмонлашуви унинг тўлиқ ва ўз вақтида ёнишига ҳам салбий таъсир қилади.

Ўрта Осиё региони табиат-иқлим шароитининг ўзига хос томонлари дизеллардаги ёниш хусусиятига катта таъсир кўрсатади. Атроф ҳавосининг ҳарорати кўтарилганда сиқиш охирида заряднинг ҳарорати ҳам кўтарилади, бунинг оқибатида алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради. Айни пайтда, ёниш

камерасидаги заряднинг зичлиги камайиши аралашма ҳосил бўлиш жараёнида ёнилғи билан ҳавонинг ўзаро таъсирлашуви-ни ўзгартиради. Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши таъминлаш системасидаги ёнилғининг исишига қиб келади, ёнилғи баклари машинада очиқ ҳолда жойлаштирилганда қуёш радиацияси тўғридан-тўғри тушиши ҳисобига бу ҳодиса айниқса кучаяди. Натижада ёнилғининг қовушоқлиги ва зичлиги камаяди, бу эса пуркаладиган ёнилғининг масса бўйича миқдорини камайтиришдан ташқари, ёнилғи оқимларининг пуркалиш босими пасайишига ва пуркалиш масофаси камайишига, тўзителилиш майинлиги ва бир жинслилигининг яхшиланишига сабаб бўлади. Натижада тез ёниш босқичлари жадаллашиши билан бир қаторда ёниш камерасидаги ҳаводан фойдаланиш даражаси ёмонлашади. Ва ниҳоят, атроф ҳавоси ҳароратининг кўтарилиши циклда иссиқликдан ёмон фойдаланишга ва газ бажарадиган солиштирма ишнинг камайишига олиб келади.

Дизель баланд тоғ шароитида ишлаганида атроф ҳавосининг босими жадал пасаяди, бунинг оқибатида одатда унинг ҳарорати ҳам пасаяди (4.8-расмга қаранг), бу эса сиқиш охирида заряд параметрларининг камайишига ва алангаланишнинг кечикиш даври узайишига олиб келади. Шунга мос равишда ёниш давомида босимнинг кўтарилиш жадаллиги ортади. Айни чоғда циклнинг энг юқори босими ва ҳарорати пасаяди, шунингдек аралашма ҳосил бўлиш ва ёнишда ҳаво билан ёнилғининг ўзаро таъсирлашуви бузилади.

Ўрта Осиё регионидида дизеллар учун маҳаллий ёнилғи сифатида ишлатиладиган оғир газ конденсатларининг физик-химиявий хоссалари стандарт дизель ёнилғисининг хусусиятларидан фарқ қилади. Асосий фарқларига (3-боб) цетан сонининг юқори-роқлиги (региондаги қатор конлар учун), зичлигининг камлиги, қовушоқлигининг, сирт таранглик кучининг камлиги ва яхшироқ буғланувчанлиги киради.

Ушбу афзалликлар аралашма ҳосил бўлиш жараёнида пуркаш босими бироз (3,5—4%) паст бўлганда ёнилғининг майдароқ ва бир жинслироқ тўзителилиши, шунингдек, жадал буғланишини таъминлайди. Алангаланиш кечикиш даврининг давомийлиги деярли бир хил бўлгани ҳолда тез ёниш босқичида босимнинг кўтарилиш жадаллиги ва циклнинг максимал босими ортади, ёниш вақти қисқаради, қурум ҳосил бўлишига мойиллик камаяди, циклнинг ф. и. к. катталашади. Газ конденсатларидан фойдаланилганда дизелнинг ишга тушиш сифатлари яхшиланади.

7.4. ИЕД ЛАРДА ИССИҚЛИК АЖРАЛИБ ЧИҚИШИ

ИЕД цилиндрида ёниш жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик иш бажаришга, иш жисмининг ички энергиясини оширишга сарфланади ва қисман камера деворларига ўтиб кетади ҳамда ёниш маҳсуллари молекулаларининг парчаланишига

(диссоциация сарф бўлади. Шундай қилиб, жорий вақт моментига (ёки гирсакли валнинг бурилиш бурчагига) татбиқан, ички иссиқлик баланси деб аталувчи ёниш бошидан ажралиб чиққан иссиқлик тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q = L_x + \Delta U_x + Q_{x \text{ исп.}} + Q_{x \text{ дис.}}, \quad (7.2)$$

бу ерда L_x — ёниш бошидан x нуқтагача газ бажарадиган иш. Термодинамикадан маълумки,

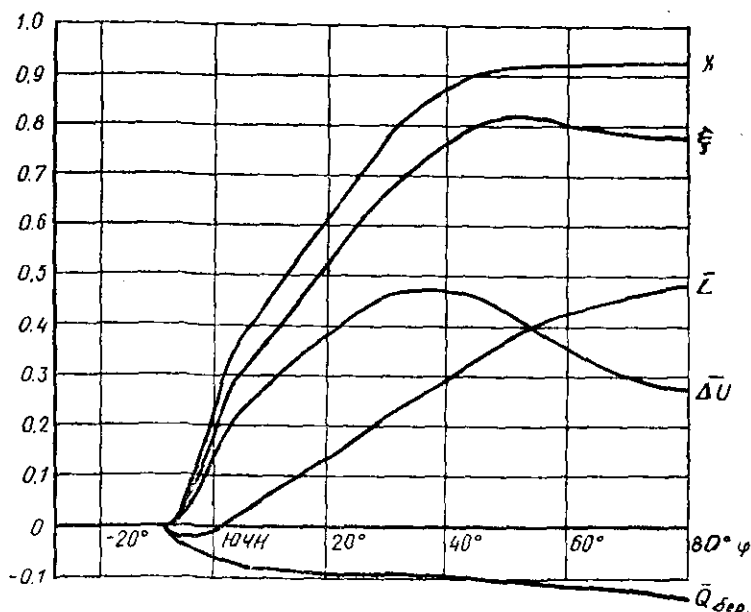
$$L_x = \int_{V_{\text{ён. б.}}}^{V_x} p dV.$$

Ёнишнинг бошланғич босқичида (ЮЧН га қадар) газ манфий иш бажаради, кенгайишда мусбат иш бажаради ва иссиқлик ажралиши ҳамда газнинг ички энергияси камайиши ҳисобига ёниш охирига қадар орғиб боради.

ΔU_x — ёниш бошидан x нуқтага қадар ички энергияни оширишга сарфланган иссиқлик. Умумий ҳолда

$$\Delta U_x = \int_{T_{\text{ён. б.}}}^{T_x} M \cdot \mu C_V \cdot dT \quad (7.3)$$

бўлиб, $T_{\text{ён. б.}}$ ни, ёниш жараёнида моллар сонининг (M) ўзгаришини, газ ҳароратининг (T), шунингдек унинг иссиқлик сиғимининг



7.16- расм. Дизелнинг ички иссиқлик баланси

(μC_V) ва таркибининг ўзгаришини ҳисобга олиши зарур. Ёниш давомида ички энергия аввал кўпаяди, кейин эса газ ишига айланиши ҳисобига ҳамда қисман деворларга иссиқлик берилиши туфайли камаяди.

$Q_{x \text{ истр.}}$ — деворларга иссиқлик ўтиб кетиши оқибатидаги исрофлар. Улар газнинг ҳарорати ва босимига, унинг деворларга нисбатан ҳаракатланишига ва иссиқлик алмашилиши юзасига мутаносибдир. Деворлар билан иссиқлик алмашилишига бўладиган исрофлар ёниш давомида доим ортиб боради ва махсус тадқиқотлар асосида ҳисобланади.

$Q_{x \text{ дис.}}$ — иссиқликнинг молекулаларни парчалашга (диссоциацияга) сарфланиши. Бу сарфлар фақат 2000 К дан юқори температураларда таъсир кўрсатади, шунинг учун улар ҳисобга олинмайди. Кенгайишда газ ҳарорати пасайганда иссиқликнинг молекулаларни парчалашга сарфланиши бунга тескари жараён — оралиқ маҳсулотлар молекулаларининг пировард компонентлар молекулаларига бирлаштирилиши (ассоциация) билан қопланиб кетади. Аммо шу тарзда ҳосил бўладиган иссиқлик ҳеч қандай аҳамиятга эга бўлмайди, чунки у кенгайиш тактининг фақат охириги қисмида ажралиб чиқади ва газ ишига самарали тарзда айлана олмайди.

Газнинг ички энергиясини оширишга сарфланган иссиқлик термодинамиканинг биринчи қонуни асосида ишга айланиши мумкинлигини ҳисобга олиб, (7.2) тенгламанинг ўнг қисмидаги биринчи иккита ҳад одатда фойдали (актив) иссиқлик Q_{ϕ} номи билан бирлаштирилади.

Ўз навбатида,

$$Q_x = Q_{\phi} \cdot \chi_x = G_{\text{це}} \cdot H_u \cdot \chi_x, \quad (7.4)$$

бу ерда: Q_{ϕ} — ёнилғи билан бирга киритиладиган цикл иссиқлиги;

$Q_{\text{це}}$ — циклик ёнилғи миқдори;

χ_x — x нуқтага қадар иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициенти.

Иссиқлик ажралиб чиқиш жараёнини ва ички иссиқлик балансини кўриб чиқишда ёнилғининг абсолют миқдорлари эмас, балки ёнилғи улушлари афзал кўрилади. У ҳолда (7.2) тенгламанинг иккала қисмини цикл иссиқлигига бўлиб ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\chi_x = \frac{Q_{\phi x}}{G_{\text{це}} \cdot H_u} + \frac{Q_{x \text{ истр.}} + Q_{x \text{ дис.}}}{G_{\text{це}} \cdot H_u}. \quad (7.5)$$

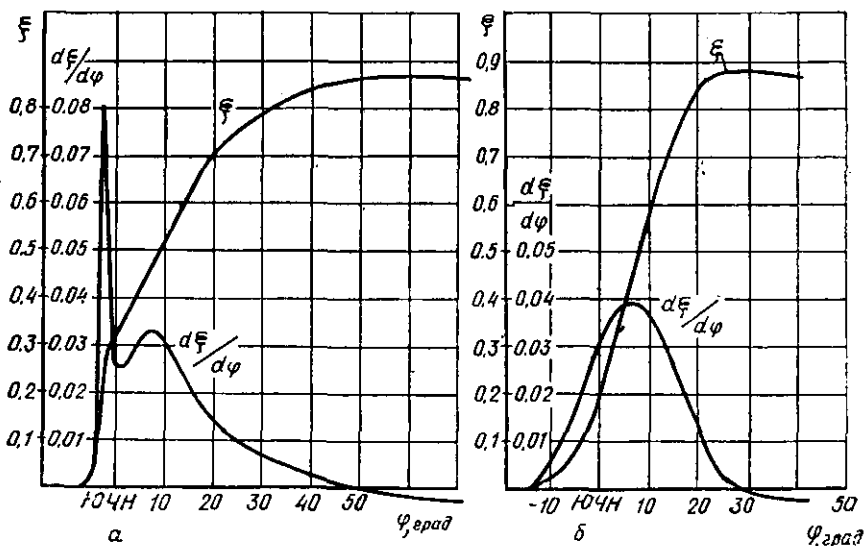
(7.5) тенгламанинг ўнг қисмидаги биринчи қўшилувчини *фойдали иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициенти* ξ_x билан белгилаймиз. Аёнки, $\xi_x < \chi_x$.

Цилиндрдаги ёнилғи охиригача ёниб бўлганидан сўнг иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициенти бирга тенг бўлиши керак. У ҳолда $(1 - \chi_x)$ аynи x вақтга қадар ажралиб чиқишга улгурмаган иссиқлик улушини билдиради. Аммо амалда ҳатто $\alpha \geq 1$ бўлганда ҳам ИЕД да ҳамма вақт ёнилғининг чала ёниши содир бўлади. Шу са-

бабли энг яхши ҳолларда $\chi_{\max} = 0,98-0,99$ бўлади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда қуюқ аралашмалардан фойдаланилганда ёки дизелларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилганда эса $\chi_{\max}$ нинг қийматлари анча кичик бўлади. 7.16-расмда мисол тариқасида ҳажм бўйича-пардали аралашма ҳосил бўлувчи дизель ички иссиқлик баланси ташкил этувчиларининг ўзгаришини кўрсатувчи эгри чизиқлар нисбий кўрсаткичларда тасвирланган.

ИЕД нинг ишига турли ростлашлар ва бошқа омиллар (фойдаланиш шароити, маҳаллий ёнилғи турлари, иш режими ва ҳоказо) таъсирини ўрганишда, шунингдек ишлатиш жараёнида ёки тўзатишдан сўнг уларнинг ҳолатини текширишда турли кўрсаткичлардан, шу жумладан, циклдаги иссиқлик ажралиб чиқиш кўрсаткичларидан фойдаланилади. Иссиқлик ажралиб чиқиш *характеристикалари* деб аталадиган кўрсаткичлар, яъни ёниш давомида иссиқлик ажралиб чиқиш қонуниятлари муҳим маълумотларни беради. Улар ИЕД ишининг ташқи кўрсаткичларига турли омиллар таъсирини ифодалар экан, бу омилларнинг ёниш жараёнига таъсирининг моҳиятини тушуниб етишга, уни яхшилаш юзасидан мақсадга мувофиқ чоралар кўришга ва ИЕД кўрсаткичларини ўзгартиришнинг у ёки бу усули самардорлигини тўғри аниқлашга имкон беради.

$\chi = f(\varphi)$ ва $\xi = f(\varphi)$ ўзгариш қонуниятлари иссиқлик ажралиб чиқишининг *интеграл характеристикалари* деб, уларнинг ҳосилалари эса *дифференциал характеристикалар* деб аталади: $(d\chi/d\varphi = f(\varphi))$ ва $d\xi/d\varphi = f(\varphi)$. Равшанки,



7.17- расм. Иссиқликнинг актив ажралиб чиқиш характеристикаси:

а — цилиндр шаклдаги ажратилмаган камерали дизель ($n = 200 \text{ мин}^{-1}$, тўла юкланиш);
б — учқундан ўт олдириладиган ИЕД ($n = 3000 \text{ мин}^{-1}$, $\alpha = 1,0$, тўла юкланиш)

$$\chi_x = \int_{\varphi_{\text{ён.б.}}}^{\varphi_x} \frac{d\chi}{d\varphi} d\varphi \quad (7.6)$$

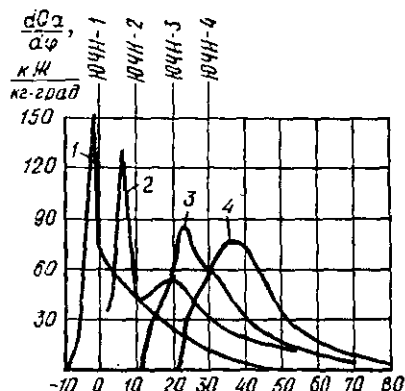
ва x нуқтага қадар ажралиб чиққан иссиқлик улуши дифференциал характеристикада $\varphi_{\text{ён.б.}}$ (ёнишнинг бошланиш нуқтаси) дан то φ_x га қадар эгри чизик билан абсциссалар ўқи (тирсакли валнинг бурилиш бурчлиги φ) оралигидаги майдон орқали ифодаланади. Фойдали иссиқлик ажралиб чиқиш характеристикаларидан энг кўп фойдаланилади, чунки улар босимнинг одатдаги индикатор диаграммалари $p = f(\varphi)$ асосида осонгина ҳосил қилинади.

7.17-расмда учқундан ўт олдириладиган ИЕД ва ҳажм бўйича-пардали аралашма ҳосил бўладиган дизелдаги фойдали иссиқлик келтирилган. Кўриниб турибдики, дизелда тез ёниш босқичида иссиқлик ажралиб чиқишининг ёрқин ифодаланган чўққисин кузатилади, у алангаланишнинг кечикиш даври тугагандан сўнг бўладиган бошланғич «бошқариб бўлмайдиган» чақнашга тўғри келади. Бу ана шундай усулда аралашма ҳосил бўладиган ИЕД лар учун хос бўлган ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллигининг юқори қийматини белгилайди. Шу билан бирга, секин ёниш босқичида иссиқлик ажралиш тезлиги учқундан ўт олдириладиган ИЕД лардагига қараганда анча паст бўлади, бу ҳол ёниш жараёнини узайтириб юборади ва унинг етарлича яхши ташкил қилинмаганлигини билдиради.

7.18-расмда аралашма турли усулларда ҳосил бўладиган дизеллар учун дифференциал характеристикалар кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, пардали ва девор яқинида аралашма ҳосил қилиш усулларида фойдаланиш иссиқлик ажралиб чиқишининг биринчи чўққисини анча пасайтириш ва иссиқлик ажралиб чиқиш қонуниятини бензинда ишлайдиган ИЕД характеристикасига яқинлаштирган ҳолда диффузион ёниш босқичини жадаллаштириш имконини берар экан (7.17-расм, б га қаранг).

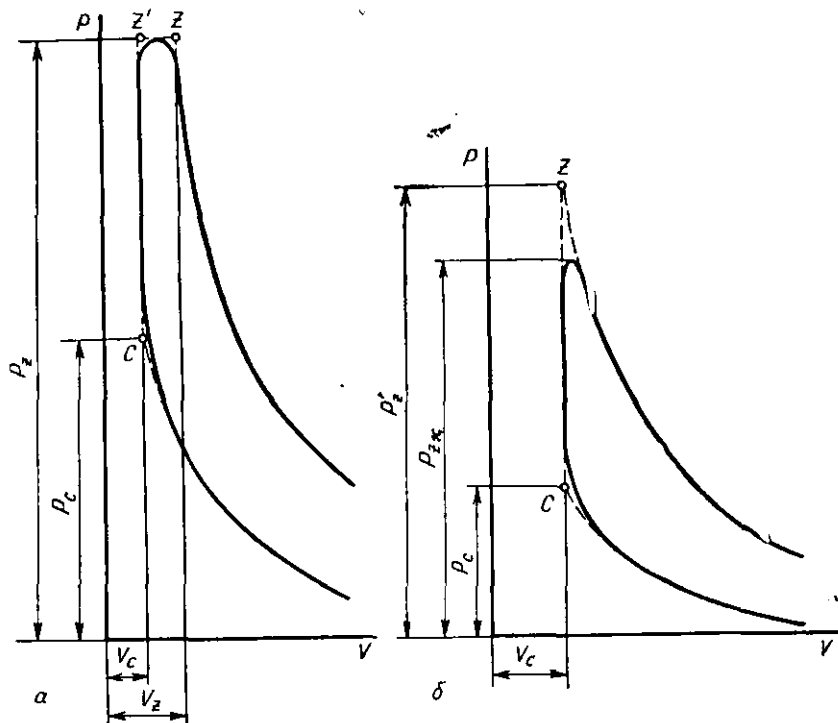
7.5. ЁНИШ ОХИРИДАГИ ГАЗ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Барча исрофларни ва иссиқлик берилишининг ўз вақтида бўлмаслигини ҳисобга олган ҳолда ИЕД даги муайян ёниш жараёнини термодинамик ҳисоблаш жуда мураккаб ишдир.



7.18-расм. Аралашма турли усулларда ҳосил қилинадиган дизеллар учун тўла юкланишда иссиқликнинг актив ажралиб чиқиш характеристикалари:

1 — ҳажим-пардали ($n = 2100 \text{ мин}^{-1}$); 2 — ҳажм-пардали ($n = 2000 \text{ мин}^{-1}$); 3 — пардали ($n = 2100 \text{ мин}^{-1}$); 4 — камера девори яқинида ($n = 2200 \text{ мин}^{-1}$)



7.19-расм. Тезюар дизель (а) ва учқундан ўт олдириладиган ИЁД (б) даги ёниш жараёнини ҳисоблашга онд диаграмма лар

Шу сабабли амалиётда қатор фаразлардан фойдаланилади.

Дизеллар учун ягона ёниш жараёни иккита термодинамик жараён $V = \text{const}$, (cz') ва $p = \text{const}$, ($z'z$) билан алмаштирилади (7.19-расм, а). Бунда иккинчи жараёнда иш бажарилади.

Учқундан ўт олдириладиган ИЁД лар учун ёниш жараёни термодинамик жараён $V = \text{const}$, (cz) билан алмаштирилади (7.19-расм, б). Бунда ажралиб чиққан иссиқликнинг ҳаммаси газнинг ички энергиясини ўзгартиришга кетади.

Ёнишнинг тўлиқ ва ўз вақтида бўлмаслиги, шунингдек молекулаларни парчалаш (диссоциация) ҳамда иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши туфайли иссиқликнинг исроф бўлиши z нуқтада иссиқликдан фойдаланиш тузатма коэффициенти билан ҳисобга олинади. Унинг қиймати тажриба маълумотларидан танлаб олинади.

Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл учун 1 кг суюқ ёнилғига татбиқан ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\xi_z H_u = U_z - U_c + L_{z'z}. \quad (7.7)$$

Илгари (3-бобга қаранг) киритилган белгилашлардан фойдаланиб формуланинг ушбу ёйилган кўринишини ҳосил қиламиз:

$$\xi_z H_u = (M_2 + M_r) U_z'' - M_1 U_c - M_r U_c' + L_{z'z}$$

бу ерда U_z' ва $U_c'' - 1$ кмоль миқдордаги ёниш маҳсулларининг T_z (ёниш охири) ва T_c (ёниш боши) ҳароратдаги ички энергияси;

$U_c - 1$ кмоль миқдордаги янги заряднинг T_c ҳароратдаги ички энергияси (дизель учун ва бензинда ишлайдиган ИЁД учун у атмосфера ҳавосиникидек олинади).

$z'z$ жараёнда газ бажарадиган иш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$L_{z'z} = p_z V_z - p_z V_c = p_z V_z - \lambda p_c V_c. \quad (7.8)$$

1 кмоль миқдордаги газ ҳолатини аниқлаш формуласидан фойдаланиб (7.8) тенгламани ўзгартириш мумкин:

$$p V \mu = 8,314 T.$$

Одатда, H_u ва ички энергия КЖ да ифодаланишини эътиборга олиб ушбуга эга бўламиз:

$$L_{z'z} = 8,314 [(M_2 + M_r) T_z - \lambda (M_1 + M_r) T_c]. \quad (7.9)$$

(7.9) формулани (7.7) га қўйиб ва ўзгартиришлардан сўнг ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} \xi_z H_u + M_1 U_c + M_r U_c + 8,314 (M_1 + M_r) T_c \lambda = \\ = (M_2 + M_r) U_z' + 8,314 (M_2 + M_r) T_z. \end{aligned} \quad (7.10)$$

(7.10) формуланинг ҳадларини $(M_1 + M_r)$ га бўлсак ва молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти

$$\mu = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \frac{M_2/M_1 + M_r/M_1}{1 + M_r/M_1} = \frac{\mu_0 + \gamma_{\text{қол}}}{1 + \gamma_{\text{қол}}}$$

ни киритсак, ушбу ҳосил бўлади:

$$\frac{\xi_z H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{қол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{қол}} U_c'}{1 + \gamma_{\text{қол}}} + 8,314 \lambda T_c = \mu (U_z' + 8,314 T_z). \quad (7.11)$$

Учқундан ўт олдириладиган ва иссиқлик $V = \text{const}$, ($L_{z'z} = 0$) бўлганда бериладиган ИЁД лар учун формула қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\xi_z H_u}{M_1 + \gamma_{\text{қол}}} + \frac{U_c + \gamma_{\text{қол}} U_c'}{1 + \gamma_{\text{қол}}} = \mu U_z'. \quad (7.12)$$

ИЁД қуюқ аралашмада ($\alpha < 1$) ишлаганда ёниш ёнганда юзага келадиган иссиқликнинг бир қисмидан фойдаланилмайди, чунки бунда кислород етишмайди. Бу ҳолда $H_{\text{хим}}$ ўрнига ($H_u - \Delta H_{\text{хим}}$) ни қўйиш керак. У ҳолда (7.12) формула ушбу кўринишни олади:

$$\frac{\xi_z (H_u - \Delta H_{u \text{ хим}})}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c'}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_c'' \quad (7.13)$$

бу ерда $\Delta H_{u \text{ хим}}$ (3.56) формуладан аниқланади.

Агар янги заряднинг ва ёниш маҳсулларининг таркиби 1 кмоль миқдордаги газсимон ёнилғига ҳисоблаб топиладиган, унинг ёнишидан ҳосил бўлувчи иссиқлик эса нормал шароитдаги 1 м³ га нисбатан олинadиган бўлса, у ҳолда газда ишлайдиган ИЕД лар учун (7.12) формулага 1 киломолнинг ҳажмини киритиш керак:

$$\frac{22,4 \xi_z H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c'' + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_z'' \quad (7.14)$$

(7.11) — (7.14) тенгламалардан циклнинг энг юқори ҳарорати T_z аниқланади. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг энг юқори ҳароратини аниқлаш учун босимнинг кўтарилиш даражаси λ га қиймат бериш керак, уни 7.1-жадвалдан аниқлаш мумкин. Янги заряд ва ёниш маҳсуллари ички энергияларининг қийматлари махсус жадваллардан олинади (2-жадвалнинг иловасига қаранг). Ёниш маҳсулларининг таркиби маълум бўлганда T_z ва T_c ҳароратлар учун уларнинг ички энергиялари ушбу термодинамик формула ёрдамида аниқланади:

$$U'' = \sum U_i r_i \quad (7.15)$$

бу ерда: r_i — таркибий қисмларнинг ҳажм бўйича улушлари;

U_i — кўрилатган ҳарорат учун уларнинг ички энергиялари.

$$r_i = \frac{M_i}{M_2} = \frac{M_i}{\sum M_i} \quad (7.16)$$

бу ерда M_i — 1 кг суюқ ёнилғи ёки 1 кмоль газсимон ёнилғига тўғри келадиган таркибий қисмларнинг кмолдаги миқдори.

Иссиқликдан фойдаланиш коэффициентлари двигателнинг турига, унинг тезюрарлиги ва конструктив хусусиятларига қараб тажриба маълумотларидан олинади. (7.1-жадвалга қаранг). (7.11) — (7.14) тенгламалар уларнинг чап қисми ҳисоблангандан ва T_z катталикнинг кўзланган доирадаги ихтиёрий танланadиган қийматлари учун ўнг қисми синов тариқасида ҳисоблаб кўрилгандан сўнг график тарзда ечилади.

Циклнинг энг юқори босими $p_z = p_c \cdot \lambda$ муносабатдан топилади. Бунда учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар учун босимнинг кўтарилиш даражаси ёнишга қадар ва ёнишдан кейинги газ ҳолати тенгламаларидан аниқланади:

$$\frac{p_z V_z}{p_c V_c} = \frac{(M_2 + M_r) T_z}{(M_1 + M_r) T_c} \quad (7.17)$$

$V_z = V_c$ бўлгани учун

$$\lambda = \mu \frac{T_z}{T_c} \quad (7.18)$$

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда циклдаги энг юқори босимнинг ҳақиқий қийматлари ҳисобий қийматлардан кичикдир, чунки ёниш жараёни ҳажмнинг бирмунча катталашуви билан кечади. Шу сабабли тузатиш киритилади, бунинг учун ҳисоблаб аниқланган босим бирдан кичик (одагда 0,85) бўлган коэффициентга кўпайтирилади:

$$p_{zx} = 0,85 p_z \quad (7.19)$$

(7.17) формула ёрдамида дизеллар учун дастлабки кенгайиш коэффициенти $\rho = V_z/V_c$ ни топиш мумкин:

$$\lambda \cdot \rho = \mu \frac{T_z}{T_c}$$

бундан

$$\rho = \frac{\mu}{\lambda} \frac{T_z}{T_c} \quad (7.20)$$

7.1-жадвал

Турли ИЕД лар учун ёниш жараёни параметрлари

Ички ёнув двигателлари	p_z , МПа	λ	ξ_z	T_z , К	
ДИЗЕЛЛАР	Аралашма ҳажмий усулда ҳосил қилинади	8—9	1,9—2,1	0,75—0,82	1900—2300
	Аралашма ҳажм-пардали усулда ташкил қилинади	7—8,5	1,7—1,8	0,7 —0,8	1800—2200
	Аралашма пардали усулда ташкил қилинади	7—8	1,6—1,7	0,75—0,82	1900—2300
	Девор яқинида аралашма ҳосил қилиш	8—8,5	1,7—1,8	0,75—0,82	1900—2200
	Уюрма камерали	6,5—7	1,5—1,6	0,65—0,7	1700—2000
	Олд камерали	5,5—6,5	1,3—1,5	0,6 —0,70	1600—1900
	Бензинда ишлайдиган	3—5,5	3,8—4,2	0,8 —0,9	2400—2850
	Газ билан ишлайдиган	2,5—4	3,2—3,8	0,8 —0,85	2300—2500

Дизеллар цикли энг юқори босимининг ҳақиқий қиймати ҳисоблаб топилган қийматга мос келади, аммо босим чизиги, учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда бўлгани каби, кескин эгилишларсиз бўлади (7.19-расм, а га қаранг).

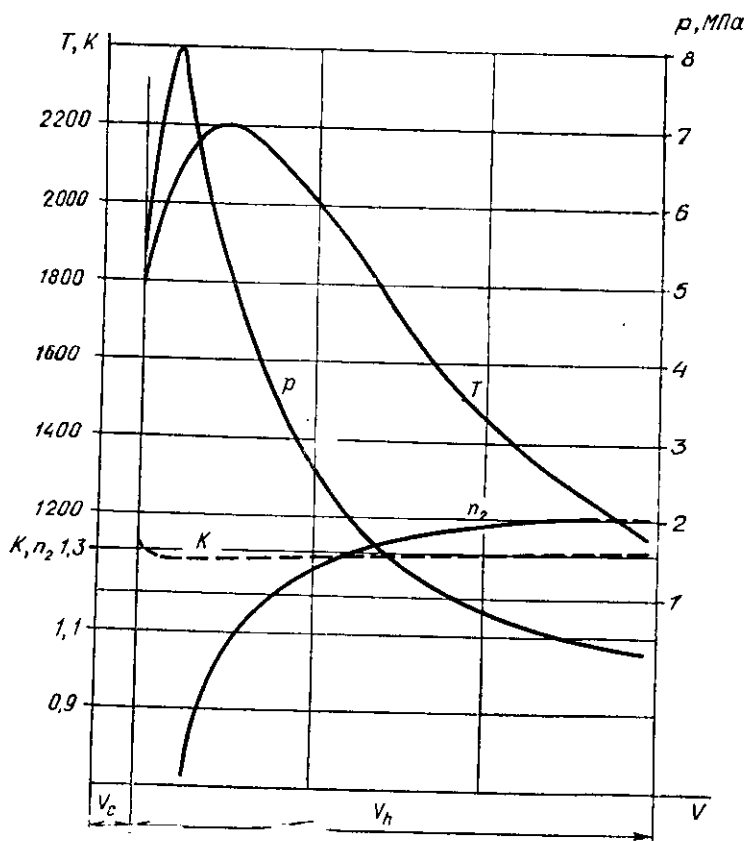
8-БОБ. КЕНГАЙИШ ЖАРАЁНИ

Газнинг кенгайиш жараёнида ёнилғи ёнганида ажралиб чиққан иссиқликнинг бошқа турга айланиши натижасида иш бажарилади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар ва дизеллар-

нинг циклида газнинг кенгайиши ёниш давом этаётганда бошланади, бу эса кенгайиш жараёнининг ана шу босқичдаги ўзига хос хусусиятидир.

Ёниш ҳисобига иссиқликнинг жадал оқими унинг деворларга ўтиб кетиши билан кечади, бунга юқори ҳароратли аланга ва қизиган газларнинг тўғридан-тўғри нурланиши ва иссиқликнинг газ орқали тарқалиши (конвекция) сабаб бўлади, чунки газнинг ҳарорати камеранинг энг иссиқ деворлари ҳароратидан $1500\text{--}2000^\circ\text{C}$ юқори бўлади. Иккала иссиқлик оқими газ кенгайишининг бошида максимумга эришади, кейин турли жадалликда пасаяди.

Мураккаб политроп жараён ҳисобланган кенгайиш жараёни кўриб чиқар эканмиз, политроп кўрсаткичлари секин-аста катталашиб, газнинг босими энг юқори бўлган соҳада ноль орқали ва циклнинг ҳарорати энг юқори бўлган соҳада бир орқали ўтади. Аралашма ёниб тугаб борар экан, иссиқлик ажралиб чиқиши сусая боради ва *квазиадиабат* нуқтага етади, бу



8.1- расм. Кенгайиш жараёни параметрларининг тирсақли вал бурилиш бурчаги бўйича ўзгариши

нуқтада иссиқликнинг берилиш ва олиниш тезликлари барабарлашади. Бу нуқтадан кейин иссиқликнинг олиниши орта боради ва политроп кўрсаткичи адиабат кўрсаткичидан каттароқ бўлади. Ениш тугагандан сўнг кенгайиш жараёни фақат иссиқлик ажралиб чиқиши билан кечади, бунда иссиқлик олиш коэффициентини белгиловчи газнинг ҳарорати ва босими пасаяди, иссиқлик алмашиниш юзаси эса катталашади, чунки поршень ЮЧН дан тобора узоқлашган ҳолда цилиндрнинг ён деворини очади. Соф кенгайиш жараёни чиқариш клапани очила бошлаб, газ чиқариш системасига чиқа бошлаган лаҳзага қадар давом этади.

Кенгайиш жараёнида газ параметрларининг, шунингдек, политроп ва адиабат кўрсаткичларининг ўзгариш графиклари (тахминий) 8.1-расмда келтирилган. Адиабат кўрсаткичи ўзгариб туради, чунки газнинг таркиби ва ҳарорати ўзгаради. Валнинг кичик айланиш частоталарида газнинг зичловчи ҳалқалари орқали сизишини ҳисобга олиш зарур, чунки бу ҳодиса политроп кўрсаткичига таъсир қилиб, уни катталаштиради.

Политроп кўрсаткичи ўзгарувчан бўлганда кенгайиш жараёни охирининг параметрларини ҳисоблаш катта қийинчиликлар туғдиради. Шу сабабли, сиқиш жараёнини ҳисоблашда бўлгани сингари, муайян кенгайиш жараёни доимий кўрсаткичли политроп билан алмаштирилади. Бу кўрсаткич шундай танланиши керакки, натижада газнинг пировард босими ўшандай бўладиган ва газ кенгайганда бажариладиган иш муайян жараёндагидек бўладиган бўлсин. Ҳисобий жараённинг бошланиши сифатида 7.19-расмдаги назарий схеманинг z нуқтасини, охири сифатида эса ПЧН ни (b нуқтани) оламиз. У ҳолда ушбу политроп жараён тенгламаси асосида қуйидагига эга бўламиз:

$$pV^{n_2} = \text{const} = p_z V_z^{n_2} = p_b V_b^{n_2}.$$

Шундай қилиб, дизель учун $p_b = p_z / \left(\frac{V_b}{V_z}\right)^{n_2}$ ва $T_b = T_z / \left(\frac{V_b}{V_z}\right)^{n_2-1}$

$$p_b = \frac{p_z}{\left(\frac{V_b}{V_z}\right)^{n_2}} = \frac{p_z''}{\left(\frac{V_b \cdot V_c}{V_c \cdot V_z}\right)^{n_2}} = \frac{p_z}{\left(\frac{e}{\rho}\right)^{n_2}}; \quad (8.1)$$

$$T_b = \frac{T_z}{\left(\frac{e}{\rho}\right)^{n_2-1}}. \quad (8.2)$$

Учкундан ўт олдириладиган ИЁД лар учун ($\rho = 1$):

$$p_b = p_z / e^{n_2}; \quad (8.3)$$

$$T_b = T_z / e^{n_2-1} \quad (8.4)$$

(8.3) тенгламага цикл энг юқори босимининг ҳисоблаб топилган қиймати қўйилади.

Замонавий двигателлар учун n_2 , p_b ва T_b нинг ўртача қийматлари 8.1-жадвалда келтирилган.

Кенгайиш жараёни параметрлари

Ички ёнув двигатели	n_2	p_b , МПа	T_b , К
Учқундан ўт олдириладиган Дизеллар	1,23—1,30 1,18—1,25	0,4 —0,6 0,25—0,4	1400—1600 1000—1200

8.1-жадвалдан кўриниб турибдики, кўп ҳолларда (дизеллар учун эса деярли барча ҳолларда) кенгайишнинг политроп кўрсаткичи жараён давомида адиабатнинг $k_2 = 1,26 — 1,30$ ўртача қийматидан кичик бўлади, бошқача айтганда, кўрилаётган группдаги ИЕД цилиндрида газнинг кенгайиши ёнишнинг охириг босқичи ҳисобига иссиқлик бериш билан кечади. Бинобарин, иссиқлик олиш жадаллашганда n_2 катталашади, иссиқлик бериш кучайганда эса — кичиклашади. Агар ёниш жараёнини ҳисоблаганда *иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти* ξ_z кичик чиқса ёки кичикроқ қилиб танланган бўлса, у ҳолда n_2 нинг қиймати кичикроқ бўлади ва аксинча.

n_2 нинг қиймати кўплаб омилларга боғлиқ бўлиб, ҳатто биргина ИЕД нинг ўзида иш режимига боғлиқ равишда ўзгариб туради. Тезлик режими ошганда кенгайиш жараёнининг давомийлиги, яъни газнинг деворларга уриниш вақти қисқаради ва жараён адиабат жараёнга яқинлашади, натижада n_2 катталаша бошлайди. Бошқа томондан, бунда ёниб тугаш жараёни чўзилиб кетади, бу эса заряднинг сизиб чиқиши камайиши билан бир вақтда n_2 нинг кичиклашувига шароит яратади. Бу таъсир устунроқ бўлгани учун тезлик режими кўтарилиши билан n_2 чизикли равишда кичиклашади. Шунга кўра, тезюрар ИЕД лар учун n_2 кичикроқ бўлади.

Дизелларда юкланиш ортиши билан ёниш жараёни узаяди, бу эса n_2 нинг кичиклашувига олиб боради. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда ўртача ва катта юкланишлар соҳасида n_2 ўзгаришсиз қолади. Кичик юкланишларда n_2 нинг ўзгариш қонунияти қўлланиладиган аралашманинг таркиби, ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг ўзгариши, заряднинг турбулизацияси, қолдиқ газлар миқдори каби омилларнинг хусусий бирикмасига боғлиқдир. Шу сабабли у ягона ҳисобланади ва турлича намоён бўлади.

Ҳаво билан совитиладиган ИЕД ларда деворлардан иссиқлик олиш жадаллиги пастроқ ва бошқа шароитлар тенг бўлгани ҳолда n_2 кичикроқ бўлади. Цилиндр (диаметри, поршень йўли) катталашуши билан иссиқлик олиш юзасининг ҳажмга нисбати (яъни F/V) кичиклашади, бу эса n_2 нинг кичиклашувига олиб келади. Шундай қилиб, цилиндрларининг ўлчамлари

каттароқ бўлган ИЕД лар учун p_2 нинг қийматлари кичикроқ олиниши лозим.

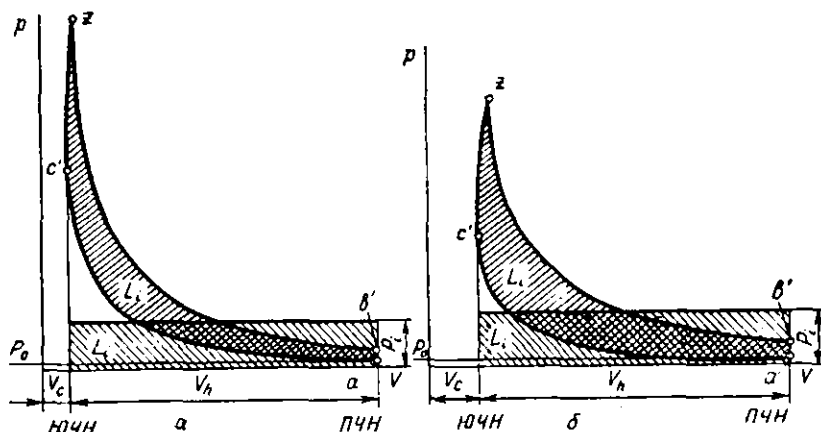
Ишлатиш шароитида атроф ҳавосининг ёки совитувчи суюқликнинг ҳарорати кўтарилганда, камера деворларини тош ёки сўхта босганда, ҳаво билан совитиладиган ИЕД да қобирғалар орасидаги бўшлиқда чанг ва кир тўпланганда, атмосфера босими пасайганда (тоғли районларда ишлаганда) p_2 нинг қиймати кичиклашади ва мос равишда кенгайиш охирида газнинг ҳарорати ҳамда босими кўтарилади. Дизелларда аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг бузилиши (масалан, ёнилғи аппаратларининг ростланиши бузилиши), бензинда ишловчи ИЕД ларда аралашманинг суюқлашуви ёки ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг кичиклашуви оқибатида ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши ҳам шунга олиб келади. Бунинг натижасида иккиламчи салбий оқибатлар юз бериши (ИЕД қизиб кетиши, детонациянинг юзага келиши, ишлатилган газларни чиқариш системасининг деталлари шикастланиши, деталлар мойланишининг бузилиши, поршень ҳалқалари ётиб қолиши (залегание) ва ҳоказо) мумкин.

9- Б О Б. ИШ ЦИКЛИНИНГ ВА УМУМАН ДВИГАТЕЛНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИ

9.1. ИНДИКАТОР КЎРСАТКИЧЛАРИ

Индикатор кўрсаткичлари ИЕД цилиндрларида амалга ошувчи ҳақиқий циклларни ифодалайди. Ушбу кўрсаткичлар ИЕД ларни синовлардан ўтказиш натижасида ёки янги куч ўстановкаларини лойиҳалаш чоғида ҳисоблаш йўли билан аниқланади. Уларни аниқлашда *индикатор диаграмма* асос қилиб олинади (2.1-расмга қаранг). Бу диаграмма мавжуд ИЕД лар учун *босим индикаторлари* деб аталувчи махсус асбоблар ёрдамида олинади. Улар цилиндрдаги газлар ортиқча босими ўзгаришининг кривошипнинг бурилиш бурчагига $p=f(\varphi)$ ёки цилиндрнинг ҳажмига $p=f(V)$ боғлиқлиги кўринишида бўлади. Кейинги кўриниш энг қулай бўлганидан таҳлил ва ҳисоблашлар учун кенг қўлланилади.

Термодинамикдан келиб чиқадики, циклни ташкил этувчи газ ҳолатининг ўзгариш жараёнларини кўрсатувчи эгри чизиқлар билан чегараланган шаклнинг (босим — ҳажм) координаталардаги юзи цикл ишига эквивалент бўлиб, ИЕД нинг ҳақиқий цикллари учун *циклнинг индикатор* иши деб аталади. Индикатор ёрдамида олинadиган босим диаграммаларидан фойдаланилганда индикатор ишида циклда газ алмашинуви амалга ошиши учун сарфланган механик энергияни ҳисобла олиш қабул қилинмаган. Циклнинг индикатор иши $ac'zb'$ шаклнинг юзига тенг деб ҳисобланилади (9.1-расм). Ҳақиқий циклнинг индикатор иши цилиндрнинг иш ҳажми бирлигидан оли-



9.1-расм. Ҳақиқий циклниң $p - V$ координаталардаги индикатор иши:

a — дизель; $б$ — учқундам ўт олдириладиган ИЕД

нади ва у босим ўлчамига эга бўлади. Бу иш циклниң ўртача индикатор босими деб аталади ва ушбу формуладан аниқланади.

$$p_i = \frac{L_i}{V_h}. \quad (9.1)$$

Физика нуқтаи назаридан бу доимий ортиқча босим бўлиб, у поршенга таъсир этиб, унинг тўлиқ йўлида циклниң индикатор ишига тенг бўлган иш бажаради (9.1-расмга қаранг).

Валнинг айланиш частотаси n [мин⁻¹] га тенг бўлганда тўрт тактли ИЕД бир секундда $\frac{n}{2 \cdot 60} = \frac{n}{\tau \cdot 30}$ та циклни, икки тактлиси

эса $\frac{n}{60} = \frac{n}{\tau \cdot 30}$ циклни амалга оширади (бу ерда τ — циклдаги тактлар ёки поршеннинг тўлиқ йўллари сони). i та цилиндри бўлган ИЕД нинг индикатор қувватини ушбу ифодадан аниқлаш мумкин:

$$N_i = \frac{L_i n i}{30 \tau} = \frac{p_i V_h n i}{30 \tau}. \quad (9.2)$$

Бу формула тўрт тактли ИЕД учун ҳам, икки тактли ИЕД учун ҳам ярайди. Агар p_i МПа ва V_h , қабул қилинганидек, литрда ўлчанса, у ҳолда N_i кВт да ўлчанади.

Ҳақиқий циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси индикатор ϕ . и. к. билан баҳоланади [(2.1) формулага қаранг]:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_1},$$

бу ерда Q_1 — циклик ёнилғи миқдорининг ёниш иссиқлиги.

Амалий ҳисоблашларда, келтирилган иссиқлик ИЕД сарфлаган ёнилғи миқдори G_e (одатда кг да ўлчанади) дан келиб чиқиб аниқланади. У ҳолда ИЕД га берилган иссиқлик $Q_{1u} = G_e \cdot H_u$ га, шу

вақт оралиғида ИЁД бажарган иш эса $L_{\Sigma} = N_i \cdot 3600$ га тенг бўлади.

Шундай қилиб, ИЁД нинг индикатор ф. и. к. учун ушбунни ҳосил қиламиз:

$$\eta_i = \frac{N_i \cdot 3600}{G_{\Sigma} \cdot H_u} \quad (9.3)$$

Бир хил ёнилғиларда ишловчи ИЁД ларнинг тежамкорлигини қиёсий баҳолашда кўпинча *солиштирама индикатор ёнилғи сарфи* тушунчасидан фойдаланилади:

$$g_i = 10^3 \frac{G_{\Sigma}}{N_i}, \text{ г/кВт} \cdot \text{соат} \quad (9.4)$$

Индикатор ф. и. к. ва солиштирама индикатор ёнилғи сарфи тескари муносабат орқали ўзаро боғланган:

$$\eta_i = \frac{3600}{\frac{G_{\Sigma}}{N_i} \cdot H_u} = \frac{3600}{H_u \cdot g_i \cdot 10^{-3}} = \frac{3,6 \cdot 10^9}{H_u \cdot g_i} \quad (9.5)$$

Двигатель газсимон ёнилғида ишлаганда газ сарфи V_g одатда $\text{м}^3/\text{соат}$ да ўлчанади, газнинг ёниш иссиқлиги $H_{уг}$ эса кЖ/м^3 да ўлчанади.

У ҳолда индикатор ф. и. к. учун

$$\eta_g = \frac{3600 N_i}{V_g \cdot H_{уг}}; \quad (9.6)$$

солиштирама ёнилғи сарфи учун

$$v_g = \frac{V_g}{N_i}, \quad \text{м}^3/\text{кВт} \cdot \text{соат} \quad (9.7)$$

улар ўртасидаги муносабат учун

$$\eta_{ig} = \frac{3600}{v_g \cdot H_{уг}} \quad (9.8)$$

Турли ёнувчи газларнинг ёниш иссиқлиги ўзаро катта фарқ қилиши эътиборга олинса, ИЁД да иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллик даражасини солиштирама газ сарфи бўйича эмас, индикатор ф. и. к. бўйича ёки бажарилган иш бирлигига тўғри келувчи *солиштирама иссиқлик сарфи* бўйича баҳолаш қулайдир:

$$q_{ig} = \frac{Q_{соат}}{N_i} = \frac{V_g \cdot H_{уг}}{N_i}, \quad \text{кЖ/кВт} \cdot \text{соат} \quad (9.9)$$

9.1.1. Циклнинг индикатор кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқлик

Циклнинг η_i ва p_i кўрсаткичлари орасидаги боғлиқликни таспа-миз:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_1} = \frac{p_i V_h}{G_{\Sigma} H_u}, \quad (9.10)$$

бу ерда $G_{\text{ц.х.}}$ — ёнилгининг масса бўйича циклик миқдори, кг.

$$G_{\text{ц.х.}} = \frac{G_{\text{ц.х.}}}{\alpha l_0} = \frac{V_h \eta_V \rho_{\text{к.х.}}}{\alpha l_0} \cdot 10^{-3}, \quad (9.11)$$

бу ерда $G_{\text{ц.х.}}$ ва $\rho_{\text{к.х.}}$ — масса бўйича циклик ҳаво заряди ва ИЁД-га кириш шаронтида ҳавонинг зичлиги.

(9.11) формулани (9.10) формулага қўйиб ушбуга эга бўламиз:

$$\eta = 10^3 \frac{p_i \alpha l_0}{\rho_{\text{к}} \eta_V H_u} \quad (9.12)$$

(бу ерда p_i МПа да, $\rho_{\text{к.х.}}$ кг/м³ да, H_u кЖ/кг да ўлчанади).

Бундан

$$p_i = 10^{-3} \frac{H_u \eta_i}{l_0 \alpha} \cdot \rho_{\text{к.х.}} \eta_V. \quad (9.13)$$

Газда ишлайдиган ИЁД лар учун янги заряд миқдори киломолда ўлчанади: ($M_1 = \alpha L_0 + 1$). Шу сабабли циклик ёнилғи миқдорини индикатор ф.и.к. учун мўлжалланган дастлабки (9.10) формулада ҳам киломоль орқали ифодалаш керак:

$$Q_1 = H_{\text{иг}} \cdot 22,4 \cdot M_{\text{г}}, \quad (9.14)$$

бу ерда $M_{\text{г}}$ — янги аралашма таркибидаги ёнувчи газнинг киломолдаги миқдори.

Цикл давомида цилиндрга киритиладиган янги аралашманинг миқдори ҳолат тенгламасидан ҳисоблаб топилади:

$$M_{\text{ар.}} = \frac{\rho_{\text{к}} V_h \eta_V}{8314 T_{\text{к}}} \cdot 10^{-3} \quad (9.15)$$

У ҳолда ёнувчи газ учун ушбуни ҳосил қиламиз:

$$M_{\text{г}} = \frac{M_{\text{ар.}}}{M_1} = \frac{\rho_{\text{к}}}{8314 T_{\text{к}}} \cdot \frac{V_h \eta_V}{M_1} \cdot 10^{-3} \quad (9.16)$$

(9.14) ва (9.16) тенгламаларни ҳисобга олган ҳолда индикатор ф.и.к. учун қуйидагига эга бўламиз:

$$\eta_i = \frac{8314}{22,4} \cdot 10^3 \frac{p_i M_{1\text{г}}}{H_{\text{иг}} \eta_V} \cdot \frac{T_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}} = 371,16 \cdot 10^3 \frac{p_{i\text{г}} M_{1\text{г}}}{H_{\text{иг}} \eta_V} \cdot \frac{T_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}}, \quad (9.17)$$

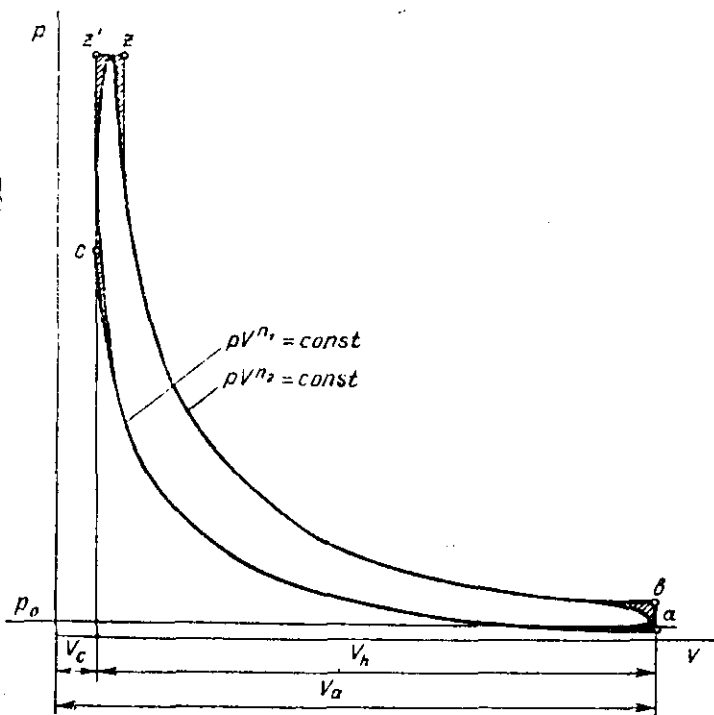
бундан

$$p_{i\text{г}} = 2,694 \cdot 10^{-6} \frac{H_{\text{иг}} \eta_i \eta_V}{M_{1\text{г}}} \cdot \frac{\rho_{\text{к}}}{T_{\text{к}}} \quad (9.18)$$

(9.15) — (9.18) формулаларда $\rho_{\text{к}}$ Па (н/м²) да ифодаланади.

9.1.2. Циклнинг ўртача индикатор босимини ҳисоблаш йўли билан аниқлаш

Лойиҳаланаётган ИЁД нинг ўртача индикатор босимини аналитик усулда аниқлашда ҳисобий циклдан фойдаланилади. 9.2-расмда ана шу цикл $V = \text{const}$ ва $p = \text{const}$ бўлганда аралаш усулда иссиқлик бериш схемасига татбиқан кўрсатилган. У термодинамик ци-



9.2- расм. Иссиқлик аралани усулда бериладиган ҳисоблаш цикли

кдан сиқиш ва кенгайиш адиабатлари мос равишда n_1 ва n_2 кўрсаткичлари ўзгармас бўлган политроплар билан алмаштирилганлиги туфайли фарқ қилади.

У ҳолда

$$L_{uVp} = L_{z'z} + L_{za} + L_{ac}. \quad (9.19)$$

Изобар жараёни ($z'z$) учун формула қуйидаги кўринишга эга:

$$L_{z'z} = p_z V_z - p_z V_c = p_z V_c (\rho - 1) = p_a V_c \lambda (\rho - 1) \quad (9.20)$$

Политроп кенгайиш жараёни (zb) учун:

$$L_{zb} = \frac{p_z V_z}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{n_2 - 1} \right] = \frac{p_a V_c \lambda \rho}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2 - 1} \right] \quad (9.21)$$

Политроп сиқиш жараёни (ac) учун:

$$L_{ac} = \frac{p_a V_a}{n_1 - 1} \left[1 - \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1 - 1} \right] = \frac{p_c V_c}{n_1 - 1} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \left[1 - (\varepsilon^{n_1 - 1}) \right] \quad (9.22)$$

(9.20) — (9.22) ифодаларни (9.19) га қўйиб ушбуни ҳосил қиламиз:

$$L_{uVp} = p_c V_c \left\{ \lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2 - 1} \right] - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right\} \quad (9.23)$$

Аммо $p_{ip} = L_u V_h = L_u / (V_a - V_c)$, бу ерда $V_a = V_c \cdot \varepsilon$.

L_u ўрнига (9.23) дан топилган қийматини ҳамда $p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1}$ ни ас полнотропдан топилган қиймат билан алмаштиргандан ва унча катта бўлмаган ўзгартиришларни амалга оширгандан сўнг, ҳисоблаб топиладиган ўртача индикатор босими учун қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$p_{ipvp} = \frac{p_a \varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left\{ \lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2 - 1} \right] - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right\} \quad (9.24)$$

Шунга мос равишда, иссиқлик $V = \text{const}$ бўлганда (бунда $\rho = 1$) бериладиган ҳисобий цикл учун формула ушбу кўринишга эга:

$$p_{ipvp} = \frac{p_a \varepsilon^{n_1 - 1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \quad (9.25)$$

Ҳақиқий циклда газ босими бир жараёндан бошқасига ўтишга раво ўзгаради, шунинг учун қайрилиш жойларида цикл ишининг исроф бўлишига эквивалент бўлган майдончалар юзага келади (9.2-расмда улар штрихлаб кўрсатилган). Бу исрофлар диаграмманинг *тўлиқлик коэффициенти* билан ҳисобга олинади: $\varphi = 0,92 - 0,97$. Шу сабабли ҳақиқий ўртача индикатор босими ушбу муносабатдан аниқланади:

$$p_i = p_{ip} \cdot \varphi \quad (9.26)$$

Дизеллар учун $\varphi = 0,92 - 0,95$ қилиб, учқундан ўт олдирилган ИЕД лар учун $\varphi = 0,95 - 0,97$ қилиб олинади. Турли замонавий ИЕД лар индикатор кўрсаткичларининг қийматлари 9.2-жадвалда келтирилган.

9.1.3. Турли омилларнинг дизелнинг индикатор кўрсаткичларига таъсири

Аралашма ҳосил қилиш усули ва ёниш камерасининг шакли. Қабул қилинган аралашма ҳосил қилиш усули ҳамда жараёнинг етарлича мукамаллиги индикатор ф. и. к. ни ва ўртача индикатор босимнинг энг юқори қийматини ишлатилган газларнинг тутунлилик даражаси жонз чегарада бўлгани ҳолда, шунингдек бошқа кўрсаткичлар (ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлиги, циклнинг энг юқори босими, ишга тушиш хусусиятлари, турли хил ёнилғиларда ишлай олиш имконияти ва ҳоказо) ни белгилайди. Ўртача индикатор босимининг энг юқори қиймати ёниш соҳасига ёнилғи ва ҳавонинг зарур миқдорларда бир вақтда берилишига, аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёнишнинг жадаллигига, мавжуд ҳавонинг ёниш жараёнида тўлиқ қатнашишига, шунингдек киритиш даврида цилиндрга берилган ҳавонинг миқдорига боғлиқ. Индикатор ф. и. к. нинг қиймати ёнишнинг ўз вақтида тугалланишига, ёнилғининг оксидланиш даражасига ва иссиқликнинг деворларга ўтиш жадаллигига боғлиқ.

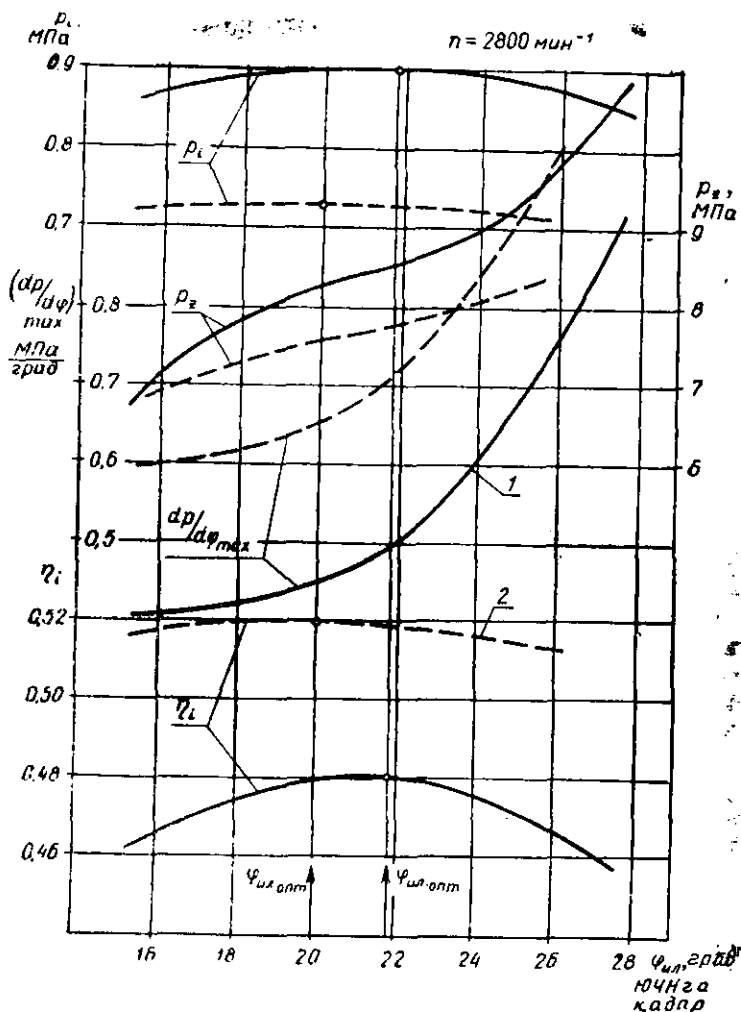
Иссиқлик ўтадиган юзаси энг кичик ва аралашма ҳосил бўлиш жараёни жадал кечадиган, ажратилмаган ёниш камералари (М- жараён, Д- жараён, ҳажм бўйича ва ҳажм бўйича-пардалар) аралашма ҳосил бўладиган қатор камералар)да циклда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичлари энг яхши бўлади. Ажратилган камералар ёниш жараёнида иссиқлик ва газодинамик исрофлар кўпроқлиги туфайли индикатор ф.и.к.нинг қийматлари кичикроқ бўлиши билан ажралиб туради. Аммо улар юқори сифатли аралашма ҳосил бўлишини таъминлайди, бу эса катта юкланишларда α нинг кичик қийматлари билан ва ишлатилган газларнинг тўташ даражаси паст бўлган ҳолда ишлашга имкон беради. Бунда айланиш частотасининг кенг доирасида аралашманинг сифати яхши бўлиши таъминланади.

Ҳаво зарядининг ёниш камерасида ҳаракатланиш тезлиги. Ҳавонинг маълум йўналишда ҳаракатланиши аралашма ҳосил бўлишини ташкил қилишнинг муҳим таркибий қисмларидан биридир. Алангаланишнинг кечикиш даврида заряднинг жадал ҳаракатланиши ёнилғи томчиларининг майдаланишини, уларнинг исиши, бўғланишини, оқим зонасида тақсимланишини, ҳаво зарралари билан аралашини тезлаштиради ва яхшилайди. Буларнинг ҳаммаси бошланғич босқичда аралашманинг тўлиқ ёнишини яхшилайди ва ёниш тезлигини оширади, унинг гомогенлашувига ёрдам беради.

Лекин газ оқимларининг ҳаддан ташқари тез ҳаракатланиши камеранинг чекка қисмларида иссиқликдан фойдаланиш даражасига ёмон таъсир қилади, чунки бунда ёнилғи оқимларининг ёриб ўтиш имконияти камаёди. Диффузион ёниш даврида ҳавонинг керагидан секин ҳаракатланиши ҳам, ҳаддан ташқари тез ҳаракатланиши ҳам зарарлидир, чунки бунда аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган схемаси бузилади. Юкланиш ортиши, яъни ҳавонинг ортиқлиги камайиши билан аралашма ҳосил бўлишининг бузилиши прогрессив тарзда кучаяди.

Бундан ташқари, девор яқинидаги бўшлиқда ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги зиёдлашуви билан совитувчи муҳитга иссиқлик ўтиши ортади ва шунга мос равишда индикатор ф.и.к. камаёди. Шу сабабли ИЕД нинг иссиқлик жараёнини ишлаб чиқишда заряднинг энг мақбул ҳаракатланиш тезлиги қиймати циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланиш нуқтан назаридан келиб чиқиб танланади. Аксарият дизелларда, асосан, ёниш камераси ажратилмаган дизелларда тезлик режими ўзгарганда ҳавонинг камерада ҳаракатланиш жадаллиги билан ёнилғи бериш хусусиятлари ўртасидаги мутаносиблик бузилади. Бу эса индикатор кўрсаткичларининг бузилишига олиб келади, тезлик режими жараён учун энг мақбул ҳисобланган частоталар доирасидан қанча узоқ бўлса, бу бузилиш шунчалик катта бўлади.

Ёнилғи бериш ва тўзатиш хусусиятларининг индикатор кўрсаткичларига таъсири аралашма ҳосил бўлишида намоён бўлиб, унинг таркибий қисми ҳисобланади. Уларнинг цикл кўрсаткичларига таъсири аралашма ҳосил бўлишини ташкил



9.3-расм. Юкланиш турлича бўлганида пуркашни илгарилатиш бур-
чагининг индикатор кўрсаткичларга таъсири:

1 — $p_i = 0,9$ МПа; 2 — $p_i = 0,6$ МПа

қилишнинг турли усулларида ҳар хилдир: ёнилғи энергияси-
нинг улуши нисбатан катта бўлган, яъни ҳаво заряди камерада
нисбатан секин ҳаракатланадиган дизелларда (ҳажм бўйича
ва ҳажм бўйича-пардали аралашма ҳосил бўладиган дизеллар-
да) бу таъсир кучлироқ сезилади. Ёниш камераси ажратилган
ва пардали аралашма ҳосил бўладиган ИЕД ларда индикатор
кўрсаткичларининг шаклланишида ёнилғи бериш ҳамда тўзи-
тиш параметрларининг роли камроқдир, аммо улар иссиқлик
жараёнининг ва дизель ишининг бошқа кўрсаткичларига, шу
жумладан, тез ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадал-

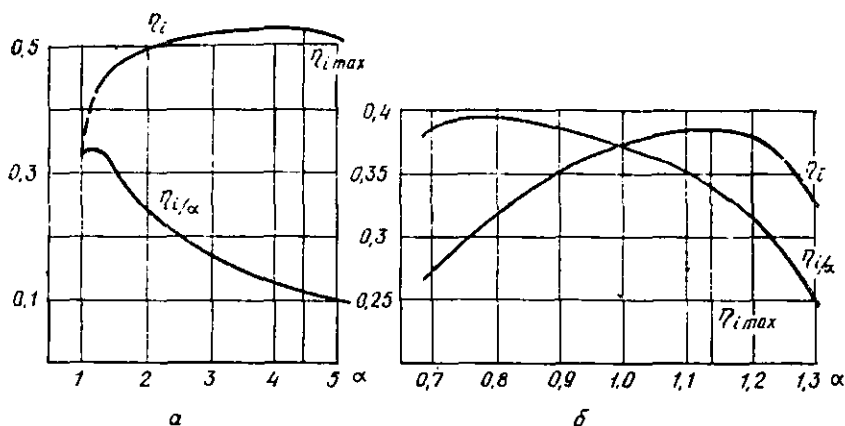
лигига, ишлатилган газларнинг туташ даражасига, ишга тушариш сифатлари ва шу кабиларга таъсир кўрсатиши мумкин.

Диффузион ёниш босқичида ёнилғи бериш суръати ва унинг тирсакли валнинг бурилиш бурчагига қараб ўзгариши ҳавонинг камерада ҳаракатланиш тезлиги билан бирга аралашуш ва ёниш реакциялари тезлигини белгилайди, бу эса ўз навбатида, циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасини ҳам ўртача индикатор босимининг ҳосил бўладиган қийматини ҳам белгилаб беради.

Ёнилғи пуркалишини илгарилатиш бурчаги ростлашга доир муҳим омил бўлиб, ёниш жараёнининг ЮЧН га нисбатан вазиятини, бинобарин циклда иссиқлик беришнинг термодинамик самарадорлигини белгилайди. Бундан ташқари, ушбу омил ёнишнинг авж олиш шароитларига реакциялар соҳасидаги газнинг босими ва ҳарорати орқали таъсир кўрсатиб, иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиш даражасига, с нуқтадаги ҳарорат ҳамда босим қийматларига, ёниш тўлиқлигига, камерада босимнинг кўтарилиш жадаллигига ва иш жараёнининг бошқа кўрсаткичларига таъсир қилади. Пуркашни илгарилатиш бурчагининг таъсири катта юкланишларда энг кучли намоён бўлади. Бу бурчакнинг энг мақбул қийматлари ИЕД нинг тезлик режимида, баъзан эса юкланиш режимида қараб танланади. Баъзи ҳолларда бу қиймат ишнинг турли кўрсаткичларини эътиборга олган ҳолда танланади. 9.3-расмда мазкур омилнинг ёниш камераси ажратилмаган дизель кўрсаткичларига таъсири тасвирланган.

ИЕД цилиндрининг ўлчамлари. Поршень йўли S нинг унинг диаметри D га нисбатини ўзгартирмаган ҳолда цилиндр ўлчамини катталаштириш совитиш юзасининг цилиндр ичидаги иш жисмининг ҳажмига нисбати камайишига олиб келади, натижада иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши камаёди ва индикатор ф. и. к. катталашади. Шу сабабли бошқа шароитларни ўзгартирилмаган ҳолда цилиндрининг ўлчамлари катталаштирилган дизеллар солиштира ёнилғи сарфига кўра тежамлироқ бўлади. Цилиндрнинг нисбий совитиш юзаси S/D нисбат бирга яқинлашганда ҳам кичиклашади.

Сиқиш даражаси. Дизеллар учун хос бўлган ϵ нинг қийматлари доирасида уни катталаштириш циклниң термик ф. и. к. ни озгишга яхшилади. Газнинг ҳарорати ва босими кўтарилиши туфайли ёниш жараёни тезлашади, бу эса индикатор ф. и. к. га ижобий таъсир кўрсатади. Бу ҳол деворлар билан газнинг ҳароратлари ўртасида катта фарқ борлиги туфайли иссиқликнинг деворларга ўтиши жадаллашуви билан маълум даражада қопланиб кетади. Деталларга тушадиган иссиқлик ва механик юкланишлар ортади, натижада ишқаланишдаги исрофлар кўпайиб, иссиқликдан фойдаланиш туфайли юзага келган самарадорлик қўшимча равишда камаёди. Лойиҳалаш жараёнида сиқиш даражасини дизеллар учун одатдаги қийматлардан ошириш одатда индикатор кўрсаткичларини яхшилаш учун эмас,



9.4-расм. η_i ва $\eta_{i/\alpha}$ кўрсаткичларнинг α га боғлиқ равишда ўзгариши:

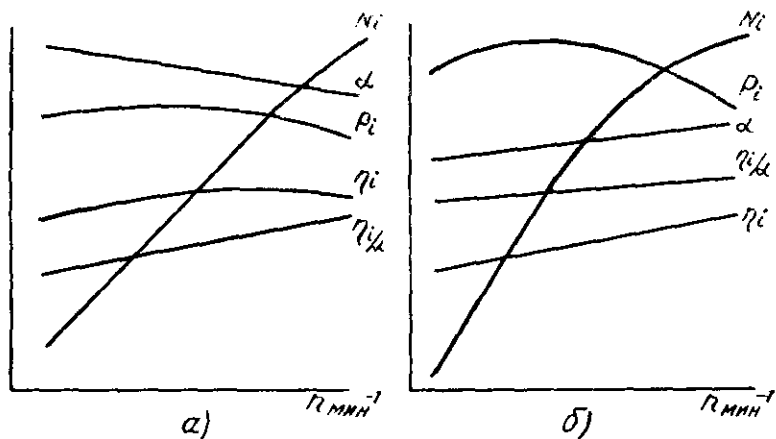
а — дизель; б — карбюраторли ИЕД

балки бошқа мақсадларда, хусусан, дизелнинг совуқлайини ишга тушириш ишончлилигини ошириш, цетан сонни кичик бўлган ёнилғиларда ишлашига имконият яратиш, тез ёниш босқичида $dp/d\phi$ нинг қийматларини камайтириш учун қилинади.

ИЕД нинг юкланиши. Дизелларда юкланиш сифат усулида, яъни фақат циклик ёнилғи миқдорини ўзгартириш билан ростланади. Шунда аралашманинг таркиби ёки сифати ўзгаради. Юкланишни камайтириш учун цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори камайтирилади, натижада унинг пуркалиш узунлиги ва ёниш давомийлиги қисқаради. Бу ҳол иссиқлик ажралиб чиқиш босқичининг ЮЧН га яқинлашиши ҳисобига ва иш жисми (ёниш маҳсуллари) таркибида икки атомли газлар (азот ҳамда кислород) миқдори кўпайиши эвазига индикатор ф. и. к. нинг ортиши ва мос равишда циклнинг термодинамик самарадорлиги ўсишини таъминлайди. Шунингдек ҳавонинг умумий ортиқлиги кўпайиши сабабли чала ёниш туфайли бўладиган иссиқлик исрофи ҳам камаяди. Юкланиш бўйича дизель индикатор кўрсаткичларининг ўзгариш графиги 9.10-расмда, аралашманинг таркиби бўйича эса — 9.4-расм, а да келтирилган. Юкланиш жуда кичик бўлганда (α катта бўлганда) ёнилғининг тўзитилиш сифати ёмонлашуви ва иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши ортиши туфайли циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси камайиши мумкин.

Дизелнинг максимал юкланиш одатда ишлатилган газларнинг жонз туташ чегараси билан (бунда p_c ёки η/α ни ошириш имконияти ҳали мавжуд бўлади) чекланади (9.13 формулага қаранг).

Айланиш частотаси. Агар дизелнинг тезлик режими ўзгартирилганда, масалан, ёнилғи беришни илгарилатиш бурчаги ўзгариши ҳисобига тез ва секин ёниш босқичларининг вазияти ЮЧН га нисбатан ўзгаришсиз қолса, айланиш частотаси ортиши билан газ ҳамда деворлар ўртасида иссиқлик алмашинуви



9.5-расм. Индикатор кўрсаткичларининг айланиш частотаси бўйича ўзгариши:
а — дизель; б — карбюраторли ИЕД

вақти қисқариши эвазига цикл ичида иссиқлик исрофи камай-ди. Буларнинг ҳаммаси индикатор ф. и. к. нинг катталашуви-га олиб келади (9.5-расмга қаранг). Айланиш частотаси юқори бўлганда кўп ҳолларда ёнилғи бериш аппаратлари ишининг бузилиши (қўшимча пуркалиш, ёнилғи беришнинг чўзилиб кетиши) ёки ўта уюмаланиш ҳодисаси туфайли индикатор ф. и. к. камайиши мумкин.

Айланиш частотасининг ўртача индикатор босими-га таъсири, индикатор ф. и. к. нинг қийматидан ташқари (9.13 форму-лага қаранг), ёнилғи аппаратлари таъминлайдиган циклик ёнилғи берилишининг ўзгариш қонунияти билан (формулада у α катталик билан ҳисобга олинади) ҳамда тўлдириш коэффи-циентининг ўзгариши билан аниқланади. Улар ИЕД нинг иш-лаш хусусиятига ва вазифасига қараб ростланиши мумкин.

Цилиндрни янги заряд билан тўлдириш. (9.13) формуладан кўриниб турибдики, цилиндрни янги заряд билан тўлдиришнинг ортиши ўртача индикатор босимининг кўтарилишини таъмин-лайди. Цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори ўзгармас бўлганда бу ҳодиса α нинг катталашуши билан боғланган, бу-нинг ҳисобига эса индикатор ф. и. к. катталашади, яъни жараён мукамаллашади. Тўлдиришнинг ортиши ва циклик ёнилғи миқдорининг зиёдлашуви мутаносиб бўлганда ҳавонинг ор-тиқлик коэффиценти ўзгаришсиз қолади, аммо цикл давомида киритилган иссиқлик миқдори кўпайиши туфайли ўртача инди-катор босими катталашади. Тўлдиришни яхшилаш усуллари 4-бобда келтирилган.

Босим остида киритиш усулини қўллаш цилиндрни янги за-ряд билан тўлдиришни (масса бўйича) яхшиланишнинг самарали усули ҳисобланади. Бу усул ўртача индикатор босимининг энг катта қийматини атмосферадан киритишдагига нисбатан 1,5—2

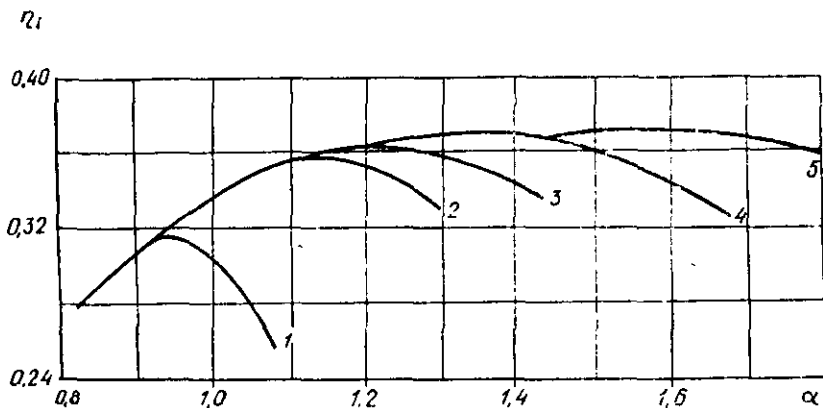
баравар оширишга имкон беради, лекин дизель деталларига тушадиган механик ва иссиқлик юкланишларининг ортиб кетишига олиб боради. Цикллик ёнилғи миқдорини чеклаш орқали тўлиқ юкланишда α нинг каттароқ қийматларини ҳосил қилиш (босим остида киритиш усули қўлланилмагандагига нисбатан) ва циклда иссиқликдан яхшироқ фойдаланишни таъминлаш мумкин. Бироқ босим остида киритиш усули қўлланилганда иш жараёнини ташкил қилиш аралашма ҳосил қилиш параметрларини тегишлича танлашни, айрим ҳолларда эса ҳатто уларни босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллардагига нисбатан ўзгартиришни талаб этади. Хусусан, ёнилғи жараёни чўзилиб кетмаслиги учун ёнилғи пуркалиш даври давомийлигининг анча узайиб кетишига йўл қўймаслик, ёнилғи камералари деворига ёнилғи тушмаслиги учун ёнилғи оқимларининг пуркалиш масофасини чеклаб қўйиш зарур ва ҳоказо. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда иш жараёнини ташкил қилишнинг ўзига хос томонлари 13-бобда кўриб чиқилади.

9.1.4. Турли омилларнинг учқундан ўт олдириладиган ИЕД нинг индикатор кўрсаткичларига таъсири

Ёнилғи-ҳаво аралашмасининг таркиби ИЕД нинг индикатор кўрсаткичларига таъсир қилувчи муҳим омилдир. Унинг таъсири иш жисми (ёнилғи маҳсуллари)нинг хоссалари ва молекуляр ўзгариш коэффициентига таъсир қилиш орқали ҳам, ёнилғи жараёнига бевосита таъсир кўрсатиш орқали ҳам намоён бўлади. Аралашманинг суюқлашуви иш жисми таркибида икки атомли газлар миқдорини оширади, бу эса бошланғич назарий циклнинг термик ф. н. к. катталашишига олиб келади. Аралашманинг қуюқлашуви ёнилғида молекуляр ўзгариш коэффициентининг ортишига сабаб бўлади, бу ҳол цикл ишининг зиёдлашувига, яъни ўртача индикатор босимининг катталашувига имконият яратади.

Аралашманинг таркибига қараб индикатор ф. н. к. ва η/α нинг ўзгариши (ўртача индикатор босимига мутаносиб равишда) 9.4-расм, б да кўрсатилган. η/α нинг энг катта қийматига тўғри келувчи аралашманинг таркиби *қувватли таркиб* деб аталади. Тўлиқ юкланишда у $\alpha = 0,85 - 0,92$ га мос келади. Юкланиш камайганда (ИЕД дросселланганда) қувватли таркиб α нинг қийматлари кичик бўладиган томонга ўзгаради.

Индикатор ф. н. к. нинг энг катта қийматига (ёки солиштирма ёнилғи сарфининг энг кам миқдорига) тўғри келувчи аралашманинг таркиби *энг тежамли таркиб* бўлади, иссиқликдан энг тўлиқ фойдаланиладиган α нинг қиймати эса аралашманинг *самарали суюқлашиш чегараси* деб аталади. Юкланиш тўлиқ бўлганда у $\alpha = 1,12 - 1,15$ га мос келади. Аралашманинг самарали суюқлашиш чегараси алангаланиш пайтида камерадаги ҳарорат ва босимга, ўт олиш манбаининг жадаллигига,



9.6- расм. η_i нинг аралашма таркиби бўйича ўзгариши:

1 — қисмий юкланишда ($\eta_v = 0,32$); 2 — тўла юкланишда; 3 — бир цилиндрга икки свеча ўрнатилганда; 4 — қатламли заряд усулидан фойдаланилганда; 5 — форкамерада машъаладан ўт олдиришда

ИЕД юкланишига, ёниш камерасининг турига, унда зарядларнинг ҳаракатланиш тезлиги ҳамда турбулент пульсациялар тезлигига, шунингдек сиқиш даражасига боғлиқ. Юкланиш қисман бўлганда қуюқ ёнувчи аралашмадан фойдаланилганда ИЕД энг тежамли ишлайди (9.6- расм).

Сиқиш даражасини ошириш, қатламларга ажратилган заряддан фойдаланиш, аралашмани турбулизациялаш, тез ёниш камераларидан фойдаланиш аралашманинг самарали суюқлашиш чегарасини оширишга ва бу билан индикатор ф. и. к. ни яхшилашга имкон беради (9.6- расмга қаранг).

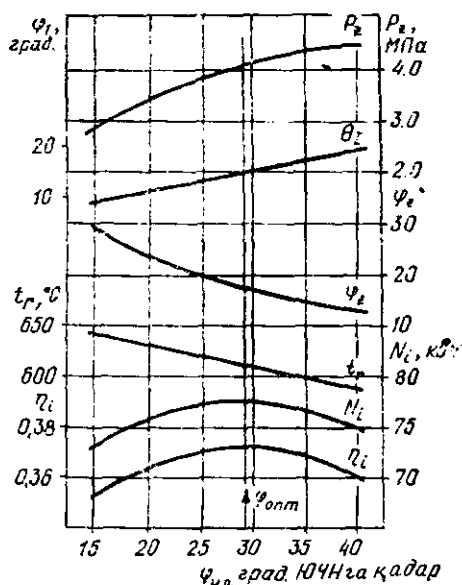
Сиқиш даражаси. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар учун сиқиш даражаси индикатор кўрсаткичларни жиддий яхшилаш имконини берувчи муҳим омил деб қаралади. $\epsilon = 7-9,5$ бўлганда (бу кўрсаткич бензинда ишлайдиган замонавий ИЕД лар учун хосдир) сиқиш даражасининг ортиши цикл термик ф. и. к. нинг сезиларли даражада катталашшини таъминлайди. Бундан ташқари, ϵ катталашшини билан цилиндрдаги газнинг босим ва ҳарорати кўтарилади, бунда аралашманинг алангаланиш шароити яхшиланади ҳамда ёниш жараёни тезлашади. Бу эса бир томондан, индикатор ф. и. к. ва ўртача индикатор босимининг ортишини таъминлайди, бошқа томондан, аралашманинг самарали суюқлашиш чегарасини оширишга имконият яратади. Охирги ҳол ИЕД ни анча суюқ аралашмаларда ишлатишга ва юкланишлар қисман бўлганда индикатор ф. и. к. ни яхшилашга имкон беради. Шу билан бирга, ϵ катталашганда детонация бўлиши учун шароит юзага келади. Шу сабабли ϵ катталашганда ёнилгининг октан сони оширилиши ва ёниш камерасининг детонацияга қарши хусусиятлари яхшиланиши (аралашманинг ҳаракатланиш жадаллигини ошириш, деворларни совитишни кучайтириш, аланга йўлини қисқартириш ва ҳоказо) лозим.

е катталашганда реал циклда ф. и. к. термодинамик циклда-
гига қараганда секинроқ кўтарилади, чунки бунда ёниш дав-
рида парчаланиш (диссоциация) туфайли бўладиган исрофлар
кўпаяди ва иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши ортади. Ҳинг
катталашуви ИЕД деталларига тушадиган механик ва иссиқ-
лик юкланишларининг ортиншига олиб келади.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги ростлаш билан боғлиқ
омилдир. У ёниш даврининг ЮЧН га нисбатан вазиятини, би-
нобарин, иссиқлик берилишининг циклдаги термодинамик сама-
радорлигини белгилайди. Ўт олдириш барвақт бўлганда ёниш
маҳсуллари тўлиқ кенгаяди ва жараён яхши термодинамик са-
марадорлик билан кечади, аммо ЮЧН га қадар ёниш босқичи-
да газнинг манфий иши ортади, бу эса ўртача индикатор боси-
ми ҳамда индикатор ф. и. к. га, шунингдек, ИЕД нинг ишлашига
ёмон таъсир қилади. Бундан ташқари, газнинг ҳарорати ва
босими юқорилиги туфайли ёниш жараёнида иссиқликнинг де-
ворларга ўтиб кетиши ҳамда зичловчи ҳалқалар орқали газ
сизилиши кўпаяди. Ўт олдириш кечикканда иссиқлик ажралиб
чиқиш жараёни ЮЧН га нисбатан кечикиш томонга силжийди
ва циклни термодинамик самарадорлиги ёмонлашади, бунинг
оқибатида индикатор ф. и. к. ва ўртача индикатор босим пасая-
ди. Бундан ташқари, кенгайиш давомида иссиқлик алмашиниш
юзасининг катталашуви муносабати билан иссиқликнинг де-
ворларга ўтиб кетиши ортади. Ўт олдиришни илгарилатиш

бурчагига боғлиқ равишда
индикатор кўрсаткичлари-
нинг ўзгариши 9.7-расмда
келтирилган.

Цилиндрнинг ўлчамла-
ри. Дизелда бўлгани каби,
цилиндрнинг диаметри кат-
талашиши билан иш жис-
мининг ҳажм бирлигига
тўғри келувчи иссиқлик-
нинг деворларга ўтиб кети-
ши (нисбий иссиқлик ал-
машиниш юзаси) камаяди,
бу эса индикатор ф. и. к.
нинг катталашуви олиб
келади. Бироқ, учқундан ўт
олдириладиган ва аралаш-
ма ташқарида ҳосил қили-
надиган ИЕД ларда ци-
линдрнинг диаметри катта-
лашганда (агар бошқа шарт-
шаронитлар ўзгаришсиз қол-
са) детонация юзага келиш
эҳтимоли ортади. Шу са-
бабли ИЕД нинг детона-



9.7-расм. Индикатор кўрсаткичларининг ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги бўйича ўзгариши

цияга қарши хусусиятларини ошириш учун ва детонация бўйича жонз сиқиш даражасини ошириш ҳисобига индикатор кўрсаткичларини яхшилаш учун кўпроқ цилиндр диаметрини кичрайтириш афзал кўрилади.

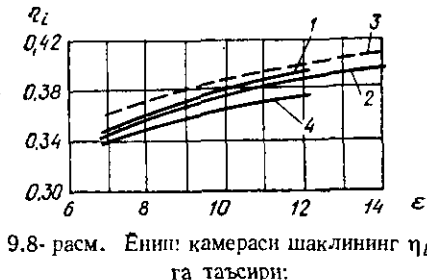
Ёниш камерасининг тури ва шакли. Ёниш камераси ИЕД да аралашма ҳосил бўлиш жараёнини ташкил қилишнинг асосий таркибий элементидир. Унинг тури ва шакли иссиқлик ажралиб чиқиш тезлиги ва тўлиқлигига, цикл босқичи бўйича ёниш давомийлигига, заряднинг ҳаракатланиш ва турбулент пульсациялар жадаллигига, газнинг босим ҳамда ҳароратига, детонация нуқтаи назаридан жонз сиқиш даражасига таъсир кўрсатар экан, индикатор ф.и.к. ва индикатор босими қийматини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

Бундан ташқари, цилиндри янги заряд билан тўлдириш сифати ва ишлатилган газлардан тозалаш сифати ҳам кўп даражада ёниш камерасининг конструкциясига боғлиқдир. Ростлаш ишлари у ёки бу ўлчамли клапанларни турлича жойлаштириш орқали амалга оширилади. Камеранинг шакли иш жисмининг ҳажм бирлигига тўғри келувчи солиштирма иссиқлик алмашилиш юзаси ва газнинг деворларга нисбатан ҳаракатланиш тезлиги орқали иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши қийматига ҳам таъсир кўрсатади. Бу ҳол ёниш камерасини ИЕД нинг индикатор кўрсаткичлари шаклланишидаги муҳим омил деб қарашга имкон беради.

ИЕД нинг ёнилғи тежамкорлигини оширишга ва заҳарли моддаларнинг атмосферага чиқишини камайтиришга нисбатан бўлган талабларнинг ортиб бориши муносабати билан янги ёниш жараёнларини ишлаб чиқиш ҳамда хоссалари яхшилانган камералар яратишга эътибор кучайди. Ёниш камераси шаклининг индикатор ф.и.к.га таъсири 9.8-расмда келтирилган.

Валнинг айланиш частотаси. Тезлик режими ошиши билан аралашма ҳосил бўлиш сифати яхшиланади, аланганинг тезлиги ортади, Агар $\varphi_{пл}$ бурчагини катталаштириш эвазига асосий ёниш босқичининг ЮЧН га нисбатан вазияти ўзгаришсиз қолса, у ҳолда газнинг цилиндрда ҳаракатланиши жадаллашишга ва бу ҳодиса

билан боғлиқ тарзда иссиқлик исроф бўлишига қарамасдан, дизелларда бўлгани каби, айланиш частотаси ортиши билан циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Индикатор кўрсаткичларининг тезлик режими бўйича ўзгариши 9.5-расм, б да тасвирланган. Дроссель-заслонканинг вазияти ўзгармас бўлгандаги ўртача индикатор босими айланиш частотаси ортиши билан тўлдириш коэффициентига ва η/α нисбатга мутаносиб равишда ўзгара



9.8- расм. Ёниш камераси шаклининг η_1 га таъсири:

1 — поршень тубига жойлашган камера; 2 — ярим сферик камера; 3 — шунинг ўзи, лекин киритиш клапани ниқобланган; 4 — ярим поласимон камера

бориб, η_{max} га мос айланиш частотасидан бирмунча катта айланиш частотасида энг юқори қийматига эришади.

Юкланиш. Учқундан ўт олдириладиган карбюраторли ИЕД ларда юкланиш асосан миқдор усули билан, яъни ҳаво ортиқлик коэффициентининг ўзгаришини нисбатан тор доирада олган ҳолда цилиндрларга ёнилғи берилишини дросселлаш йўли билан ростланади. Аралашманинг таркиби қувватли бўлганда юкланиш ҳам энг юқори бўлади. Қислород етишмаслиги туфайли ёнилғининг ёниш иссиқлигидан тўлиқ фойдаланмаслик индикатор ф. и. к. нинг камайишига олиб келади. Ёниш маҳсуллари таркибида уч атомли газлар (карбонат ангидрид ва сув буғи) миқдорининг кўп бўлиши ҳам камчиликка олиб келади, бу эса циклнинг термодинамик самарадорлигига салбий таъсир кўрсатади.

Юкланиш камайгани сари ИЕД α қиймати самарали суюқлашиш чегарасига мос келувчи тежамлироқ ёнувчи аралашмага ўтказилади, натижада индикатор ф. и. к. ортади. Дросселлаш янада оширилганда аралашманинг аланга олиш шароити ёмонлашади, ёниш жараёни секинлашади, унинг унумсизлиги циклдан-циклга ортиб боради, ёниш барқарор эмаслиги туфайли исрофлар кўпаяди. Кичик юкланиш билан ишлаганда жараёни яхшилаш учун аралашма яна қуюқлаштирилади, бу эса, тўлиқ юкланиш билан ишлагандаги сингари, ёнилғининг ёниш иссиқлигидан чала фойдаланилишига олиб келади. Буларнинг ҳаммаси, аралашма миқдори бирлигига тўғри келувчи совитиш юзасининг катталаниши оқибатида нисбий иссиқлик исрофининг кўпайиши билан қўшилиб, индикатор ф. и. к. нинг камайишига сабаб бўлади. Индикатор кўрсаткичларининг юкланишга қараб ўзгариши 9.10- расмда кўрсатилган.

9.2. ИЧКИ ИСРОФЛАР

Цилиндрларда ҳосил қилинадиган индикатор ишнинг бир қисми ИЕД нинг ўзидан йўқолади, яъни турли қаршиликларни енгиб ўтишга, ички эҳтиёжларни қондиришга, қўшимча талабларни қаноатлантиришга сарфланади. Энергиянинг бу исрофлари *ички* (ёки *механик*) *исрофлар* деб аталади. Ушбу исрофлар механизм ва узеллардаги ишқаланиш кучларини енгишга, газ алмашинувини амалга оширишга, яъни цилиндрларни ишлатилган газлардан тозалашга ҳамда уларни янги заряд билан тўлдиришга, ёрдамчи механизмлар (сув, мой ва ёнилғи насослари, вентилятор, динамомашина, ҳаво компрессори ва бошқалар) ни юргизишга, шунингдек, ИЕД деталлари қартернинг ҳаво-мойли муҳитида ҳаракатланганида бўладиган аэродинамик қаршиликни енгишга сарфланадиган ишдан иборат бўлади.

Ҳаракатни ИЕД валидан оладиган ва икки тактли двигателларда цилиндрни шамоллатиш учун ёки тўрт тактли двигателларда босим остида киритиш усулини қўллашда фойдала-

ниладиган компрессор қўшимча энергия истеъмолчиси бўлиши мумкин.

ИЕД даги ички исрофлар индикатор кўрсаткичлари каби, яъни (9.2) формулага ўхшаш формула орқали ўзаро боғланган қувват ва ўртача босим билан баҳоланади.

Шундай қилиб, умумий ҳолда

$$P_m = P_{\text{ишк}} + P_{\text{е.м}} + P_{\text{газ}} + P_{\text{вент.}} + P_{\text{комп.}} \quad (9.27)$$

Ишқаланишга бўладиган исрофлар механик исрофларнинг асосий қисмини ташкил этади (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларда 70—75% га етади), уларнинг 2/3 қисмини поршень ва ҳалқаларнинг цилиндр деворларига ишқаланиши ташкил этади. Ёрдамчи механизмларни юргизишга энергиянинг 10—15%, газ алмашинуви амалга ошишига —15—20% сарфланади. Шамоллатишда бўладиган исрофлар кам бўлиб, кўриб чиқиладиган гурппадаги ИЕД лар учун камдан-кам ҳолларда 8% га етади. Компрессор ёки шамоллатиш насосини юргизишга бўладиган сарфлар жами ички исрофларнинг 25—30 фоизини ташкил этиши мумкин. Ички исрофларнинг ўртача босими ва уларнинг ИЕД ҳосил қиладиган индикатор қувватидаги улуши ўзгариб туради. Бу кўрсаткичлар двигателнинг ишлаш режимига, ишлатиш шаронтига ва ҳолатига қараб ўзгаради.

Ишқаланишдаги исрофларга газ босими, инерция ва эластиклик кучлари (пружина, поршень ҳалқалари), шунингдек бошқа кучлар (иссиқдан кенгайиш, механик узатмалар туфайли деталларнинг сиқилиши ва ҳоказо) сабаб бўлади. Газ кучлари цикл мобайнида кескин ўзгариб туради ва ИЕД юкланишига кучли боғлиқ бўлади. Сиқиш ва кенгайиш тактларида поршеннинг ЮЧН яқинида мазкур кучлар энг юқори қиймати-га эришади. Инерция кучлари ҳаракатланувчи деталлар мас-сасига ва вал айланиш частотасининг иккинчи даражасига му-таносиб тарзда ўзгаради. Улар тезлик режимига кўра кучли ўзгариб, валнинг айланиш частотаси катта ИЕД ларда улар-нинг қиймати энг юқори кўрсаткичга етади. Тирсакли валнинг бир марта айланиши давомида бу кучлар қиймати бўйича ҳам, ишораси бўйича ҳам ўзгариб, туташ деталларнинг турли эле-ментларига таъсир этади. Айни чоғда улар ИЕД нинг юкла-нишига боғлиқ бўлмайди. Эластиклик кучлари ИЕД деталлари ва узелларининг конструкциясига боғлиқ, аммо юкланишга ҳам, тезлик режимига ҳам боғлиқ эмас.

Оқорида айтилганидек, ИЕД ларда ишқаланишга бўлади-ган исрофларнинг асосий қисми тўғри келадиган цилиндр-пор-шень гурппасида ёнишнинг бошида, яъни поршеннинг цилиндр деворига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги энг паст бўлган пайт-да газ кучлари жуда тез катталашиб боради. Поршень ҳалқаси билан поршендаги ариқча туби орасидаги бўшлиққа кираётган газ ҳалқани цилиндр деворига ҳалқанинг эластиклик кучидан бир неча барабар катта бўлган куч билан қисади. Маҳаллий

ҳароратнинг юқорилиги туфайли цилиндр деворидаги мойнинг қовушоқлиги ва мойлаш хусусияти паст бўлади. Ҳалқанинг кескин қўйилган босим кучи таъсирида мой тирқишдан сиқиб чиқарилади, унинг пардаси узилади ва поршень ҳаракатланганида чегаравий ёки ҳатто қуруқлайин ишқаланиш содир бўлади. Натижада ҳаракатланишга бўладиган қаршилик ортиб кетиб, поршень ҳалқаси ва цилиндр девори кучли ейилади.

Юқориги зичловчи ҳалқа айниқса ноқулай шароитда ишлайди: унга ёниш камерасидаги газ босимининг 80% қисмига етувчи босим таъсир қилади. Ёниш ва кенгайиш давомида цилиндрининг поршендан юқоридаги деворидаги мой пардаси ёниб кетади ёки қисман оксидланади, натижада навбатдаги чиқариш тактида поршень ҳалқалари билан бирга цилиндрда, гарчи газ кучлари ёниш ва кенгайишдагидан анча кичик бўлса ҳам, мойлаш шароити бузилган ҳамда ишқаланиш коэффициенти юқорилашган шароитда ҳаракатланади.

ИЕД юкланиши ортиши билан газ кучлари катталашиб боради, бу эса ишқаланишдаги исрофларнинг кўпайишига шароит яратади. Шу билан бирга поршень ва ҳалқалар цилиндр деворига уринадиган соҳада мойнинг маҳаллий ҳарорати кўтарилади, бу ҳол қовушоқ ишқаланиш коэффициенти нинг кичиклашувиغا олиб келиб, биринчи омилнинг таъсирини маълум даражада компенсациялайди.

Валнинг айланиш частотаси ортиши билан ёниш жараёнида босим кўтарилишининг абсолют тезлиги ошади (натижада чегаравий ишқаланиш пайдо бўлади) ва поршеннинг цилиндр деворига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги жадаллашади. Натижада ишқаланишга бўладиган босимнинг ўртача исрофи ортади. Ҳаво филътри орқали янги заряд билан бирга цилиндрга кириб қолувчи қаттиқ абразив зарралар (йўл чанги) ишқаланиш кучларининг эҷёллашувиға катта таъсир кўрсатади. Улар цилиндр деворидаги мой пардасига ўтириб, унинг узилиши ва қаттиқ юзаларнинг бевосита уриниши учун шароит яратади. Металл юзаларға ботиб кирган абразив зарралар жуфтликда кучли ишқаланиш юзаға келишиға ва туташ деталнинг жадал ейилишиға сабаб бўлади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларнинг цилиндр-поршень группасидаги ишқаланишда ёниш камерасиға ёнувчи аралашма билан бирға кириб келувчи суюқ ёнилғи зарраларининг цилиндр деворларидаги мой пардасини ювиб кетиши (айниқса, совуқлайин ишға туширишда ва қизитиш даврида) катта роль ўйнайди.

Тирсакли вал подшипникларида ишқаланишға бўладиган исрофлар газ кучлари билан, шунингдек шатун-поршень комплектининг инерция кучлари ва валнинг мувозанатланмаган массалари (валнинг ўзидаги) нинг инерция кучлари билан боғлиқ. Ёниш даврида газ кучлари инерция кучларидан ортиқ бўлишиға қарамасдан (айниқса, номинал айланиш частотаси паст бўлган дизелларда) ишқаланишдаги исрофларға асосан инер-

ция кучлари сабаб бўлади, чунки улар валнинг ҳар айланишида кривошипнинг бурилиш бурчаги нуқтаи назаридан узоқроқ таъсир қилиб туради.

Газ алмашинувидаги исрофлар киритиш ва чиқариш системаларининг гидравлик қаршилиги туфайли бўлади, бунда циклда ана шу жараёнга сарфланадиган энергиянинг абсолют миқдори ишлатилган газларни чиқаришда ҳамда янги зарядни киритишда бажарилган ишлар ўртасидаги фарққа тенг бўлади (4.1-расмга қаранг). Газ алмашинувидаги исрофларнинг ўртача босими поршень ўртача тезлигининг деярли иккинчи даражасига мутаносиб тарзда катталашади. Карбюраторли ИЕДларда киритиш системасининг қаршилиги катта бўлганидан, уларда ушбу исрофлар кўпроқ бўлади. Бундай двигателларда янги заряднинг дросселланиши ва киритиш жараёнида цилиндрда босим пасайиши туфайли, юкланиш камайиши билан мазкур исрофлар кўпаяди.

Кўпгина дизелларда газ алмашинувидаги исрофлар амалда юкланишга боғлиқ бўлмайди. Аммо айрим ҳолларда юкланиш камайганда эркин чиқариш тактида (ПЧН га қадар) цилиндрларнинг ишлатилган газлардан тозаланиши ёмонлашади ва чиқариб юборилишининг охириг босқичида (ЮЧН га етмасдан) газлар цилиндрда сиқилади, бунда поршень тепасидаги босим 0,25—0,45 МПа га етиши мумкин.

Босим остида киритиш усули қўлланилган, юритма компрессор билан, қатор ҳолларда эса ишлатилган газлардан ҳаракат олувчи турбокомпрессор билан таъминланган дизелларда киритиш чоғидаги босим чизиги чиқариш чизигидан юқорироқдан ўтиши мумкин. Бу ҳолда газ ҳайдаб чиқарилганда бажарилган иш киритиш тактида бажарилган ишдан кам бўлиши ва газ алмашинувидаги исрофлар манфий бўлиб, умумий ички исрофларни камайтиради.

Бироқ шунинг эсдан чиқармаслик керакки, юритма компрессорли дизелларда компрессорни юргизишга қўшимча иш сарфланади, бу иш ички исрофлар таркибига киради, турбокомпрессорли дизелларда эса мос равишда циклниң индикатор иши камаюди. Турбокомпрессорли дизелларда, босим остида киритиш системасининг хусусиятларига қараб, газ алмашинувидаги исрофлар юкланиш ортиши билан кўпайиши ҳам, камайиши ҳам (ИЕД валининг айланиш частотаси доимий бўлганда) мумкин.

Ердамчи механизмларни юргизишга бўладиган исрофлар валнинг айланиш частотаси ортиши билан жадал ошади, юкланиш ортганда эса бироз зиёдлашади. Юкланиш ортганда исрофларнинг бироз кўпайишига сабаб шуки, ИЕД ни совитишга сарфланадиган вентилятор қуввати ортади (унинг айланиш частотаси ростланадиган бўлганда ёки вентилятор узиб қўйиландиган бўлганда) ва ёнилғи насосининг ёнилғи ҳайдаши ортади, дизелларда эса ёнилғининг пуркалиш энергияси ҳам зиёдлашади. Картер орқали бўладиган исрофлар юкланишга боғлиқ

бўлмайди, аммо вал айланиш частотасининг квадратиغا мутаносиб тарзда кўпайиб боради.

Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда ички исрофларнинг ўртача босими юкланиш бўйича деярли ўзгармайди, ҳолбуки дизелларда юкланиш ортиши билан бу босим бироз кўтарилади, бу ҳодиса юритма компрессорли ИЕД ларда айниқса сезиларли бўлади. Буларнинг ҳаммаси тажрибалар ўтказиб аниқланган. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда деталларга тушадиган юкланишлар (ишқаланишдаги исрофлар) юқори-роқ бўлганидан, шунингдек чиқаришда акс босим катта бўлгани (турбокомпрессорли ИЕД ларда насослардаги исрофлар) ҳамда компрессорни юргизишга анчагина қувват сарфлангани сабабли (юритмали, босим билан ҳаво киритадиган агрегати бор ИЕД да) уларда ички исрофлар даражаси босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллардагидач юқори-роқдир. Босим билан киритиладиган ҳавонинг босими ортиши билан ички исрофлар кўпаяди. Валнинг айланиш частотаси ўзгарганида ички исрофлар ушбу муносабат бўйича ўзгаради:

$$p_m = A + B \cdot C_n + C \cdot C_n^2 \quad (9.28)$$

бу ерда: A , B ва C — ИЕД га хос бўлган доимий катталиклар;

C_n — поршеннинг ўртача тезлиги.

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30}, \quad (9.29)$$

бу ерда S — поршень йўли.

Аксарият ИЕД лар учун (9.28) муносабатнинг иккинчи тартибли ҳади ҳисобга олинмайди ва ушбу кўринишдаги муносабат берилади:

$$p_m = A + B \cdot C_n \quad (9.30)$$

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларнинг турли группалари учун A ва B нинг қийматлари 9.1-жадвалда келтирилган.

(9.2) ва (9.30) формулалардан кўриниб турибдики, ИЕД да ички исрофларни енгиб ўтишга сарфланадиган қувват валнинг айланиш частотасига қараб, бирдан катта бўлган даражага мутаносиб тарзда ортиб борар экан.

9.2.1. Ички исрофларни камайтириш йўллари

ИЕД да ички исрофлар у тўлиқ юкланиш билан ишлаганда цилиндрларда ҳосил қилинадиган индикатор қувватнинг 15—20% ини ташкил этади. Аксарият ИЕД ли транспорт машиналари қисман юкланиш билан ишлайди (шаҳар йўлларида ҳаракатланганда, қисқа йўлда ишлаганда, ёрдамчи ишларни бажаришда шундай бўлади). Мазкур машиналарда энергиянинг ушбу фойдасиз сарфлари 35—35% га етиши ва бундан ҳам ортиб кетиши мумкин, бу эса ёнилғи сарфини оширади ҳамда ИЕД кўр-

Турли ИЕД лар учун A ва B коэффициентларининг қиймати

Ички ёнув двигателларининг группаси	A	B
Ажратилмаган камерали дизеллар	0,105	0,012
Ажратилган камерали дизеллар	0,105	0,0138
Карбюраторли ички ёнув двигатели ($S/D > 1$ да)	0,05	0,0155
Карбюраторли ички ёнув двигатели ($S/D < 1$)	0,04	0,0135

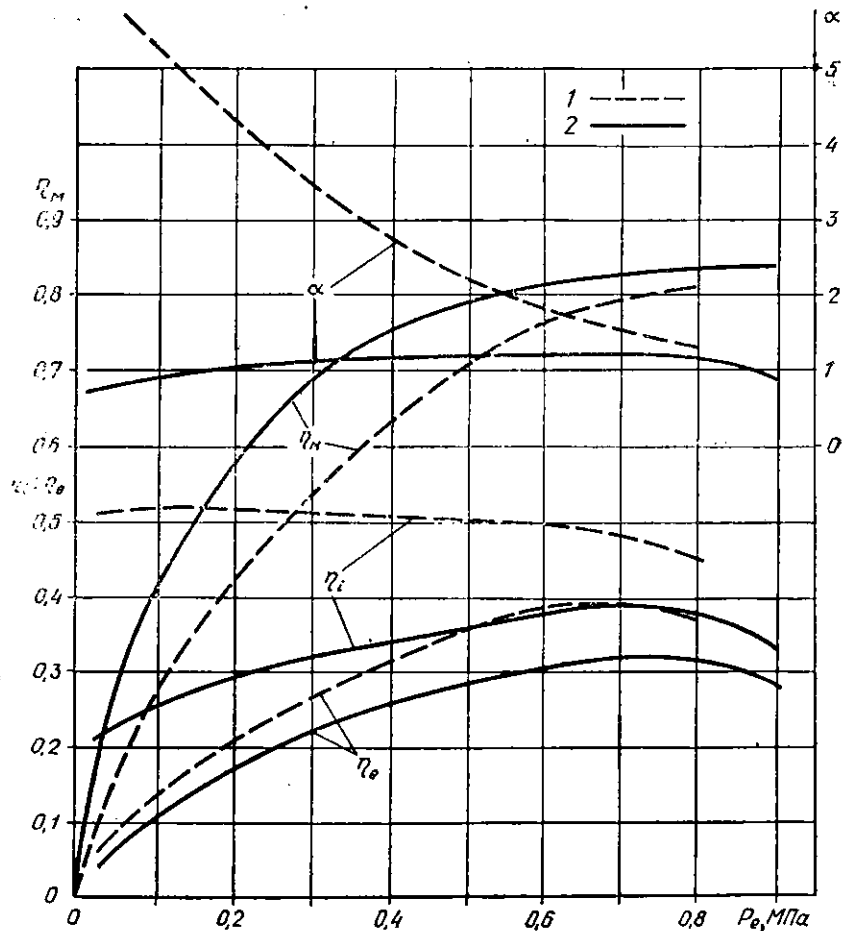
саткичларини ёмонлаштиради. Шу сабабли фойдасиз сарфлар мумкин қадар камайтирилиши зарур. Ички исрофлар турли йўллар билан камайтирилади.

ИЕД конструкциясини такомиллаштириш. (9.30) формуладан кўриниб турибдики, ички исрофлар босими поршеньнинг ўртача тезлигига боғлиқ экан. Уни берилган айланиш частотасида камайтириш учун поршень йўлини қисқартириш мумкин [(9.29) формулага қаранг]. Агар цилиндрининг иш ҳажмини сақлаб қолиш керак бўлса, у ҳолда унинг диаметри катталаштирилади. Шу йўсинда S/D нисбатининг камайтирилиши цилиндри янги заряд билан тўлдириш нуқтаи назаридан ҳам мақбулдир. чунки бу ҳол клапанлар ўлчамларини катталаштиришга ва газнинг ўтиш тезлигини пасайтиришга, яъни босимнинг йўқолишини камайтиришга имкон беради. S/D ни камайтириш валнинг айланиш частотасини оширган ҳолда ИЕД ни такомиллаштиришда кенг қўламда қўлланилаётир. Замонавий дизеллар учун $S/D=0,9-1,3$ га, учкундан ўт олдириладиган ИЕД лар учун эса $S/D=0,85-1,05$ га тенг.

Ишқаланишдаги исрофлар поршень ҳалқаларининг конструкциясини такомиллаштириш ҳамда ҳар бир комплектда уларнинг сонини қисқартириш йўли билан ҳам камайтирилади. Битта ҳалқа олиб ташланганда ички исрофлар босими 0,012—0,01 МПа га камаяди.

Газ алмашинувидаги исрофлар киритиш ва чиқариш системаларининг конструкциясини яхшилаш, клапанлар ўлчамини катталаштириш, икки клапанли конструкциялар ўрнига тўрт клапанлиларини қўллаш (битта цилиндрга) орқали камайтирилади. Бунда тўлдириш коэффициенти катталашишидан ташқари, газ алмашинувидаги исрофлар 8—15% камаяди.

Конструкцияни такомиллаштириш усули билан ички исрофлар босимини пасайтиришнинг бошқа имкониятларидан ҳам фойдаланилади. Чунончи, турбокомпрессор системасидаги исрофлар камайтирилади, ИЕД кичик юкланиш билан ишлаганида юритма компрессор узиб қўйилади, ишқаланувчи юзаларнинг энг мақбул ўлчамлари танланади, масалан, поршень юбкаси ва ҳалқаларнинг энг мақбул баландлиги, тирсакли вал



9.9- расм. ИЕД кўрсаткичларининг юкланиш бўйича ўзгариши:

1—дизель; 2—карбюраторли двигателъ

подшипникларининг энг мақбул узунлиги ва диаметри танланади ва ҳоказо.

Ишқаланувчи юзалар хоссаларини яхшилаш. Бу усул чора-тадбирлар мажмуидан иборат бўлиб, улар юзаларнинг ишланиш тозалигини оширишни, уларнинг макро-ва микрогеометриясини яхшилашни, ишқаланиш коэффициенти кичрайтириш мақсадида туташ деталлар учун мос материаллар танлашни, мойни яхши тутиб турадиган ғовақдор ёки махсус структурали сиртқи қатламни қўллашни, деталларнинг энг мақбул қаттиқлигини танлаш ва шу кабиларни ўз ичига олади.

ИЕД нинг энг мақбул иссиқлик ҳолатини танлаш. Совитиш системасининг қурилмалари ёрдамида ҳосил қилинадиган ИЕД нинг иссиқлик ҳолати унинг деталлари

ва уларнинг ишқаланувчи сиртларидаги мой қатлами ишлайдиган шароитнинг ҳароратини белгилайди. Ҳарорат паст бўлганда ИЕД да қўлланиладиган, нефтдан олинган мойларнинг қовушоқлиги ортади, натижада туташ деталлар бир-бирига нисбатан ҳаракатланганида ишқаланишга бўладиган исрофлар кўпаяди. Ҳарорат кўтарилиши билан мойнинг қовушоқлиги камаяди, бу эса ишқаланиш кучларининг камайишига олиб келади (9.9-расмга қаранг). Шу билан бирга мой қатламининг мойлаш хусусияти пасаяди ва мой юкланишлар таъсирида тирқишлардан осонгина сиқиб чиқарилади, натижада чегаравий (чала қуруқ) ишқаланиш юзага келиши мумкин.

Жуфтликка тушадиган босим юқори ёки деталларга тушадиган юкланиш зарбли бўлганда мой пардаси йиртилиб, қаттиқ юзалар бир-бирига бевосита уриниши мумкин. Ишқаланиш ортиши туфайли температуранинг кўтарилиши узелнинг ишлаш шароитини янада ёмонлаштиради, ҳатто юзалар механик тарзда ёки иссиқлик таъсирида шикастланиши мумкин. Тажрибаларнинг кўрсатишича, мойнинг ҳарорати 80—90°C бўлганда ишқаланишдаги исрофлар энг кам бўлади. ИЕДнинг совитиш системаси ана шунини ҳисобга олган ҳолда созланади. Мойлаш системасидаги мойнинг ҳарорати мой радиатори ёрдамида, ишқаланувчи узеллардаги маҳаллий ҳарорат эса мойнинг узатилиш тезлигини ростлаш орқали чеклаб турилади.

Мойлар сифатини ошириш. Мойнинг ишқаланувчи узелларда ишлаш лаёқатлигини ифодаловчи асосий кўрсаткичи унинг қовушоқлигидир. Қовушоқроқ мойларнинг қўйилган юкланишлар таъсирига дош бериши юқорироқ бўлади ва улар деталлар сиртида ишончли, пухта мой пардасини ҳосил қилади. Аммо бундай мойлар ишлатилганда суёқ мойлаш режиминда ишқаланишдаги исрофлар кўпаяди ва ИЕДнинг ҳамма элементлари ва узелларида мой етиб бориши учун юқори қувватли насослар талаб қилинади. ИЕД элементларига таъсир этувчи кучлардан ва унинг тезлик режимидан ҳамда қандай иқлим шароитида ишлатилишидан келиб чиқиб мой қовушоқлигининг керакли даражаси танланади ва ИЕД учун тавсия этилади.

Автотрактор ИЕДлари ўзгарувчан юкланиш ва айланиш частотасида ишлагани учун деталлар ва мойнинг иссиқлик режими доимо ўзгариб туради, шунга кўра мойнинг маҳаллий қовушоқлиги ҳам ўзгаради. Шу сабабли юкланиши ва айланиш частотаси кичик, атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда ИЕД да ишқаланишдаги исрофлар ортади. Одатда, ҳарорат пасайганда қовушоқроқ мойларнинг қовушоқлиги кучлироқ ўзгаради, шунинг учун улар двигателларнинг иссиқлик ҳолати паст бўлганда ёнилғининг керагидан ортиқ сарфланишига ва двигателларни ишга тушириш сифатлари ёмонлашувига сабаб бўлади.

Мойнинг температурага қараб ўз қовушоқлигини ўзгартириш хоссаси қовушоқлик индекси билан ифодаланади. У қанчалик катта бўлса, қовушоқликнинг температурага боғлиқ ҳол-

да ўзгариши шунча ётиқ бўлади. Шу сабабли анчагина ўзгариб турадиган режим ёки ҳароратда ишловчи ИЕД лар учун қовушоқлик индекси юқори бўлган мойлар қўлланилади. Қовушоқлик индекси мойга қўшилмалар (қуюқ мойлар) қўшиш йўли билан оширилади. Оддий мойлар ишлатилганда мойли ишқаланиш деталларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланиш теълиги кўтарилганда ортади. Шу боисдан ҳарорат ўзгармас бўлганда валнинг айланиш частотаси оширилганда ишқаланишдаги солиштира исрофлар кўпаяди. Кейинги вақтда қовушоқлик индекси юқори бўлган, юқоридаги камчилклардан ҳоли бўлган синтетик мойлар ишлаб чиқилди ва бу билан юқори айланиш частоталарида ички исрофларни камайтириш ва ишлатишда, ҳатто қуюқ мойларда ишлагандагига нисбатан ёнилғини 2,5—4% миқдорда тежаш имконияти туғилди.

Исрофларни камайтириш учун, мойларнинг қовушоқлигидан ташқари, қуйидагилар ҳам катта аҳамиятга эга.

Мойнинг серёғлиги, яъни чегаравий ишқаланиш шаронтида мойнинг узелнинг антифрикцион хусусиятга эга бўлишини таъминлаш лаёқатлиги. Мойнинг бу хусусияти унга махсус қўшилмалар, шу жумладан, ишқаланиш модификаторлари (молибден дисульфиди, графит), яъни қаттиқ мойлар қўшиш орқали яхшиланади. Уларни қўллаш ИЕД ларда қовушоқлиги пастроқ мойлардан фойдаланишга ва бу билан ишқаланишдаги исрофларни камайтириш эъзига ёнилғини тежашга имкон беради.

Мойлаш сифатининг вақт бўйича турғунлиги. Мойларнинг бу хусусияти иш жараёнида уларнинг оксидланиши оқибатида ёмонлашади. Мойнинг турғунлиги унга оксидланишга қарши, ифлосликларни ювувчи ва майда зарраларга парчаловчи қўшилмалар қўшиш билан оширилади. Кейинги иккита қўшилма деталлар сиртларининг узеллардаги ишқаланишни оширувчи ва улар ишининг иссиқлик режимини ўзгартирувчи сўхта, лок ва смолалардан тозаланишини таъминлайди.

Мойларнинг бошқа сифатлари 16- бобда кўриб чиқилади.

Ёрдамчи механизм ва қурилмалар сарфлайдиган энергияни камайтириш. Одатда, бу қурилмалар истеъмол қиладиган қувват унча катта эмас, аммо у камайтирилганда ИЕД нинг кичик юкланишларда ишлаган вақтдаги, яъни у ҳосил қиладиган қувват катта бўлмаган ва ички исрофлар анча кўп бўлган вақтдаги кўрсаткичлари анча яхшиланиши мумкин. Бу йўналишда энг кўп қўлланиладиган тадбирлардан бири айланиш частотаси ИЕД нинг иссиқлик ҳолатига қараб ростланадиган ёки совитиш суюқлигининг ҳарорати паст бўлганда ўчириб қўйиладиган вентиляторлардан (совитиш системасида) фойдаланишдир. Вентиляторни ишлатишга сарфланадиган энергия ИЕД ишлаётганда унинг ташқаридан шамоллатилишини яхшилаш, шунингдек радиаторнинг самарадор-

лигини ва вентиляторнинг ф.и.к.ни ошириш йўли билан камайтирилиши мумкин. Генератор қувватини, ёрдамчи компрессорнинг, совитиш системасидаги циркуляцион насоснинг ва бошқа қурилмаларнинг хусусиятларини ҳақиқий эҳтиёжларга мувофиқ танлаш ҳам исрофларнинг бу турини анчагина камайтиради.

ИЕД ларни техник жиҳатдан сақлаш. Ички исрофларни камайтиришда ва ишлатиш жараёнида ИЕД кўрсаткичлари тез ёмонлашувининг олдини олишда унга техник хизмат кўратиш ва сақлаш катта аҳамиятга эга. Машинани ишлатишнинг муайян хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда ҳаво филтрлари элементларини ўз вақтида алмаштириб туриш газ алмашинувидаги (киритиш жараёни) ва ишқаланишдаги қувват сарфининг камайтирилиши таъминлайди. Завод тавсия этган қовушоқликдаги ва марказдаги мойларни ишлатиш, уларни белгиланган муддатларда алмаштириб туриш, мой филтрлари элементларини янгиланишнинг кўзда тутилган муддатларига амал қилиш, завод ҳужжатларида кўрсатилган ИЕД нинг иш вақтидаги иссиқлик ҳолатини таъминлаш машинани техник жиҳатдан сақлашнинг зарур элементлари бўлиб, улар ишқаланишдаги исрофларни камайтиришга ёрдам беради.

Ишқаланишдаги қувват сарфини камайтириш ва кўзда тутилган хизмат муддатини, шунингдек ИЕД нинг энг мақбул кўрсаткичлар билан ишлашини таъминлаш учун фойдаланишнинг дастлабки даврида тавсия этилган двигателни чиниқтириш режимлари ҳамда муддатларига амал қилиш муҳим аҳамият касб этади.

9.3. САМАРАЛИ ВА БАҲОЛАШ КЎРСАТКИЧЛАРИ

9.3.1. Самарали кўрсаткичлар

ИЕД тирсакли валининг чиқиш учида ҳосил бўлувчи кўрсаткичлар *самарали кўрсаткичлар* деб аталади. Юқорида айтилганларга кўра самарали қувват (кВт)

$$N_e = N_i - N_m \quad (9.31)$$

ва ўртача самарали босим (МПа)

$$p_e = p_i - p_m \quad (9.32)$$

Бунда

$$N_e = (p_e \cdot V_h \cdot n \cdot i) / 30 \tau \quad (9.33)$$

V_h — литрда олинади.

Индикатор ишнинг самарали ишга айланишининг мукамаллигини баҳолаш учун *механик ф. и. к.* тушунчасидан фойдаланилади:

$$\eta_m = N_e / N_i = (N_i - N_m) / N_i = 1 - N_m / N_i = 1 - \frac{p_m}{p_i} = \frac{p_e}{p_i} \quad (9.34)$$

(9.13) ва (9.34) формулалар асосида

$$p_e = 10^{-3} \frac{H_u}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \rho_{\kappa} \eta_{\gamma} \eta_m \quad (9.35)$$

Газ ёнилғида ишловчи ИЁД лар учун (9.18) формулага кўра қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$p_{ег} = 2,694 \cdot 10^{-6} \frac{H_{уг} \eta_i \eta_V}{M_1} \cdot \frac{p_k}{T_k} \eta_m \quad (9.36)$$

($H_{уг}$ — Ж/м³ да, p_k — Па да ўлчанади).

(9.33), (9.35) ва (9.36) ифодалар турли омилларнинг ИЁД нинг самарали энергетик кўрсаткичларига таъсирини таҳлил қилишга имкон беради. Индикатор кўрсаткичлар билан бир қаторда, ИЁД да иссиқликдан фойдаланишнинг такомиллашганини кўрсатувчи қуйидаги самарали кўрсаткичлар қўлланилади:

Самарали ф. и. к. —

$$\eta_e = \frac{L_e}{Q_1} = \frac{3600 N_e}{G_e H_u} = \frac{3600 N_i \eta_m}{G_e H_u} \eta_i \eta_m \quad (9.37)$$

бу ерда L_e — ИЁД нинг маълум вақт ичидаги самарали иши;

Q_1 — шу вақт ичида ИЁД га ёнилғи билан бирга киритилган иссиқлик миқдори;

G_e — ёнилғи сарфи.

Самарали солиштирма ёнилғи сарфи —

$$g_e = 10^3 \frac{G_e}{N_e} = 10^3 \frac{G_e}{N_i \eta_m} = \frac{g_i}{\eta_m} \quad (9.38)$$

Газ ёнилғида ишлайдиган ИЁД лар учун:

$$\eta_e = \frac{3600 N_e}{V_i H_{уг}}; \quad (9.39)$$

$$g_{ег} = \frac{V_i H_{уг}}{N_e} = \frac{g_{ir}}{\eta_m} \quad (9.40)$$

(∂_{ir} ни (9.9) формуладан қаранг).

9.2-жадвалда ҳар хил ИЁД ларнинг самарали кўрсаткичлари келтирилган.

9.3.2. Баҳолаш кўрсаткичлари

Энергетик сифатларни, иссиқликдан фойдаланиш даражасини ва ёнилғи тежамкорлигини ифодаловчи индикатор ҳамда самарали кўрсаткичлардан ташқари, ИЁД ни танлашда ёки аналоглар билан, шунингдек, бошқа модификациядаги, типдаги ва турдаги куч қурилмалари билан таққослашда шартли солиштирма катталиклардан ҳам фойдаланилади. Улар двигателъ конструкциясининг мукамаллиги, қувватининг оширилганлик даражаси, массаси, ташқи ўлчамлари ва бошқа кўрсаткичлари тўғрисида тасаввур беради.

Кўпроқ фойдаланиладиган баҳолаш кўрсаткичларига литравий қувват киради. Бу кўрсаткич номинал режимда ИЁД са-

Ички ёнув двигателларининг кўрсаткичлари

Ички ёнув двигателларининг тури	ρ_i		ρ_e	η_i	η_k	η_e	g_e	
	МПа						г/кВт·соат	
Босим остида киритиш усули қўлланилмаган, тўрт тактли	0,75—1,05	0,6—0,8	0,4—0,5	0,7—0,82	0,30—0,42	170—210	210—280	
	0,85—2,2	0,7—2,0	0,4—0,5	0,75—0,88	0,3—0,44	170—215	200—280	
Босим остида киритиш усули қўлланилган, тўрт тактли	0,8—1,2	0,65—1,0	0,28—0,4	0,75—0,85	0,22—0,30	205—300	300—380	
Қарбюраторли тўрт тактли*	0,6—0,85	0,5—0,7	0,28—0,35	0,75—0,80	0,23—0,28	10800—** —12800	14400—** —17000	
Газ билан ишлайдиган тўрт тактли	0,55—0,85	0,4—0,2	0,4—0,5	0,68—0,75	0,18—0,38	170—215	220—305	
Икки тактли								

* — босим остида киритиш усули қўлланилмаган

** — солиштирма иссиқлик сарфи, кЖ/кВт·соат

марали қувватининг цилиндрларнинг жами иш ҳажмига нисбатидан иборатдир:

$$N_{\lambda} = \frac{N_{en}}{i \cdot V_h}, \quad (9.41)$$

бу ерда N_{en} — муайян техник шарт-шароитларга (атмосфера шароити, валнинг айланиш частотаси, ёрдамчи қурилмалар билан бутланганлик, мой ҳамда совитиш суюқлигининг ҳарорати, хизмат муддати, ёнилғи ва ҳоказо) амал қилинганда тайёрловчи завод томонидан кафолат бериладиган номинал қувват.

Литравий қувват қанча юқори бўлса, ИЁДнинг конструкцияси энергия бериш жиҳатидан шунчалик кучайтирилган ва материаллар сарфи жиҳатидан шунчалик тежамли бўлади. Турли двигателларнинг литравий қувватини таққослашда уларнинг вазифасини, машинанинг ишлаш хусусиятларини, хизмат муддатига нисбатан қўйиладиган талабларни, юқори сифатли, бинобарин, қимматроқ материаллар ишлатишнинг мақсадга мувофиқлигини, шунингдек цилиндрларининг ўлчамларини ҳисобга олиш зарур.

(9.41) ифодадаги N_{en} ўрнига (9.33) ифодани қўйиб ва p_e ни (9.35) формуладаги ифода билан алмаштириб ушбунни ҳосил қиламиз:

$$N_{\lambda} = 3,33 \cdot 10^{-4} (H_u/l_0) (\eta_i/\alpha) \rho_{k,x} \cdot \eta_v \eta_{\lambda} (n_n/\tau). \quad (9.42)$$

(9.42) формула ИЁДнинг литравий қувватини оширишнинг қуйидаги имкониятларини қараб чиқишга имкон беради:

H_u/l_0 нисбат ёнилғининг хоссаларини ифодалайди. Фойдаланилаётган ёнилғилар учун бу нисбат тахминан бир хил, шунинг учун ИЁДни ёнилғининг бир туридан бошқасига ўтказиш билан N_{λ} ни ошириш имкони йўқ;

η_i/α нисбат кўриб чиқиладиган ИЁД учун 9.4-расмдагидек ўзгаради. Аралашмаларнинг таркиби η_i/α нисбатнинг энг катта қийматига мос таркибларга яқин бўлганда двигатель номинал қувват билан ишлайди;

учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларда сиқиш даражасини ошириш ва ёниш жараёнини ташкил қилишни яхшилаш ҳисобига η_i ни катталаштириб N_{λ} ни ошириш мумкин (9.1-§ га қаранг). Дизелларда бу кўрсаткични ошириш учун аралашма ҳосил қилишнинг тегишли усули танланади ва иссиқлик жараёни синчиклаб ишлаб чиқилади;

цилиндрни янги заряд билан тўлдиришни яхшилаш эвазига N_{λ} ни бирмунча оширишга эришилади. Учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларда η_v ни киритиш системасини такомиллаштириш орқали ҳам, карбюрация усулидан ёнилғини пуркаш усулига ўтиш орқали ҳам ошириш мумкин. Аралашма ҳосил қилишнинг бу усули детонация бўйича жоиз сиқиш даражасини, бинобарин, η_i ни ҳам оширишга

имкон беради. Буларнинг ҳаммаси N_d ни карбюраторли вариантдагига қараганда 15% гача ошириш имконини беради;

ИЕД да босим остида киритиш усулини қўллаш N_d ни оширишнинг катта имкониятидир. Натижада цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш ортади. Буни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$P_{k.x} \cdot \eta_v.$$

Ҳозирги вақтда босим остида киритиш усули дизелларда тобора кенг қўлланилмоқда ва бензинда ишлайдиган ИЕД ларда қўлланила бошлади. Босим остида киритиш усулидан фойдаланилганда циклдаги газнинг ҳарорати ва босими кўтарилади, натижада иш жисмига тегиб турувчи ИЕД деталлари ва узеллари (поршень, зичловчи ҳалқалар, цилиндрлар устёпмаси, чиқариш клапани, цилиндрлар устёпмасининг қистирмаси) нинг иссиқликдан ва механик таъсирлардан зўриқиб ишлаши ортади. Босим остида киритишнинг жадаллиги компрессордан кейин босимнинг кўтарилиш даражаси ($\pi_k = p_k/p_c$) билан аниқланади.

Ҳаво босим билан жадал киритиладиган ИЕД нинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун, унинг конструкциясини босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларникига нисбатан анча ўзгартиришга, деталларининг ўлчамларини катталаштиришга, сифатлироқ материаллар ишлатишга тўғри келади. Цикл давомида ёндириладиган ёнилғи миқдорини кўпайтириш учун босим остида киритиш усулини қўллаш дизеллардаги иш жараёнини анчагина ўзгартиришни талаб қилади. Масалан, циклнинг ф.и.к. ни юқори даражада сақлаш учун камерага ёнилғи киритиш тезлигини ошириш, яъни пуркаш босимини кўтариш зарур. Камерадаги ҳаво заряди зичлигининг ва акс босимнинг ортиши ёнилғи оқимларининг тешиб ўтиш имконияти пасайишига олиб келади, бу эса, камерадаги ҳаводан фойдаланишни яхшилаш учун тўзиткич соплоларининг диаметрини катталаштиришга мажбур этади. Ҳавонинг камерада ҳаракатланиш энергияси ўзгаради, бу ҳол аралашма ҳосил бўлишининг тегишли параметрларини талаб этади. Ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланиш ва ёниш жараёнининг амалга ошиш шароитлари ўзгаради.

Босим билан ҳаво киритишнинг мақсадга мувофиқ жадаллиги кўпгина омиллар: ИЕД вазифаси, уларни ишлаб чиқариш шарт-шароитлари, талаб қилинадиган хизмат муддатига, дизель ва ёнилғи аппаратлари конструкциясидаги жоиз ўзгартиришларга (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларга нисбатан), асосий узелларнинг ишончли ишлашига ва бошқа омилларга қараб аниқланади. ИЕД ларда босим остида киритиш усулини қўллаш билан боғлиқ масалалар 13-бобда муфассалроқ кўриб чиқилади;

механик ф.и.к. ни ошириш орқали ҳам N_d ни катталаштиришга эришиш мумкин. Буни амалга ошириш имкониятлари 9.2-§ да кўриб чиқилган.

ИЁД да юкланиш бўйича бўладиган ички исрофлар жуда кам бўлгани учун, масалан, цилиндрни масса бўйича тўлдиришни яхшилаш йўли билан унинг номинал катталигини ошириш орқали η_m ни ҳам маълум даражада кўтариш мумкин (9.34) формулага қаранг. Босим остида киритиш усули қўлланилган кўпгина ИЁД ларнинг механик ф.и.к. босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларниқига қараганда каттароқ бўлади (ички исрофлар кўпроқ бўлиши а қарамасдан);

валнинг номинал айланиш частотаси n ни ошириш N_d ни катталаштиришнинг аъъанавий усули ҳам учқундан ўт олдириладиган, ҳам сиқишдан алангаланиб кетадиган ИЁД ларни ривожлантиришнинг тарихий аъъанасидир.

Айланиш частотаси оширилганда индикатор иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Шу билан бирга, ИЁД ни тезлик режими бўйича кучайтириш двигателнинг ростланишларини ва жараёнинг ташкил қилинишини ўзгартиришни талаб қилади ҳамда қатор салбий оқибатларга олиб келадики, улар иш кўрсаткичларини ёмонлаштиради. Масалан, n ортиши билан поршеннинг ўртача тезлиги зиёдалашуви натижасида ички исрофларнинг ўртача босими ортади, механик ф.и.к. камаяди, самарали солиштирма ёнилғи сарфи ёмонлашади ва деталларнинг ейилиши жадаллашади. Цилиндрни янги заряд билан тўлдириш муаммоси мураккаблашади, дизелларда ёнилғининг пуркалиш хусусиятлари бузилиши мумкин. Тезлик режими оширилганда ИЁД нинг шовқин чиқариб ишлаши кучаяди, буни камайитириш учун эса унинг конструкциясини жиддий равишда ўзгартириш ва иш жараёнини қайта қуриш талаб этилади.

Буни ҳисобга олган ҳолда кейинги вақтда дизеллардаги N_d ни энг аввало босим остида киритиш усулини қўллаш (айрим ҳолларда ҳатто айланиш частотасини бирмунча камайитириш эвазига) йўли билан ошириш афзал қўрилмоқда. Учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларда айланиш частотасини ошириш N_d ни катталаштиришнинг асосий усулларида бири бўлиб қолмоқда;

t ни камайитириш, яъни икки тактли циклга ўтиш N_d ни тўрт тактliga нисбатан 1,5—1,7 марта оширишга имкон беради. Бу усул куч агрегатининг массаси ва ўлчамларини кичрайтириш ҳал қилувчи талаблар бўлиб ҳисобланадиган шароитда қўлланилади.

Хизмат муддатининг ва ишончли ишлашининг камлиги, шовқин даражасининг юқорилиги, шунингдек ёнилғини бирмунча кам тежаб ишлатиши туфайли икки тактли дизеллар транспорт машиналарининг кўриб чиқиляётган хилларида камроқ қўлланилади. Бензинда ишловчи икки тактли ИЁД лар ёнилғини тежаб сарфлаши ва заҳарли моддаларни ташқарига чиқариш даражаси жиҳатидан тўрт тактли ИЁД лардан анча орқададир. Шу сабабли улардан иккинчи даражали мақсадлар учун кам қувватли куч установкалари (асосий дизелларни ишга тушириш двигателлари, кўчма қурилмалар, шу жумладан, мотоар-

ралар, мотопомпалар, компрессорли агрегатлар, электр генераторлари, асбоблар) сифатида фойдаланилади, холос.

Бензинда ишлайдиган ҳозирги двигателларнинг номинал режимдаги айланиш частотаси юқорилиги, босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлар билан таққослаганда эса, p_e нинг қиймати каттароқлиги туфайли уларнинг литравий қуввати ортиқроқдир. Турли ИЕД лар учун N_d нинг қийматлари 9.3-жадвалда келтирилган.

ИЕД ни тайёрлашга қанча материал сарфланишини аниқлаш учун одатда солиштирма масса g_N тушунчасидан фойдаланилади. У стандарт ИЕД қуруқ массасининг унинг номинал қувватига нисбатидан иборат (9.3-жадвалга қаранг). Бир хил ишга мўлжалланган ва цилиндрларининг ўлчамларига кўра бир-бирига яқин бўлган двигателларни ана шу кўрсаткич бўйича таққослаш энг тўғридир, чунки литравий қувват каби солиштирма масса ҳам кўп даражада турли хил ҳолисона мулоҳазалар ва омилларга қараб аниқланади.

9.3-жадвал

Турли ИЕД ларнинг литравий қуввати ва
солиштирма оғирлиги

Ички ёнув двигателининг тури	N_d , кВт/л	g_N , кг/кВт
Бензин билан ишлайдиган автотрактор двигатели	15—25	2,5—5
Автомобиль дизеллари:		
наддувсиз	10—16,5	4—8
наддувли	15—20,5	3,5—7
Трактор дизеллари:		
наддувсиз	6—14	5—13
наддувли	8,5—19	4,5—11,5

ИЕД лар, самарадорлик ва сифат кўрсаткичларидан ташқари, капитал тузатиш (ремонт) га қадар ишлаш даври (моторесурс) ёки автомобиль босиб ўтган йўл (км), атмосферага чиқариб ташланаётган моддаларнинг заҳарлилик даражаси, шовқин чиқариш жадаллиги ва бошқа кўрсаткичлари билан фарқ қилади.

9.3.3. ИЕД ни ишлатиш омилларининг самарали кўрсаткичларга таъсири

Юк л а н и ш. ИЕД ларнинг юкланиш бўйича самарали кўрсаткичларининг ўзгариши (айланиш частотаси ўзгармас бўлганда) 9.10-расмда келтирилган. ИЕД юкланиши ортиши билан механик ф.и.к. то чекли қийматга қадар узлуксиз каттала-

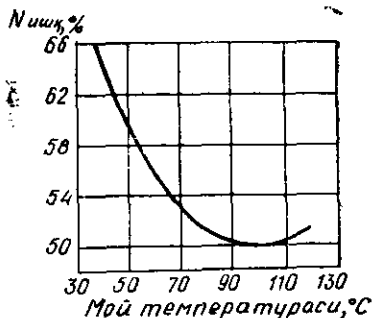
шиб боради. Унинг қийматини бошланғич (9.34) формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\eta_m = p_e/p_i = p_e/(p_e + p_m) = 1/(1 + p_m/p_e). \quad (9.43)$$

Дизелларда юкланиш ортиши билан ички исрофларнинг ўртача босими кўтарилади, учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда эса деярли ўзгармайди. Ўртача фойдали босим кўтарилиши натижасида механик ф.и.к. 9.10-расмда келтирилган эгри чизиқ бўйича катталашади. Самарали ф.и.к. эса (9.37) муносабат бўйича ўзгаради, бу эса дизель ва бензинда ишлайдиган ИЕД лар учун индикатор ф.и.к. ни ҳисобга олган ҳолда унинг юкланиш бўйича ўзгариш қонуниятини белгилайди. Иккала ҳолда ҳам самарали ф.и.к. нисбий юкланиш энг катта юкланишнинг 80—85% қисмини ташкил этганда максимум орқали ўтади. Юкланиш янада оширилганда самарали ф.и.к. камаяди — дизелларда α нинг кичиклашуви ва аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашуви туфайли, бензинда ишлайдиган ИЕД ларда эса — α нинг кичиклашуви ҳамда ёнилғининг (қувватли таркибдаги аралашманинг) чала оксидланиши натижасида иссиқлик исрофининг ортиши оқибатида.

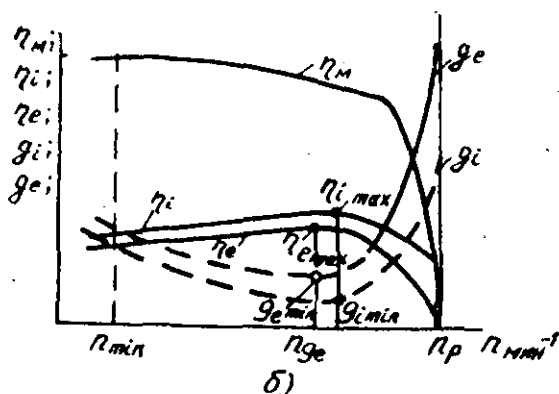
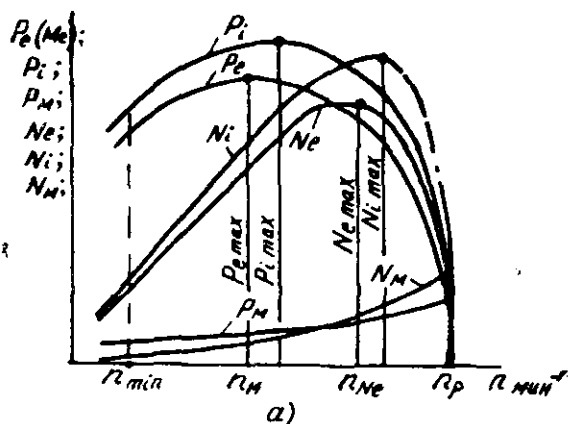
Юкланиш энг юқори қийматидан камайганда солиштирма ёнилғи сарфини ифодаловчи эгри чизиқлар иккала двигателда ҳам (9.38) муносабатга кўра ўзгаради. Аммо учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда юкланиш камайганда солиштирма ёнилғи сарфининг ёмонлашуви тезроқ кечади, бунга ёнилғи-ҳаво аралашмасининг қуюқлашуви, унинг алангаланувчанлиги ва ёниши ёмонлашуви, шунингдек унинг дросселланиш чоғида қолдиқ газлар билан суюлиши оқибатида индикатор ф.и.к. нинг камайиши сабаб бўлади. Дизелларда юкланиш камайиши билан эса, аксинча, α нинг катталашуви ва ёниш вақтининг қисқариши туфайли индикатор ф.и.к. нинг катталашуви натижасида солиштирма ёнилғи сарфининг кўпайиши содир бўлмайди. Индикатор ф.и.к. нинг юқорироқ даражаси ва жараённинг айтиб ўтилган хусусиятлари юкланиш камайганда дизелли транспорт машиналарининг иш вақтида бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕД ларга нисбатан ёнилғини 15—40% тежаб сарфлашини таъминлайди.

Тезлик режими. Валнинг айланиш частотаси ортиши билан ички исрофлар ўртача босими кўтарилади [(9.30) формулага қаранг] ва ИЕД йўқотадиган N_m қувват жадал катталашади (9.11-расм, a га қаранг). $p_e = p_i - p_m$ муносабатга мувофиқ ҳамда ИЕД



9.10- расм. Ишқаланишдаги исрофларга мой температура-сининг таъсири:

1 — дизель; 2 — карбюраторли двигатель.



9.11-расм. ИЕД энергетик (а) ва иқтисодий кўрсаткичлари (б) нинг айланишлар частотаси бўйича ўзгариши

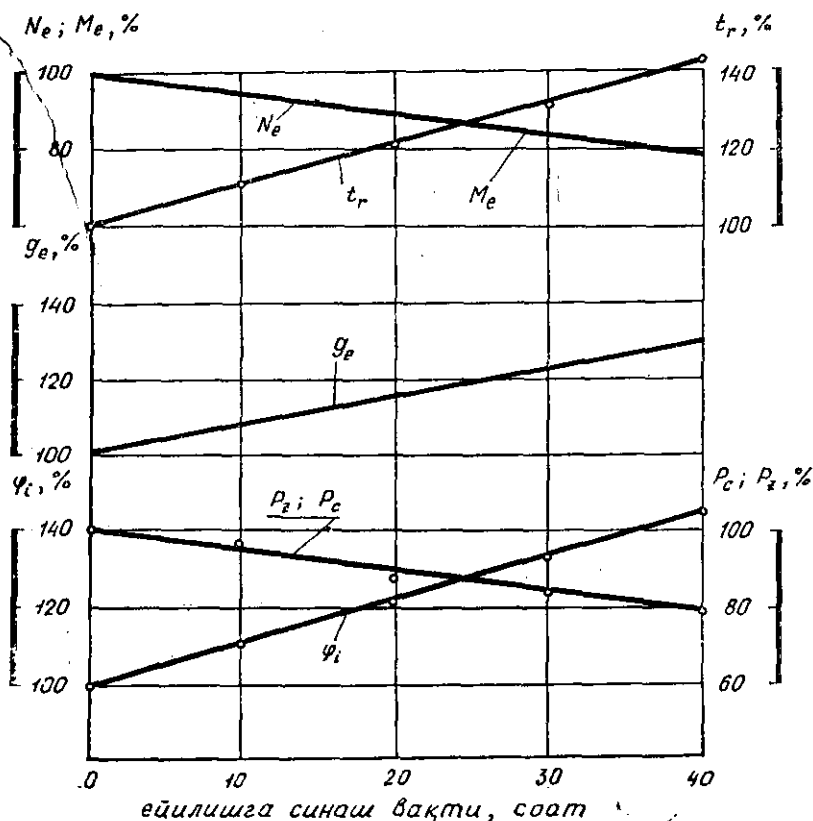
га хос бўлган ўртача индикатор босимининг тезлик режими бўйича ўзгариш қонуниятига асосан (9.6-расм) p_e катталиқ (ва унга муносиб равишда самарали буровчи момент M_e ҳам) максимум орқали ўтади ва частота янада оширилганда пасая бошлайди. $p_{e\max}$ ($M_{e\max}$) нуқта $p_{i\max}$ нуқтага қараганда кичикроқ айланиш частотасида юзага келади. Индикатор қуввати ички исрофлар қувватига тенглашадиган (ёки $p_i = p_m$) тезлик режимида ИЕД салт ишлашга ўтади (9.11-расм, а даги валнинг разнос айланиш частотаси n_p). Равшанки, ИЕД нинг юкланиши (яъни p_i катталиқ) қанча катта ва эгри чизиқ $p_i = f(n)$ қанча ётиқ бўлса, турлича режимга шунча катта айланиш частотасида эришилади. Катта юкланишларда турлича частота ИЕД учун мўлжалланган номинал частота (n_{Ne}) дан анча катта бўлиши мумкин. Бунинг оқибатида ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари ошиб кетиши натижасида бундай частота двигатель узелларининг ишлашга лаёқатлиги учун хавфли бўлиб ёки ёнилғининг тежа-

лиши нуқтаи назаридан номақбул бўлиб қолади. Шу сабабли частоталарнинг разносга кетишига йўл қўйилмайди (мумкин бўлган энг катта частота бирор усул билан чеклаб қўйилади). Разнос частотада ИЁД нинг механик ф.и.к. нолга тенг бўлади.

η_e ва g_e самарали кўрсаткичларнинг ўзгариш қонунияти $\eta_m = f(n)$ эгри чизигининг шакли (9.11-расм, б га қаранг) ҳамда тежамкорликка (η_{igi}) доир индикатор характеристикаларнинг тезлик режими га боғлиқлиги билан белгиланади. Энг кичик айланиш частотасидан бошлаб индикатор ф.и.к. нинг катталаниши туфайли улар тобора яхшиланиб боради ва ИЁД нинг энг яхши тежамкорлигига мос келувчи экстремал нуқтадан (n_{ge}) ўтгач, ички исрофлар кўпайиши оқибатида ёмонлаша бошлайди. n_{ge} нуқта ИЁД нинг энг кўп учрайдиган иш режимига мос келган ҳолларда транспорт машинаси ёнидғини энг юқори даражада тежаб ишлайди.

ИЁД нинг техник ҳолати. ИЁД ни ишлатиш давомида деталлари ейилиши ва парчинланиши, узел ҳамда механизмларининг ростланиши бузилиши, сўхта босиши ва деворларида тош (накипь) ҳосил бўлиши, шунингдек туташ деталлар сиртининг геометрияси ва структураси ёмонлашуви оқибатида двигателнинг техник ҳолати ўзгаради (ёмонлашади). Цилиндр-поршень группасининг зичловчи элементлари ейилиши натижасида сиқиш ва ёниш жараёнида заряднинг сизиб чиқиши кўпаяди, бу эса цикл ишининг камайишига ҳамда иссиқликдан фойдаланишнинг ёмонлашувига олиб келади. Газ тақсимлаш механизми кулачоклари ва бошқа элементларининг ейилиши туфайли цилиндрларнинг тўлиши ҳамда тозаланиши ёмонлашади. Дизеллардаги ёнилғи аппаратларининг прецизион деталлари ейилганда циклик ёнилғи миқдори камаяди, унинг циклдан-циклга ва цилиндрларга нотекис узатилиши ортади, пуркалиш ҳамда тўзитиш хусусиятлари ёмонлашади. Бензинда ишлайдиган ИЁД ларда ўт олдириш системаси элементларининг ейилиши ва ростланишининг бузилиши аралашма алангаланишининг ёмонлашувига ва ёнишнинг нотекислиги циклдан-циклга ортиб боришига сабаб бўлади. Қарбюратор деталларининг ва ёнилғи бериши бошқарим элементларининг ейилиши аралашма таркибининг ўзгаришига ва унинг ишлашнинг турли режимларида ИЁД нинг талабларига мос келмаслигига олиб келади. Туташ сиртлар сифатининг ёмонлашуви ва иш жараёнида уларнинг геометрик шакли ўзгариши мойланиш шароитининг бузилишини ҳамда узел ва механизмларда ишқаланиш ортишини келтириб чиқаради. Буларнинг ҳаммаси биргаликда ИЁД индикатор қувватининг камайишига, ички исрофларнинг кўпайишига ва ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашишига сабаб бўлади.

ИЁД га техник хизмат кўрсатиш ва улардан фойдаланиш тўғри ташкил қилинганда ҳамда машиналарнинг ишлаш шароити ўртача бўлганда ишлатиш жараёнида самарали қувватнинг камайиши 6—8% дан, солиштирма ёнилғи сарфининг ўсиши эса 8—10% дан ошмайди. Баъзи хўжаликларда, айниқса,



9.12-расм. Трактор дизелни кўрсаткичларининг ейилишга синаш давомида ёмонлашуви

машинанинг иш шаронти (йўл қурилиши, ер ҳайдаш, ўрмон мелiorацияси ишларида) оғир бўлган хўжаликларда ИЕДнинг қуввати дастлабки қийматидан 12—15% камайиши, солиштирма ёнилғи сарфи эса 20% ва бундан ҳам кўп ортиши мумкин.

9.12-расмда трактор дизелларини ейилишга синаш натижалари келтирилган. Синовлар Ўрта Осиё регионининг ёз фасли учун хос бўлган шаронтда, яъни иссиқ ва серчанг шаронтда ўтказилган. Кўриниб турибдики, самарали қувват ва солиштирма ёнилғи сарфи синовларнинг давомийлигига мутаносиб тарзда ўзгарган. Бунда қувватнинг камайиши ва солиштирма ёнилғи сарфининг ортиши мос равишда 22 ва 29% ни ташкил этган. Кўрсаткичлар ёмонлашувининг асосий сабаби цилиндр-поршень группасининг ейилиши бўлиб, натижада сиқиб жараёни охирида босим пасайган. Бунинг оқибатида алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетиши ёниш жараёнининг кечикиш томонга силжиб, шунга мос равишда цикл ишининг

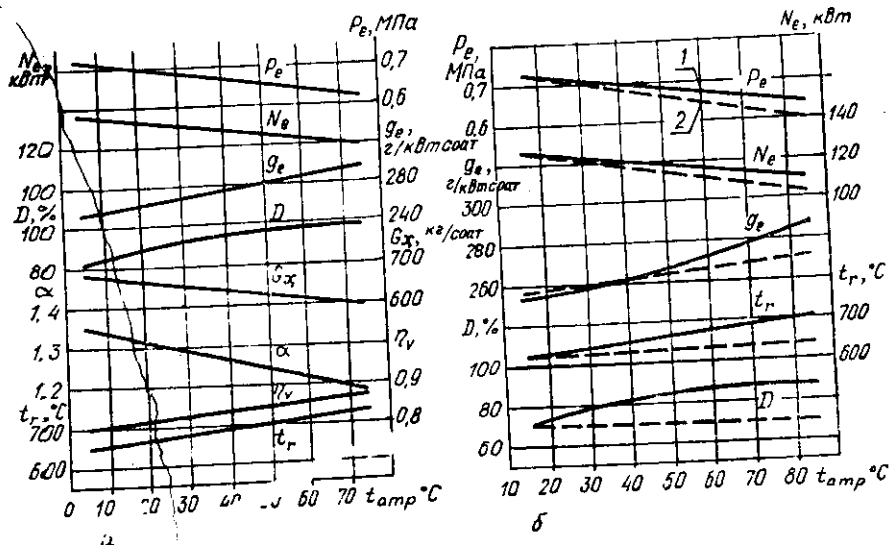
камайиши ва иссиқликдан ёмон фойдаланилишига олиб келган. Системага чанг кириши оқибатида ёнилғи аппаратлари прецизион деталларининг ейилиши ёнилғи сизишининг кўпайиши натижасида самарали қувватнинг 6% камайишига, шунингдек пуркалиш босимининг пасайиши ҳамда тўзитиш хусусиятларининг ёмонлашуви туфайли солиштира ёнилғи сарфининг кўпайишига сабаб бўлган. Дизель кўрсаткичларининг ёмонлашуви паст айланиш частоталарида кучлироқ намоён бўлади, чунки зичловчи ҳалқалар орқали заряднинг сизиши ортади.

Атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати. Атроф-муҳит ҳароратининг ИЕД иш кўрсаткичларига таъсири янги заряднинг физик хоссалари (зичлиги, қовушоқлиги, иссиқлик сифими) ва ёнилғининг физик хоссалари (зичлиги, қовушоқлиги, сирт таранглиги, буғланувчанлиги, сиқилувчанлиги) ўзгаришида, шунингдек ёниш авж оладиган шароитнинг ўзгаришида намоён бўлади. Атроф-муҳитнинг ҳарорати кўтарилиши билан янги заряднинг зичлиги камаяди ва тўлдириш коэффициенти катталашади (4.25) формулага қаранг. Цилиндрларнинг янги заряд билан тўлиш хусусиятларига тескари таъсир кўрсатувчи икки омилдан биринчиси устун келади, натижада цилиндрга киритиладиган ҳавонинг массаси камаяди. Цикллик ёнилғи миқдори ҳам камаяди. Бу камайиш дизеллар ва бензинда ишловчи ИЕД ларда турлича бўлади. Ёнишдан олдин келадиغان даврда камерадаги ҳарорат кўтарилади. Буларнинг ҳаммаси қувватнинг ва ёнилғи тежамкорлигининг камайишига олиб келади, аммо бу камайиш дизелларда ва учқундан ўт олдирилладиган ИЕД ларда ўзига хос хусусиятларга эга.

Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилганда дизелларда ёнилғининг зичлиги ва қовушоқлиги камаяди. Шу сабабли ёнилғи насоси рейкасининг (акселератор педалининг) ўзгармас ҳолатида цикллик ёнилғи бериш миқдори ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида тахминан 1,5% камаяди, оқибатда цикл иши ва ИЕДнинг самарали қуввати камаяди.

Цилиндрларни ҳаво билан масса бўйича тўлдириш даражаси абсолют температуралар нисбатининг тахминан 0,75-даражасига тескари мутаносиб тарзда ўзгаради. Цилиндрдаги ҳаво массасининг камайиши ёнилғи миқдорининг камайишига қараганда тезроқ содир бўлади, шу сабабли атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши билан ҳавонинг ортиқлик коэффициенти кичиклашади ва мос равишда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади.

Цикллик ёнилғи миқдори ва цилиндрни ҳаво билан масса бўйича тўлдириш даражаси ўзгариши биргаликда таъсир кўрсатиши натижасида, ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида ИЕДнинг қуввати 2—2,2% камаяди, бунинг оқибатида ички исрофларнинг амалда ўзгаришсиз қолишига қарамай, механик ф. и.к. бирмунча кичиклашади. Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилганда



9.13-расм. ЯМЗ-236 двигателининг кўрсаткичларига ташқи муҳит ҳарорати кўтарилишининг таъсири:

а — $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ (тўла юкланиш); б — $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ (1 — $\alpha = \text{var}$; 2 — $\alpha = \text{const}$)

ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашиш жадаллиги тўлиқ юкланиш билан ишлагандаги ўртача индикатор босими даражасига ҳамда аралашма ҳосил қилиш усулига боғлиқ. Одатда, тўлиқ юкланиш билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлиги қанча кўп бўлса, ҳарорат кўтарилганда солиштирма ёнилғи сарфи шунча ётиқ ортиб боради. 9.13-расм, а да кўриб чиқилаётган омилнинг айланиш частотаси номинал ва насос рейкасининг вазияти ўзгармас бўлганда (бу вазият ёнилғининг тўлиқ берилишига мос келади) ЯМЗ-236 дизелининг кўрсаткичларига таъсири тасвирланган. Атроф-муҳит ҳароратининг ҳар бир қийматида цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорини (ўртача самарали босимнинг руҳсат этилган туташ даражасида) сақлаган ҳолда ишлаш, бу эса ИЕД ҳаво ортиқлик коэффициентининг ўзгармас қийматида ишлашига мос келади. Бу ҳолда ёнилғи тежамкорлигининг камайиши нисбатан кам бўлади (9.13-расм, б), ammo ИЕД қувватининг пасайиши ташқи муҳит температурасининг ҳар 10° ортишида 3—3,2% ни ташкил қилади.

Юритмали компрессор орқали босим билан ҳаво киритиладиган дизеллар учун кўрсаткичларнинг атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕДлардагидек қонуният бўйича кечади. Турбонаддув қўлланилганда дизеллар кўрсаткичларининг ўзгариши кўп жиҳатдан босим остида киритиш системасининг созланиши ва ўзига хос хусусиятларига боғлиқ. Масалан, ЯМЗ-238 НБ дизеллари синаб кўрилганда ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида

қувватнинг камайиши ўртача 2,8% ни ташкил этди. ЯМЗ-240Н дизелида қувватнинг ва солиштира ёнилғи сарфининг ўзгариш жадаллиги босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагидек бўлиб чиқди (9.13-расм, а га қаранг).

Бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕД ларда цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш абсолюг температуралар нисбатининг 0,38—0,54 даражасига тескари мутаносиб тарзда, яъни дизеллардагига нисбатан камроқ ўзгаради. Бунга сабаб шуки, ҳаво заряди иссиқлигининг бир қисми ёнувчи аралашмадаги ёнилғининг суюқ зарраларини буғлантиришга сарфланади. Бундай зарраларнинг миқдори ИЕД нинг иш режимида қараб ўзгаради. Даража кўрсаткичининг кичик қиймати ҳарорати турли шароитда ишлаганда ҳам барқарор сақланадиган совитиш суюқлиги воситасида аралашма иситиладиган ИЕД ларга тааллуқлидир. Аралашма ишлатилган газлар воситасида иситилганда унинг иситиш жадаллиги атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши билан ортади, чунки бунда ишлатилган газларнинг ҳарорати ҳам кўтарилади. Дроссель-заслонка охиригача очилганда карбюраторли ИЕД лар аралашманинг қувватли таркибига мослаб ростланади. Шу сабабли ҳавонинг масса бўйича сарфи камайиши туфайли ҳарорат ҳар 10° кўтарилганда ИЕД нинг қуввати тахминан 1,8% камаяди.

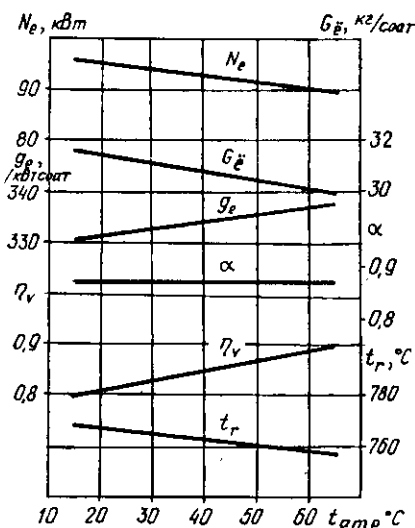
Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши билан бензиннинг зичлиги ва қовушоқлиги камаяди, натижада карбюратор жиклёрлари орқали бензиннинг масса бўйича сарфи ортади. ИЕД да ёнилғи бериш шарт-шароитига карбюратор конструкцияси катта таъсир кўрсатади. Шунинг учун, айтиб ўтилган бензиннинг жиклёрлар орқали сарфланиш қонуниятига қарамасдан, атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши натижасида турли карбюраторларда ёнилғи сарфи камайиши ҳам, кўпайиши ҳам мумкин. Агар ҳарорат кўтарилиши натижасида α кичиклашса (дроссель-заслонка тўлиқ очилганда), у ҳолда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади ва ишлатилган газлар билан бирга чала ёниш маҳсуллариининг чиқиб кетиши ортади. α нинг ўзгармаслиги ИЕД нинг механик ф.и.к. кичиклашуви эвазига солиштира ёнилғи сарфи бирмунча ортишига олиб келади. Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти катталашганда ёнилғи тежамкорлиги яхшиланиши мумкин, ammo бунда қувват ростланишининг бузилиши туфайли самарали қувват кўрсатилганидан кўпроқ камаяди. Оралиқ юкланишларда (дроссель-заслонканинг оралиқ ҳолатларида) натижалар бошқачароқ бўлади. 9.14-расмда мисол тариқасида дроссель-заслонка тўлиқ очик ва $n=2400$ мин⁻¹ бўлганда ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларининг атроф-муҳит ҳароратига қараб ўзгариши келтирилган.

ИЕД самарали кўрсаткичларининг атроф-муҳит ҳароратига кўп даражада боғлиқлиги ҳатто ташқи ҳарорат мўътадил бўлганда ҳам қувватнинг сезиларли камайиши ёки ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувини яхшироқ тушунишга имкон беради.

МАЗ-500 ва МАЗ-504 автомо- билларининг давлат синовлари натижаларига кўра атроф- му- ҳит ҳарорати билан капот остидаги ҳаво ҳарорати ўртасидаги фарқ 45°C га етган. ЗИЛ-130 двигателининг айрим иш режимларида бу тафовут $45\text{—}60^{\circ}\text{C}$ га етган. Бунда ҳаво филь- три яқинидаги ҳарорат атроф- муҳит ҳароратидан $30\text{—}40^{\circ}\text{C}$ юқори бўлган. Капот остидаги бундай шароитда, ҳатто ҳаво ҳарорати меъёрида бўлганда ҳам, двигатель $7\text{—}9\%$ қуввати- ни йўқотади, бунинг натижа- сида эса автомобилнинг дина- микаси ва ёнилғи тежамкорли- ги ёмонлашади. Айни пайтда ишлатилган газларнинг туташ ва заҳарлилик даражаси орта- ди. Капот остидан ҳаво олин- шининг салбий оқибатлари махсус мосламалар ёки тир- қишлар ўрнатиш йўли билан камайтирилади, ташқаридан олин- ган ҳаво улар орқали ҳаво фильтрига келтирилади. ИЕД га ке- лувчи ҳавони ташқаридан олиш энг мақбул усулдир.

Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилишининг ИЕД кўрсаткичлари- га салбий таъсири кучайиши сингари ҳодиса Ўрта Осиё региони шароитига хосдир. Бу ҳодиса бевосита қуёш радиацияси нати- жасида ёнилғи системаси қисмлари (баклар, фильтрлар, насос ва ҳоказо) нинг қизишидан иборат. Ўрта Осиёда тракторлар да- ла ва йўлларда ишлаганда ёнилғининг ҳарорати фильтрларда $73\text{—}78^{\circ}\text{C}$ га, ёнилғи насоси каллагига эса $85\text{—}90^{\circ}\text{C}$ га етади. Бу ҳолда фақат ёнилғи зичлиги камайиши ҳисобига дизелнинг қув- вати мўътадил иқлим учун хос бўлган қийматлардан $3,5\text{—}4\%$ камаяди.

Баланд тоғ шароити. ИЕД лар тоғ шароитида ишла- ганда самарали кўрсаткичларининг денгиз сатҳига яқин бўлган текислик шароитидагига нисбатан ўзгариши асосан атмосфера босимидаги фарқ билан боғлиқдир, чунки бу фарқ цилиндрлар- ни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришни камайтиради. Ҳаво ҳароратининг эркин атмосфера учун хос баландлик билан пасайиши (4.8- расмга қараи), газ ҳолатининг термодинамик тенгламасидан келиб чиққан ҳолда, ҳаво зичлиги камайиши- нинг ўрнини бирмунча қоплайди. Аммо ИЕД очикда ишлаган- да атроф-муҳит ҳароратининг даражаси кўп жиҳатдан табиат- иқлим ва мавсум хусусиятлари билан боғлиқ бўлади.



9.14- расм. ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларига ташқи муҳит ҳарорати кўтарилишининг таъсири

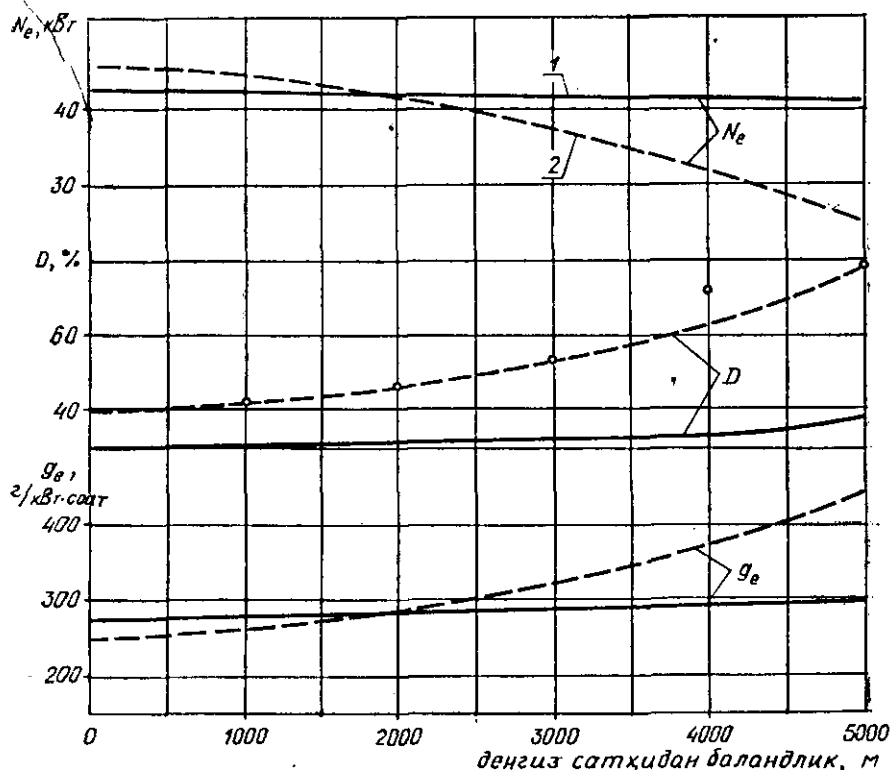
Бинобарин, агар атроф-муҳит ҳароратининг таъсирини ҳисобга олмайдиган бўлсак, газ ҳолатининг тенгламасига кўра атмосфера ҳавосининг зичлиги баландлик ортиши билан пасаювчи атроф-муҳит босимига мутаносибдир. ИЕД нинг тўлдириш коэффициенти амалда атмосфера босимига боғлиқ бўлгани учун цилиндрни масса бўйича тўлдириш баландликнинг денгиз сатҳидан ортиши билан жадал равишда камайди.

Тоғ шаронтида ишлаётган дизелда ёнилғи насоси рейкаси тирагининг вазияти денгиз сатҳидаги баландликда ишлаётгандагидек бўлади (яъни ёнилғи аппаратларининг текисликка мослаб ростланиши сақланиб қолади). Бунда цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш камайди, бу ҳол циклик ёнилғи бериш тўлиқ ва юкланиш катта бўлганда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти кичиклашувига олиб келади. Натижада циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади, чунки термодинамик кўрсаткичлар (иш жисмининг аднабат кўрсаткичи) камайди ва аралашма ҳосил бўлиш шаронти ёмонлашади. Аралашма ҳосил бўлиш шаронтининг ёмонлашуви аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган усулига, ёниш камерасининг шакли ва турига, иш жараёнининг мукамаллигига ҳамда тўлиқ юкланишда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти қийматига боғлиқ. Шу сабабли турли дизеллар учун ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашиш жадаллиги ҳар хилдир.

Сиқиш охирида газ босимининг пасайиши натижасида алагаланишнинг кечикиш даври узайиши туфайли ҳам иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичлари ёмонлашади. Агар ёнилғининг пуркала бошлаш пайти денгиз сатҳидагидек қолса (ёнилғи аппаратларининг ростланиши ўзгармаса), у ҳолда ёниш жараёни кечроқ авж олади ва кенгайиш жараёнида ЮЧН дан анча ўтиб тугайди, шунга мос равишда индикатор ф.и.к. кичиклашади. Ҳавонинг ортиқлиги камайиши оқибатида ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши ҳам шунга олиб келади.

Денгиз сатҳидан баландлик ортганда бензинда ишлайдиган ИЕД ларда цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг камайиши ҳар бир цикл давомида цилиндрга киритиладиган ёнилғи-ҳаво аралашмаси миқдорининг камайиши оқибатида қувватнинг пасайишига олиб келади. Заряд зичлигининг камайиши унинг электр учқундан алапга олишини ёмонлаштиради, бу ёмонлашув ёнишнинг циклларабо барқарормаслиги ортишида ва кичик юкланишларда чақнашлар бўлмаслигида намоён бўлади. Бу ҳол ИЕД қувватини қўшимча равишда камайтиради ва ёнилғи тежамкорлигини ёмонлаштиради. Бундан ташқари, денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан жиклёрлардан ёнилғи оқиб чиқиш шаронти ёмонлашади ва карбюраторнинг ростланиши бузилади, натижада одатда ёнилғи-ҳаво аралашмаси қуюқлашади.

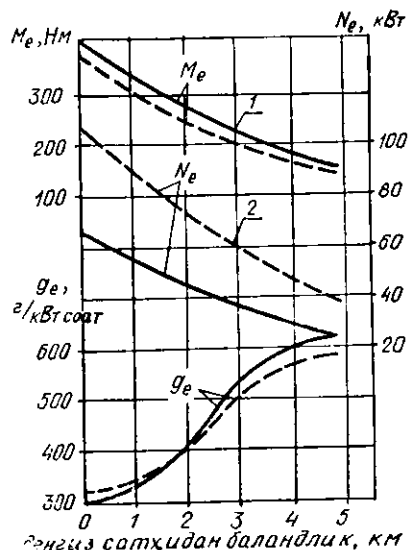
Денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан ИЕД ларнинг иккала тури учун ҳам ички исрофлар қуввати ўзгаришсиз қо-



9.15- расм. Баландлик ортиши билан дизель кўрсаткичларининг ўзгариши:
1 — босим остида киритиш усули қўлланилган; 2 — босим остида киритиш усули қўлланилмаган

лади, шу сабабли атмосфера босимининг пасайиши туфайли индикатор қувватининг камайиши натижасида механик ф.и.к. кичиклашади ва ёнилғи тежамкорлиги янада ёмонлашади. Денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан дизель самарали кўрсаткичларининг ўзгаришини ифодаловчи эгри чизиқлар 9.15-расмда келтирилган.

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелларни синаш натижалари шуни кўрсатдики, денгиз сатҳидан баландлик ҳар 100 м ошганда самарали қувват 0,8—1,2% камай ва ёнилғи тежамкорлиги 0,5—1,5% ёмонлашар экан. Агар дизель ишлаётганда жойнинг баландлиги ортганда ёнилғининг чекли узатилиши цилиндри янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг камайишига мутаносиб тарзда камайтирилса (ёнилғи аппаратларининг ростланишини ўзгартириш орқали), у ҳолда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти ўзгаришсиз қолади ва механик ф.и.к. кичиклашиши ҳисобигагина дизелнинг ёнилғи тежамкорлиги бироз ёмонлашади (ёнилғи беришни илгарилатиш момен-



9.16- расм. Тоғ шаронтида ЗИЛ-130 двигатели самарали кўрсаткичларининг ўзгариши:

1 — $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$; 2 — $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$

ти тегишлича ўзгартирилганда). Бунда қувватнинг камайиши циклик ёнилғи миқдори ўзгартирилмаган ҳолдагидан анча зиёд бўлади.

Тоғ шаронтида ишлаганда учқундан ўт олдириладиган ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларининг ўзгариши 9.16-расмда тасвирланган. Денгиз сатҳидан баландлик ҳар 100 м кўтарилганда бензинда ишлайдиган ИЕДнинг қуввати 1,2—1,5% камайди ва солиштира ёнилғи сарфи 0,7—1,0% ортади.

Денгиз сатҳидан баландлик ўзгарганда ИЕДнинг иш кўрсаткичларининг ўзгаришсиз сақлаб қолишнинг энг самарали усули босим остида киритиш усулини қўллашдир. 9.15-расмда таққослаш учун босим остида киритиш усули қўлланилган

ва қўлланилмаган дизелларга онд маълумотлар келтирилган. Кўриниб турибдики, денгиз сатҳидан баландлик 5000 м гача ошганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД самарали қувватининг камайиши 43% ни ва солиштира ёнилғи сарфининг кўпайиши 75% ни ташкил этса, босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар учун эса мос равишда 3% ва 10% ни ташкил этар экан. ИЕД кўрсаткичларининг киритишдаги ҳаво босимиға кам боғлиқлиги босим остида киритиш усулининг муҳим афзаллиги бўлиб, у дизелларда ва учқундан ўт олдириладиган ИЕДларда мана шу усулдан кенг фойдаланишга имкон беради.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД кўрсаткичларининг денгиз сатҳидан баландликнинг ўзгаришиға турғунроқлигининг асосий сабаби текислик шаронтида ишлаганда ҳавонинг эркин жамғармаси мавжудлигидадир. Дизелларда бу жамғармадан катта юкланишларда деталларнинг иссиқликдан зўриқишини камайтириш, ёнилғи тежамкорлигини (циклда иссиқликдан фойдаланишни) яхшилаш мақсадида ҳавонинг ортиқлик коэффициентини ошириш учун, шунингдек ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлигини пасайтириш ҳамда чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдорини камайтириш учун фойдаланилади. Денгиз сатҳидан баландлик ошганда мазкур жамғарма цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг, бинобарин, қувват камайишининг ҳамда ёнилғи те-

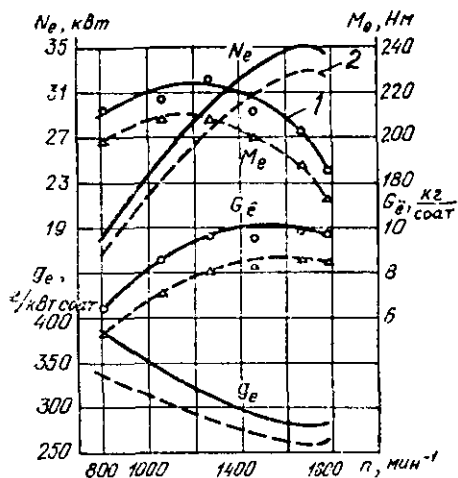
жамкорлиги ёмонлашувининг ўрнини маълум даражада қоплайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизель кўрсаткичларининг ўзгариш тарзи қўлланиладиган босим остида киритиш усулининг ўзига хос хусусиятларига кўп даражада боғлиқ. Улар 13- бобда кўриб чиқилади.

Газ конденсатларида ишлаш. Автотрактор двигателларида нефтдан олинган стандарт суyoқ ёнилғилар ўрнига маҳаллий ёнилғи сифатида тавсия этилувчи газ конденсатларидан фойдаланилганда ИЕДларнинг одатдаги таъминлаш системаси сақланиб қолади. Ишлатиш шароитларида унинг ростланишини энг кам даражада ўзгартиришга рухсат этилади, холос Газ конденсатларидан муваффақият билан фойдаланиш, шунингдек ИЕД ва транспорт машиналарининг техник-иқтисодий кўрсаткичлари турғун ҳамда мақбул бўлишини таъминлаш учун газ конденсатларининг хоссалари техник шартлар ёки стандартлар билан қатъий тарзда белгиланган бўлиши зарур.

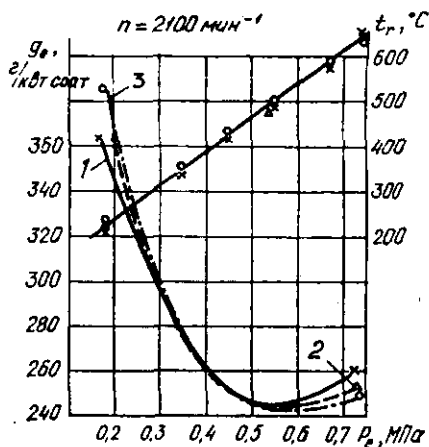
Автотрактор дизеларининг Ўрта Осиё регионидagi Ачак, Шатлик ва Шохпахти конларидан олинган газ конденсатларида ишлатиб кўп марта синаш натижаларининг кўрсатишича, газ конденсатларида ишлаганда дизелларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари стандарт дизель ёнилғиларида ишлагандигидан жуда оз фарқ қилар экан. Бунга аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларига уларнинг таркиби ва хоссаларидаги фарқнинг (зичлиги ва қовушоқлигининг камроқлиги, ҳайдаш температурасининг юқориқлиги, осон қайнайидиган фракциялар миқдорининг кўпроқлиги ва ҳоказо) таъсир кўрсатиши сабаб бўлади.

Газ конденсатлари зичлиги ва қовушоқлигининг 4—9% га камлиги масса бўйича циклик ёнилғи берилишини камайтиради, бунинг оқибатида дизелнинг қуввати 2—8% камаяди. Газ конденсатлари фракцион таркибининг енгилроқлиги ва қовушоқлигининг камроқлиги ёнилғининг яхшироқ тўзитилишини ва сиқиш камерасининг ҳажми бўйича яхшироқ тақсимланишини таъминлайди, алангаланишнинг кечикиш даврини бирмунча узайтиради ва ёнишнинг жадаллаштиради, натижада ИЕДнинг ёнилғи тежамкорлиги 1,5—3% ортади ҳамда дизелни ишга тушириш сифатлари яхшиланади. Оғир углеводород фракциялари миқдорининг камроқлиги ва сўхта миқдорининг анча камлиги тенг юкланишларда туташ даражасини 30% камайтиради, деталларнинг қурум босишини ҳамда форсунка тўзиткичи сополарининг коксланишини камайтиради.

9.17- расмда стандарт дизель ёнилғисига ва Ўрта Осиёдаги конларнинг бирдан олинган оғир газ конденсатида ишлатилган (максимал циклик ёнилғи бериш билан) Д-37Е трактор дизелининг кўрсаткичлари таққосланган (насос дизель ёнилғисига мослаб ростланган). Газ конденсатида ишлаганда масса бўйича циклик ёнилғи бериш миқдорини ёнилғи насоси рейкасининг йўлини дизель ёнилғисига учун ростлашдаги йўлдан



9.17- расм. Д-37Е двигателининг дизель ёнилғисид (1) ва оғир газ конденсатида (2) ишлагандаги кўрсаткичлари



9.18- расм. ЯМЗ-236 дизелининг турли ёнилғиларда ишлагандаги кўрсаткичлари:

1 — дизель ёнилғисид; 2 — Шохпахти газ конденсати; 3 — Ачак газ конденсати

0,5—2 мм га узайтириш йўли билан (рейка тирагининг ўрнини ўзгартириш орқали) тиклаш мумкин.

9.18- расмда Ўрта Осиёдаги турли конлардан олинган газ конденсатларида ишлаганда ЯМЗ-236 маркали дизель кўрсаткичларининг ўзгариши кўрсатилган. Кўриниб турибдики, газ конденсатларида эришилган энг катта юкланишлар (яъни берилган айланиш частотасидаги ИЕД қуввати) стандарт дизель ёнилғисид ишлагандагидан фарқ қилмайди, ёнилғи тежамкорлиги эса, пуркашнинг бирмунча узоқроқ давом этишига қарамасдан, яхшироқдир. Бунда ишлатилган газларнинг туташ даражаси камроқ ва уларнинг ҳарорати деярли бир хил бўлган. Ўртача қувват билан ишлаганда солиштирма ёнилғига доир эгри чизиқлар ўзаро мос келган, кичик қувват билан ишлаганда эса дизель ёнилғиси кўпроқ тежалган, аммо бу фарқ 5—6% дан ошмаган.

Учқундан ўт олдириладиган автомобиль ИЕД ларини октан сонлари ўзаро яқин бўлган стандарт бензин ва Ўрта Осиёдаги конлардан олинган газ конденсатларида ишлатиб қиёсий синаш натижасида барча иш режимларида ёниш ҳамда иссиқлик ажралиб чиқиш жараёнларининг хусусиятлари, шунингдек самарали кўрсаткичларнинг деярли бир хил эканлиги маълум бўлди. 9.4-жадвалда мисол тариқасида бензиндан ва газ конденсатидан фойдаланилганда икки тезлик режимида ишлаган ЗИЛ-164 двигателининг баъзи кўрсаткичлари ва параметрлари қиёсланган.

Бироқ, шунинг назарда тутиш керакки, Ўрта Осиёдаги конлардан олинган газ конденсатлари ўз табиатига кўра юқори бўлмаган детонацияга қарши сифатларга эга, шу сабабли

ЗИЛ-164 двигателининг қиёсий кўрсаткичлари

Ёнилғи	Сиқиш даражаси	α^*	$N_{етех}^*$ кВт	$g_{е}^*$ кЖ/кВт·соат	α^{**}	$N_{е}^{**}$ кВт	$g_{етп}^{**}$ кЖ/кВт·соат
$n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда							
Бензин А-66	6,2	0,82	36,8	17080	1,2	31,3	13670
Газконденсати	6,2	0,815	36,3	17370	1,2	30,2	13780
$n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда							
Бензин А-76	6,2	0,88	65,7	15090	1,25	49,7	12700
Газконденсати	6,2	0,88	56,3	15370	1,25	48,6	12810

Эслатма: * — Энг катта юкланиш режимида

** — Ёнилғи энг кам сарф бўладиган режим

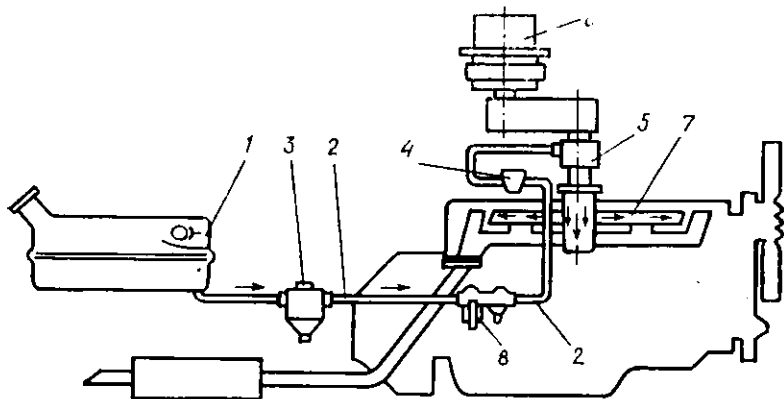
уларни танлаш ва сиқиш даражаси юқори бўлган замонавий ИЕДларда улардан фойдаланиш муайян қийинчиликларга дуч келиши мумкин.

10-БОБ. ЁНИЛҒИ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ СИСТЕМАЛАРИ

10.1. УЧҚУНДАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН, СУЮҚ ЁНИЛҒИДА ИШЛАЙДИГАН ИЕДЛАРНИНГ ТАЪМИНЛАШ СИСТЕМАЛАРИ

10.1.1. Умумий маълумотлар

Ёнилғи суюқ ёнилғида ишловчи, учқундан ўт олдириладиган кўпгина ИЕДлар карбюраторли таъминлаш системаси билан жиҳозланади. Бу ИЕДларнинг маълум қисми ёнилғи пуркаладиган таъминлаш системасига эга. Шу боис асосий эътиборни кўпроқ қўлланилувчи карбюраторли системани кўриб чиқишга қаратамиз. Транспорт воситаларининг ИЕДларига хос бўлган системанинг энг кўп учрайдиган тузилиши 10.1-расмда кўрсатилган. Двигателининг барча иш режимларида керакли таркибдаги ва зарур миқдордаги бир жинсли ёнувчи аралашма тайёрлашга мўлжалланган карбюратор 5 системанинг асосий элементидир. Кўриб чиқиладиган мақсадга мўлжалланган транспорт машиналарига татбиқан қарайдиган бўлсак, бир иш режимидан бошқасига ўтилганда машинанинг динамик ва иш кўрсаткичлари юқори даражада бўлиши таъминланиши учун бериладиган аралашманинг таркиби ҳамда миқдорини карбюратор ўз вақтида ва автоматик тарзда ўзгартириб туриши, турли об-ҳаво ва иқлим шаронглирида ИЕДни ишончли ҳамда тез ишга тушириш имконини бериши, ИЕД горизонтга нисбатан



10.1-расм. Карбюраторли ИЕД таъминлаш системасининг схемаси

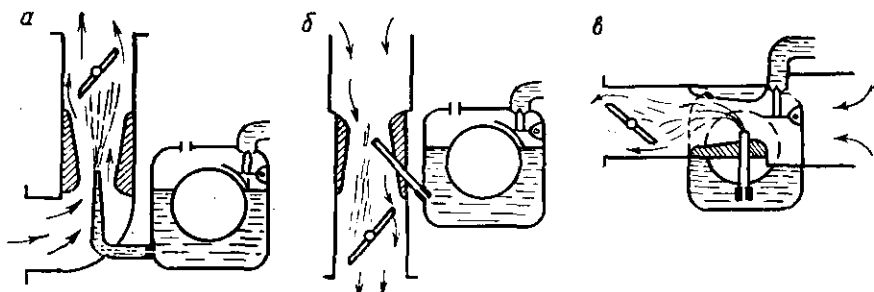
оғанда, машина кескин шиғов олганда ва секинлашганда аралашма ҳосил қилиш хусусиятларини ўзгартирмаслиги зарур. Карбюраторга ёнилғи резервуар 1 дан ёнилғи найи 2 бўйлаб филтър 4 орқали, ёнилғи ҳайдаш насоси (бензонасос) ҳосил қилган 15—30 кПа га тенг босим билан келади. Карбюраторга ҳаво эса атмосферадан филтър 6 орқали келади. Карбюраторда ҳосил бўлган ёнилғи-ҳаво аралашмаси ИЕД цилиндрларига киритиш коллектори 7 воситасида тақсимланади.

10.1.2. Оддий карбюратор

Ёнувчи аралашманинг ҳаракат йўналишига қараб, аралашма юқорига кўтариладиган, пастга оқиб тушадиган ва горизонталига оқадиган карбюраторлар бўлади (10.2-расм). Аралашма пастга оқиб тушадиган карбюраторлар бошқаларига қараганда кенгроқ тарқалган, чунки уларни кўздан кечириш ва хизмат кўрсатиш қулайроқ, шунингдек улар аралашма юқорига кўтариладиган карбюраторларга нисбатан қувватдан ютишга ва ёнилғини бирмунча тежашга имкон беради. Аралашманинг оқим йўналишлари турлича бўлган карбюраторлар ишида жиддий фарқ йўқ.

Замонавий карбюраторлар анча мураккаб бўлиб, махсус тузилмаларга эга. Бу тузилмалар турли шаронгларда ишлаганда ИЕДнинг энг яхши характеристикаларига эришиш учун мўлжалланган. Мазкур тузилмаларнинг зарурлиги ва вазифасини схемаси 10.3-расмда келтирилган оддий карбюраторнинг иши мисолида осонгина тушуниш мумкин. Унинг асосий таркибий қисмлари қуйидагилардир:

— ҳаво оқимиға ёнилғи пуркашга мўлжалланган тўзиткич 6 ли ёнилғи жиклёрни 5. Жиклёрнинг ўтиш кесими унғача ва ундан кейинги босимлар фарқи берилган даражада бўлганда



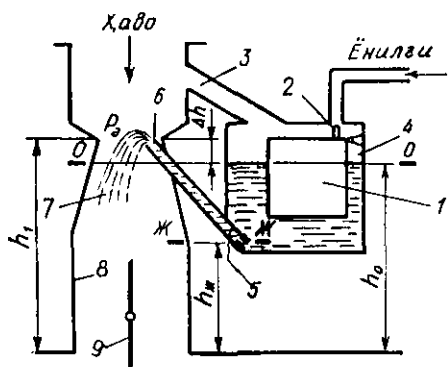
10.2-расм. Ҳаво ҳаракати пастдан юқорига (а), юқоридан пастга (б) ва горизонтал (в) бўлган карбюраторлар

маълум миқдордаги ёнилғи сарфлашга мўлжалланган, шунинг учун у аниқ қилиб калибрланади;

— Вентури учлиги (насадкаси) шаклидаги диффузори 7 ва аралашма ўтадиган патрубogi бўлган аралаштириш камера-си 8. Диффузор ёнилғи оқимини ўзи билан эргаштириб, уни майда томчиларга парчаловчи ҳавонинг тезлигини ошириш учун хизмат қилади. Бундан ташқари, у тўзиткич тешиги атрофида сийракланиш ҳосил қилиб, ёнилғининг оқиб чиқишини ва ҳаво сарфига боғлиқ равишда ёнилғининг жиклёр 5 орқали берили-шини ростлаш учун ҳам мўлжалланган;

— қўзғалмас ўққа шарнирли бириккан ичи бўш қалқович 1 ли ва беркитувчи игна 2 ли камера 4. Қалқовичли камера берилган режимда ишлаш жараёнида ёнилғи сатҳини ўзгариш-сиз сақлаб, жиклёр 5 орқали ёнилғининг бир хилда сарфлани-нишини таъминлайди. Амалда ИЕД катта юкланиш билан ва юқори айланиш частоталарида ишлаганда қалқовичли камера-даги ёнилғи сатҳи ёнилғи кам сарфлангандагидан 6—10 мм паст бўлади. Қалқовичли камера тешик орқали атмосфера би-лан ёки кўпинча карбюраторнинг киритиш патрубogi (10.3-расмдаги канал 3) билан туташади. Киритиш патрубogига туташган карбюратор (яъни мувозанатланган карбюратор) аф-залроқ ҳисобланади, чунки у, ҳаво филътрининг тузилиш ху-сусиятлари ва ички қаршилигидан қатъи назар, жиклёр 5 орқали ёнилғининг бир меъёрда сарфланишини таъминлайди. ИЕД дан фойдаланиш жараёнида ҳаво филътрининг ифлосла-ниши оқибатида унинг ички қаршилиги анчагина ўзгариши мумкин. Бу ҳодиса серчанг шароитда айниқса сезиларли бўлиб, мувозанатланмаган карбюраторда аралашманинг таркиби ўз-гаришига (қуюқлашувига) олиб келади;

— ИЕД га берилаётган аралашма миқдорини иш режимига қараб ростлашга мўлжалланган дроссель-заслонка 9. ИЕД нинг юкланишини (яъни буровчи моментини) камайтириш учун дрос-сель-заслонкани ёпиб аралашма оқими йўлидаги қаршилик оширилади, шунда цилиндрларга аралашма бериш камаяди (юкланишни миқдор жиҳатдан ростлаш принципи).



10.3-рasm. Ҳаво ҳаракати юқоридан пастга бўлган оддий карбюратор

Оддий карбюратор ишлаётганда ҳавонинг диффузор орқали масса бўйича сарфини Бернулли тенгламаси ёрдамида аниқлаш мумкин. Одатда, ҳаво диффузорнинг энг кичик кесими орқали ўтганида унинг босими карбюраторга киришдаги дастлабки қийматдан кўпи билан 20 кПа миқдорда пасаяди. Шу сабабли ҳаво зичлиги ўзгаришининг таъсири одатда ҳисобга олинмайди ва ҳаво сарфи сиқилмайдиган суюқликники каби ҳисоблаб топилади:

$$G_x = \mu_d f_d \sqrt{2\rho_x} \sqrt{\Delta p_d}, \quad (10.1)$$

бу ерда: μ_d — диффузорнинг сарфлаш коэффициенти;

f_d — диффузорнинг ўтиш кесими;

$\Delta p_d = p_0 - p_d$ — ҳаво ўтаётганда диффузорда юзага келувчи сийракланиш;

$\rho_x = \text{const}$ — карбюраторнинг киритиш патрубогидagi ҳавонинг зичлиги.

Ёнилғининг жиклёр орқали оқиб ўтиши унинг жиклёрга кириш ва ундан чиқиш кесимларида ёнилғи устидаги ҳаво босимлари фарқ қилиши туфайли, шунингдек жиклёргача ва кейинги гидростатик босимлар фарқи ҳисобига юз беради. ИЁД ишламаётганда тўзиткичдан ёнилғининг ўз-ўзидан оқиб чиқиши олдини олиш учун тўзиткичнинг ёнилғи чиқадиған қирраси қалқовичли камерадаги ёнилғи сатҳидан $\Delta h = 4-8$ мм баланд кўтариб қўйилади. У ҳолда (10.3-рasmга қаранг) жиклёрдан ёнилғи оқиб чиқишини аниқлаш учун Бернулли тенгламасига асосан ушбуга эга бўламиз:

$$G_{ж} = \mu_{ж} f_{ж} \sqrt{2\rho_{е}} \sqrt{\Delta p} \quad (10.2)$$

бу ерда: $\mu_{ж}$ ва $f_{ж}$ — жиклёрнинг сарфлаш коэффициенти ва ўтиш кесими; $\rho_{е} = \text{const}$ — ёнилғининг зичлиги; Δp — жиклёргача ва кейинги босимлар фарқи.

Оқиб чиқишнинг бошланғич босқичида $\Delta p = \Delta p_d - \Delta h \rho_{е} g$ бўлади (бу ерда g — ерга тортилиш тезланиши). $\Delta h \rho_{е} g$ катталиқ жиклёрдан ёнилғи оқиб чиқишини камайтирувчи гидростатик босимни ифодэлайди. Кўриниб турибдики, Δp_d ана шу босим қийматидан катта бўлгандагина ёнилғи оқиб чиқа бошлар экан. Гидростатик босим-

нинг жиклёрдан ёнилғи ёқиб чиқишига таъсири сийракланишнинг диффузордаги таъсирига нисбатан анча кичик бўлиб, ҳавонинг сарфи жуда кам бўлгандагина намоён бўлади.

Оддий карбюратор орқали таъминланадиган ҳавонинг оптиқлик коэффиценти қуйидаги тенгламадан аниқланади:

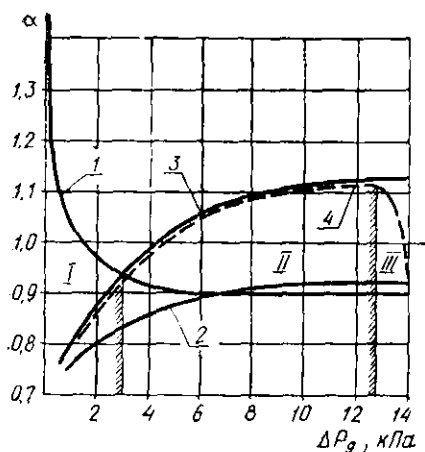
$$\alpha = \frac{G_x}{I_o G_{ж}} = \frac{1}{I_o} \cdot \frac{\mu_{\partial}}{\mu_{ж}} \cdot \frac{f_{\partial}}{f_{ж}} \sqrt{\frac{\rho_x}{\rho_{\partial}}} \sqrt{\frac{\Delta p_{\partial}}{\Delta p_{\partial} - \Delta h \rho_{\partial} g}} \quad (10.3)$$

Оддий карбюратор воситасида таъминланадиган ёнилғи таркибининг ҳаво сарфига (ёки диффузордаги сийракланишга) боғлиқ ўзгариш қонуниятини унинг характеристикаси деб аталади. (10.3) формулада $1/I_o$, $f_{\partial}/f_{ж} = \text{const}$ ва ρ_x/ρ_{∂} жуда кам (замонавий карбюраторларда одатдаги Δp_{∂} тебраниш доирасида) ўзгаришини ҳамда гидростатик босим жиклёр орқали ёнилғи сарфига кам таъсир кўрсатишини ҳисобга олган ҳолда оддий карбюратор характеристикасининг шакли (формаси) асосан $\mu_{\partial}/\mu_{ж}$ нисбат билан аниқланади, деган хулосага келиш мумкин.

10.4-расмда оддий карбюратор характеристикаси (эгри чизик 1) келтирилган. Мазкур карбюраторда жиклёр ва диффузорнинг ўлчамлари шундай танланганки, натижада дроссель-заслонка охиригача очилганда (Δp_{∂} нинг энг катта қиймати) қуюқлиги қувватли таркибга яқин бўлган аралашма ҳосил бўлади. Расмда энг юқори қувватга эришиш (чизик 2) ва энг яхши ёнилғи тежамкорлигига эришиш (чизик 3) шартидан келиб чиққан ҳолда ИЁД ни муайян тезлик режимида синаш натижасида олинган синов эгри чизиклари ҳам келтирилган. ИЁД валининг айланиш частотаси ортиши билан карбюратор орқали ҳаво сарфи кўпаяди ва аралашма ҳосил бўлиш шариоти яхшиланади. Бир жинслироқ ва турбулизацияланган аралашма ҳосил бўлади. Бунда синов эгри чизиклари суёқ аралашмалар томон силжийди, аммо уларнинг характери тахминан ўшандайлигича қолади.

Оддий карбюратор характеристикасини ва синов эгри чизикларини ўзаро таққослаш шуни кўрсатадики, оддий карбюратор ИЁД талабларига кам мос келади, шунинг учун у тегишлича ўзгартирилиши керак. Бунинг учун эса карбюратор конструкциясига тегишли тузилмалар киритилиши лозим. Равшанки, кичик ва ўртача юкланишлар соҳасида карбюратор аралашманинг таркиби эгри чизик 3 га яқин бўлишини (тежамкор қилиб ростлаш), тўлиқ юкланишда эса қувватли бўлишини (эгри чизик 2 га ўтиш) таъминламоғи даркор. Ана шу талабларни қаноатлантирувчи пунктир чизик (эгри чизик 4) идеал карбюраторнинг характеристикасига мос келади.

Ҳаво кам сарфланадиган соҳада эгри чизик 4 га ўтилишини таъминлаш учун оддий карбюратор ёнувчи аралашмани қуюқлаштирувчи тузилма билан жиҳозланиши керак (I соҳа — салт ишлаш системаси). Ҳаво ўртача сарфланадиган соҳада оддий карбюратор аралашмани суёқлаштирадиган қурилма билан



10.4-расм. Оддий ва идеал карбюратор характеристикалари

жиҳозланиши лозим (II соҳа — аралашма таркибини компенсациялаш системаси). ИЕДнинг тўлиқ қувват билан ишлашини таъминлаш учун карбюратор конструкциясида махсус тузилмадан фойдаланилади. У тежамкор қилиб ростлашдан қувватли қилиб ростлашга ўтиш эвазига ёнувчи аралашмани қуюқлаштирадиган (III соҳа — экономайзер).

10.1.3. Салт ишлаш системаси

Системанинг схемаси 10.5-расмда келтирилган. ИЕД салт ишлаётганда дроссель-заслонка 10 берк бўлади ва карбюратор диффузори (3) даги сийракланиш кам бўлгани туфайли асосий жиклёр 1 нинг тўзиткичи орқали ёнилғи пур-

калмайди. Киритиш тактида поршень ҳаракатланганида карбюраторнинг патрубогиди, дроссель-заслонкадан пастроқда юқори даражада сийракланиш юзага келади. Ҳаво ушбу сийракланиш натижасида ҳаво жиклёри 5 ва тешик 7 орқали киради, шунингдек салт ишлаш ёнилғи жиклёри 2 орқали ёнилғи оқиб чиқади. Ёнилғининг ҳаво билан аралашувидан юзага келган аралашма канал 6 дан ўтиб, тешик 7 соҳасида ҳаво таъсирида суюлади, винт 8 орқали ўтгач, карбюратор патрубогига чиқиб боради. Дроссель-заслонканинг қирраси билан патрубок девори орасидаги тирқишдан кираётган ҳаво зарур таркибли аралашма ҳосил бўлишини таъминлайди. Беркитувчи конусли винт 8 тешик 9 орқали чиқаётган ёнувчи аралашма миқдорини ўзгартириш, бинобарин, унинг таркибини ростлаб туриш учун хизмат қилади. Винт бураб чиқарилганда аралашма ўтадиган тешик катталашади, натижада ёнувчи аралашма қуюқлашади. Тешик 7 дан салт ишлаш режимидан кичик юкланишлар режимига ўтилганда аралашманинг таркибини ўзгартириш учун фойдаланилади.

Дроссель-заслонка бироз очилганда ИЕДга келадиган ҳаво миқдори ортади. Бунда тешик 7 юқори сийракланиш соҳасига тушиб қолади, бунинг эвазига карбюратор патрубогиди ҳаво билан аралашувчи ёнилғи-ҳаво эмульсиясининг миқдори кўпаяди ва аралашма керакли даражада қуюқлашади. Пунктир чизиқ билан кўрсатилган винт 12 салт ишлаш режимиди дроссель-заслонканинг энг кўп ёпилишини чеклаб туради. Винтни бураб киргизиш орқали дроссель-заслонка қирраси билан патрубок девори ўртасидаги тирқиш катталаштирилади. Шунда

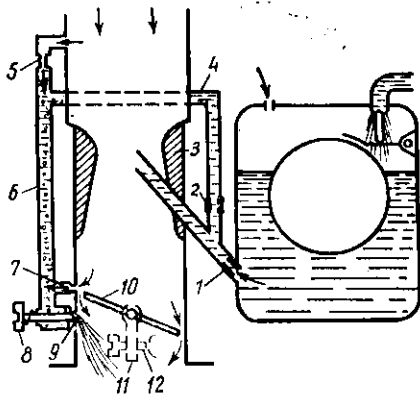
ИЕД га кираётган ёнувчи аралашма миқдори кўпаяди, бу эса салт ишлаганда айланиш частотасининг ортишига сабаб бўлади.

10.1.4. Аралашма таркибини компенсациялаш системаси

Ҳозирги вақтда карбюраторларда қўлланилаётган асосий дозаловчи системалар аралашма таркибини компенсациялаш тузилмалари билан жиҳозланади. Мазкур тузилмаларнинг иши ёнилғи жиклеридаги ва диффузордаги сийракланишларни, ёнилғи жиклеридаги ўтиш кесимини ўзгартиришга асосланган.

Ёнилғи жиклеридаги сийракланишни ўзгартириш асосида ишлайдиган система энг содда бўлгани, ишончли ишлагани ва ёнилғининг ҳавода яхши тўзителишини таъминлагани учун энг кенг тарқалган. Бундай системалар ЗИЛ-130 автомобили ва унинг модификацияларидаги К-88А карбюраторларида, Урал-375 автомобили ва унинг модификацияларидаги К-89А карбюраторларида, ГАЗ-53 автомобили ва унинг модификациясидаги К-126Б карбюраторларида, шунингдек мамлакатимизда ишлаб чиқарилган қатор бошқа карбюраторларда қўлланилади.

Ушбу системанинг принципл схемаси 10.6-расм, а да кўрсатилган. Тўзиткич 2 ли асосий жиклёр 1 нинг дозаловчи системасига қўшимча равишда ҳаво жиклери 4 ли ва найча 5 ли компенсацияловчи қудуқча 3 киритилган. Найча 5 да эмульсия ҳосил қилувчи тешиклар 6 бор. Агар диффузордаги сийракланиш катта бўлмаса ($\Delta h \rho_g < \Delta p_d < (H + \Delta h) \rho_g$ дан ошмаса), у ҳолда қудуқча 3 да маълум миқдорда ёнилғи бўлади. Бунда қудуқчадаги ҳаво босими атмосфера босимига тенг бўлади ва жиклёр 2 орқали ёнилғи сарфи оддий карбюратордагига ўхшаш қонуният бўйича кечади. Δp_d катталаниши билан қудуқча 3 бўшайди, жиклёр 1 дан ёнилғи оқиб чиқиши жадаллашади, чунки бу жараён ёнилғи сатҳидан юқорида жойлашган суюқлик устунининг босими таъсирида юз беради. Натижада аралашма тез қуюқлашади (10.6-расм, в даги а характеристикага қаранг). Δp_d янада катталашганда қудуқча 3 да диффузордагидан юқори, аммо атмосфера босимидан паст бўлган босим юзага келади, бу ҳол жиклёр 1 орқали ёнилғи узатилиш тезлигини белгилаб беради. Жиклёр 4 нинг ўлчами катталашганда аралашма суюқроқ, кичиклаш-



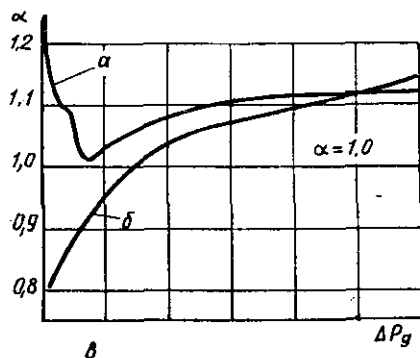
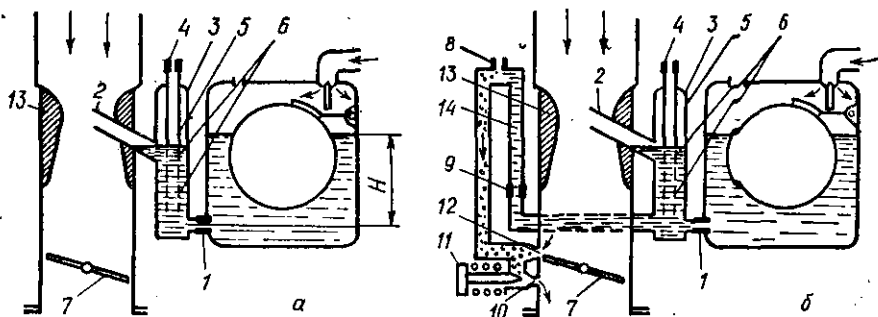
10.5- расм. Карбюраторнинг салт ишлаш системаси

ганда эса қуюқроқ бўлиб қолади. Жиклёрнинг мос ўлчамини танлаш билан ёнувчи аралашманинг зарур қонуният билан суюқлашишига эришилади. Тешиклар 6 ёнилғини жиклёр 4 орқали кираётган ҳаво билан аралаштириш учун хизмат қилади, натижада ёнилғининг тўзителиши ва аралашманинг бир жинслилиги яхшиланади.

10.6- расм, б да келтирилган система кўриб чиқилган системадан салт ишлаш системаси билан биргаликда ишланганлиги сабабли фарқ қилади. Ҳаво сарфи кам бўлганда асосан салт ишлаш системаси ишлайди ва у аралашманинг керагича қуюқлашувини таъминлайди (10.6- расм, б даги характеристикага қаранг). Диффузордаги сийракланиш ортиб бориши билан тешиклар 8, 10, 12 орқали компенсацияловчи қудуқча 3 га ҳаво кира бошлайди ва у жиклёр 1 дан оқиб чиқаётган ёнилғига аралашади. Бу ҳол ёнилғининг тўзителиш сифатини яхшилайди ва зарур хусусиятли (эгри чизиқ б) аралашма ҳосил бўлгунга қадар уни қўшимча равишда суюлтиради.

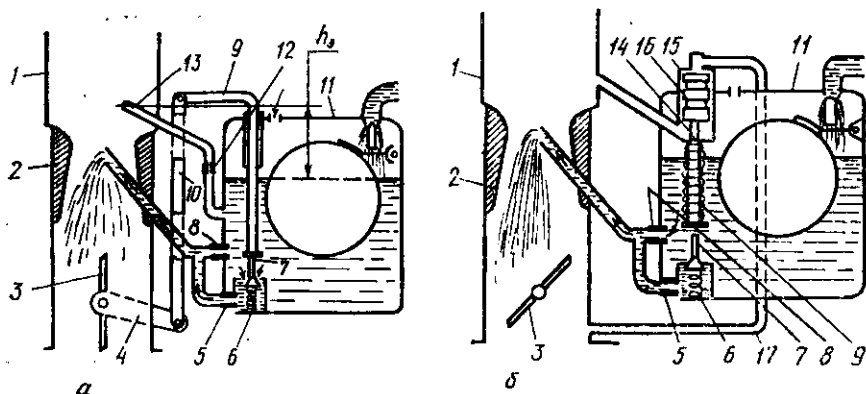
10.1.5. Экономайзер

Экономайзерлар қўлланилганда карбюраторнинг асосий дозаловчи системасини суюқ аралашмаларга мослаб рўстлашга имкон туғилади, бу эса кўпгина иш режимларида ИЕД нинг ёнилғини юқори даражада тежаб сарфлашини таъминлайди.



10.6- расм. Аралашма таркибини жиклёр олдидаги сийракланишни ўзгартириб компенсациялаш системаси:

а — принципал схемаси; б — салт ишлаш системаси билан биргаликда; в — компенсациялаш системаси характеристикалари



10.7- расм. Экономайзер:

а — механик юритмали ва эконостатли; б — пневматик юритмали

Бироқ, ИЕД ли транспорт воситалари ишлаётганида қўпинча дроссель-заслонка тўлиқ очиқлигидагина эмас, балки қисман очиқлигида ҳам қуюқ аралашмалардан фойдаланишга эҳтиёж туғилади. Масалан, ИЕД нинг шигов олишини ёки яхши қабулчанликни таъминлаш зарур бўлганда ана шундай эҳтиёж пайдо бўлади. Шу сабабли 10.7-расмда тасвирланган экономайзерлар икки турининг биттасидан ёки уларнинг иккаласидан биргаликда фойдаланилади. Механик юритмали тузилмада (10.7- расм, а) асосий жиклёр 8 экономайзер жиклёри 5 га параллел қилиб уланган. Экономайзер жиклёрининг ўтиш кесими асосий жиклёрникига қараганда анча кичик, чунки у зарур миқдордаги ёнилғининг атиги 10—12% ини узатишга мўлжалланган. Оралиқ режимларда ишлаганда, яъни дроссель-заслонка қисман очиқ бўлганда, жиклёр 5 дан ёнилғи келмайди, чунки клапан 7 ёпиқ бўлади. Фақат компенсацияловчи қурилмали асосий дозаловчи система (расмда кўрсатилмаган) ишлайди. Дроссель-заслонка 80—90% очилганда унга механик тарзда боғланган шток 9 клапан 7 ни босади ва жиклёр 5 дан ёнилғи ўтиш йўлини очади, натижада аралашма қуюқлашади.

Пневматик юритмали тузилмадаги (10.7- расм, б) экономайзер жиклёри 5 канал 17 даги сийракланиш поршень 16 ни юқори ҳолатда тутиб туришга етарли бўлмай қолган пайтда ишга тушади. Бунда у пружина 14 таъсирида пастга тушади ва шток 9 клапан 7 ни босиб, жиклёр 5 га ёнилғи ўтиши учун йўл очади. Шундай қилиб, мазкур конструкциядаги экономайзернинг ишлай бошлаши илгари кўриб чиқилганидек, дроссель-заслонканинг очилиш даражаси билан эмас, балки карбюратор патрубогидagi сийракланиш даражаси билан белгиланади. Дроссель-заслонканинг очилиш даражаси ўзгармас бўлганда айланиш частотаси қанча паст бўлса, сийракланиш ҳам шунча кам бўла-

ди. Бинобарин, пружина 14 нинг берилган таранглигида тезлик режими қанча паст бўлса, дроссель-заслонканинг шунчалик кичик очилиш даражасида экономайзер ишга тушади. Механик юритмали экономайзерлар кўпинча енгил автомобилларда, пневматик юритмаллари эса юк автомобилларида қўлланилади.

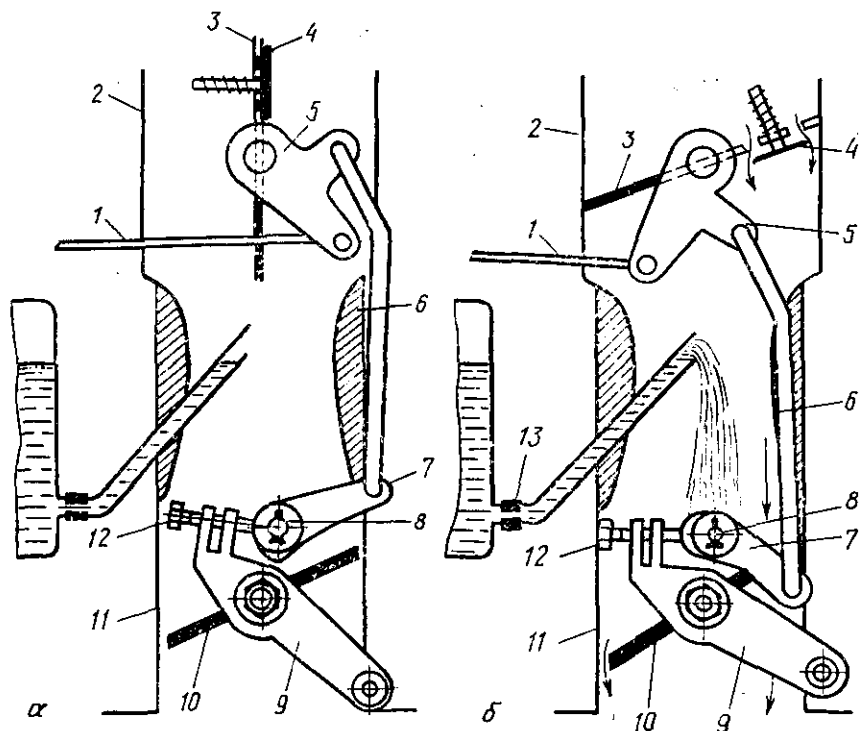
10.7-расм, а да *эконостат* деб аталувчи бошқа бир қуюлтириш тузилмаси тасвирланган. У жиклёр 12 дан ва асосий диффузор 2 дан юқорироққа, яъни кам сийракланиш соҳасида ўрнатилган тўзиткич 13 дан иборат. Эконостатнинг ишга тушиши, яъни унинг тўзиткичи орқали ёнилғи оқиб чиқиши юқори айланиш частоталарида, қачонки тўзиткич оғзи атрофидаги сийракланиш ёнилғини унинг қалқовичли камерадаги сатҳидан юқорироқ, яъни эконостат тўзиткичи баландлигигача кўтаришга етарли бўлган пайтда бошланади.

10.1.6. Карбюраторнинг ёрдамчи тузилмалари

Биз кўриб чиққан, оддий карбюратор характеристикаларини тузатишга мўлжалланган тузилмалардан ташқари, замонавий карбюраторлар конструкциясига қатор махсус тузилмалар ҳам киритилади. Улар ИЕД турли иш шароитларда ишлашини таъминлайди ёки унинг у ёки бу кўрсаткичларини яхшилайди.

Совуқлайин ишга тушириш тузилмалари. ИЕД совуқлайин ишга туширилганда (айниқса, атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда) ёнилғининг буғланиши қийинлашади, буғланган ёнилғининг бир қисми эса совуқ юзаларга тегиб конденсацияланади. Шу сабабли, ҳатто, агар ёнилғи ва ҳаво зарур миқдорларда аралашганда ҳам, буғсимон аралашма ёнилғининг миқдори бўйича алангаланувчанликнинг қуйи чегарасидан чиқиб кетиши мумкин. Бунда ИЕДни совуқлайин ишга тушириш мумкин бўлмай қолади. ИЕД нинг совуқлайин ишончли равишда ишга тушишини таъминлаш учун карбюратор махсус тузилма билан жиҳозланади. Бу тузилма аралашманинг буғсимон қисми алангаланувчан таркибда бўлиши учун унинг ўта қуюқлаштирилишини таъминлайди.

Бу мақсадда кўпинча ҳаво заслонкаси бўлган тузилмадан фойдаланилади (10.8-расм). Одатдаги иш шароитида заслонка 3 очиқ бўлади ва карбюраторнинг ишига деярли таъсир қилмайди. ИЕД ни совуқлайин ишга туширишда заслонка асбоблар ўрнатилган бошқариш шчитидagi қўл тугмаси ёрдамида беркитилади. Шунда ҳаво заслонкаси билан механик тарзда боғланган дроссель-заслонка 10 бироз очилади. ИЕД нинг тирсакли вали стартердан айланма ҳаракат олганда диффузор 6 да кучли сийракланиш юзага келиши натижасида асосий жиклёр 13 нинг тўзиткичи орқали ёнилғи оқиб чиқади. ИЕД ишга тушгандан сўнг ёнувчи аралашма сарфи ортиши керак, бунинг учун ҳайдовчи тугмани босиб ҳаво заслонкасини бироз очади.



10.8- расм. Ҳаво заслонкали ишга тушириш тузилмаси

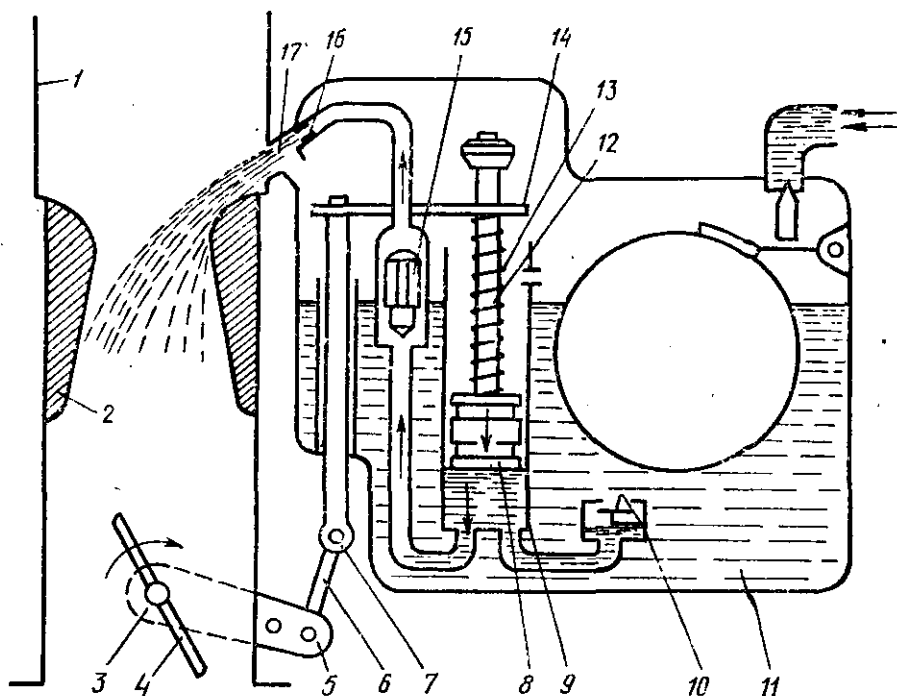
Бу иш муайян малакани талаб қилади, чунки аралашманинг ўта қуюқлашиши ёки ўта суюқлашиши ИЕД нинг тўхтаб қолишига сабаб бўлади.

Аралашма берилишини бошқаришни енгиллаштириш ва унинг ўта қуюқлашувининг олдини олиш мақсадида ҳаво заслонкаси пружинали автоматик клапан 4 билан жиҳозланади. Системадаги сийракланиш белгиланган даражага етганда бу клапан очилади ва ҳавони ИЕД га керакли миқдорда ўтказди. Одатда, клапан ишлаётганида зириллаган товуш чиқариб заслонкани бироз очиш кераклиги ҳақида огоҳлантиради. Замонавий карбюраторлар, кўпинча системадаги сийракланиш ортиб кетганда ёки ИЕД нинг ҳарорати кўтарилганда ҳаво заслонкасини очадиган автоматик қурилмалар билан таъминланади. Баъзи ҳолларда асосан, ҳавонинг ҳарорати паст бўлганда ИЕД ни ишга туширишни енгиллаштириш учун осон буғланадиган ёнилғилар қўлланилади. Улар ИЕД нинг киритиш патрубогига махсус тузилмалар воситасида майда тўзитилган ҳолатда киритилади.

Тезлатиш насоси. Мазкур тузилма акселератор педалини кескин босганда ёнилғи-ҳаво аралашмасини қуюқлашишини таъминлайди. Натижада ИЕД нинг қуввати тез ортади, яъни

машинанинг динамик хусусиятлари яхшиланади. Одатда, дроссель-заслонка кескин очилганда (ИЕД нинг шигов олиши) цилиндрларга энг аввал zichлиги ёнилги буғлариникига нисбатан камроқ ва инерцияси кичикроқ бўлган ҳаво киради. Натижада аралашма кескин суюқлашиб ИЕД қувватининг ортишига тўсқинлик қилади. Шу сабабли карбюратор конструкциясига механик насос киритилади. У акселератор педали кескин босилганда ҳавога маълум миқдорда ёнилги пуркайди. Агар насос поршенининг штогини бевосита дроссель-заслонканинг ўқиغا бириктириб қўйилса, у ҳолда ёнилги ҳаддан ташқари жадал пуркаладиган бўлади ва аралашма керагидан ортиқ қуюқлашиши мумкин. Шунинг учун насос поршени юритмасида ҳаво оқимиға ёнилгининг пуркалиш суръатини пасайтирадиган амортизацияловчи пружина кўзда тутилади.

Тезлатиш насосининг схемаси 10.9-расмда кўрсатилган. Карбюратор ишлаётган пайтда поршень 8 цилиндри 9 ичида оралиқ ҳолатни эгаллайди. Унинг бу ҳолати дроссель-заслонка 4 нинг очилиш даражасига боғлиқ бўлади. Поршеннинг ушбу ҳолатида қалқовчли камерада киритиш клапани 10 орқали цилиндрга ёнилги кириб уни тўлдиради. Дроссель-заслонканинг ўқи билан механик тарзда боғланган акселератор педали кескин босилганда шарча ёки диск шаклидаги клапан 10 поршен-



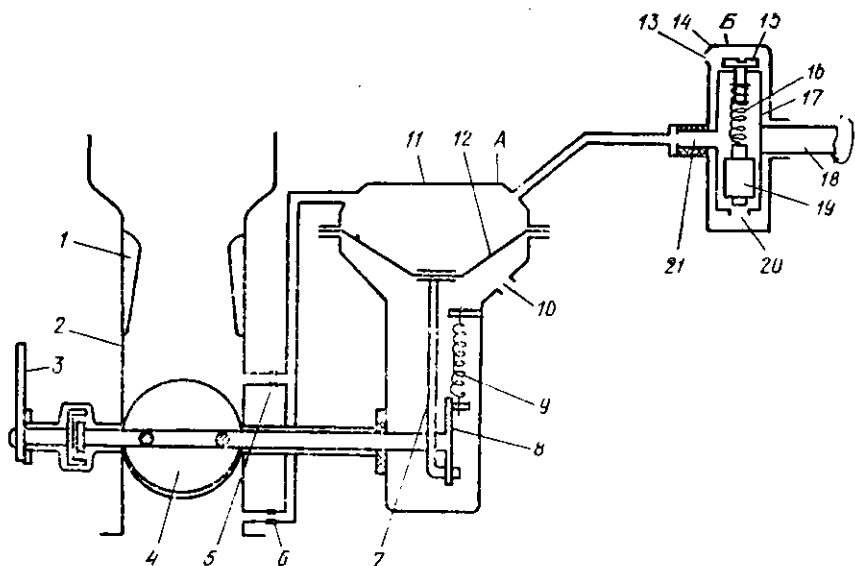
10.9-рasm. Механик юритмали насос-тезлаткич

нинг насос тарзида ишлаши туфайли юзага келган ёнилғи оқининг босими таъсирида кескин кўтарилиб, қалқовичли камерага ёнилғи чиқадиган йўлни беркитиб қўяди. Игнасимон чиқариш клапани 15 уясидан кўтарилади ва жиклёр 16 орқали диффузор 2 га ёнилғи ўтиши учун йўл очади. Пружина 13 насос импультсини амортизациялаб уни 1—2 с га чўзади. ИЕД юкланиши одатдагича ростланганида акселератор педали аста-секин босилса, клапан 10 сал-пал кўтарилади ва пастки тешикни очиб ёнилғини қалқовичли камерага ўтказиб юборади. Муайян массага эга бўлган клапан 15 уясидан қўзғалмайди, шу сабабли жиклёр 16 орқали ёнилғи оқиб ўтмайди.

Совуқ вақтда двигателнинг шигов олишини таъминлаш учун кўп миқдорда ёнилғи пуркалиши талаб этилади, шу боисдан серияга 6 рычаг 5 нинг ўқ 3 дан энг узоқда жойлашган тешигига олиб қўйилади (10.9-расмга қаранг). Дроссель-заслонка 4 деярли охиригача очик бўлганда (ИЕД нинг катта юкланиш билан ишлаши) поршень 8 цилиндр 9 тубига тегиб туради ва заслонка янада катта очилганда траверса 14 пружина 13 ни сиқади, холос, бунда поршень сурилмайди ва ёнилғи ҳайдалмайди.

Айланиш частотасини чеклагич. ИЕД ишлаётганида турли сабабларга кўра тирсакли валнинг айланиш частотаси техник характеристикада кўзда тутилган максимал қийматдан ортиб кетиши мумкин. Бунда механик исрофлар тез кўпайиб боради, механизмларнинг ишлаш шароити ва иш жараёнининг ростилаши бузилади, деталларнинг мойланиши ёмонлашади, ейилиш кучаяди ва ИЕД тежамсиз ишлай бошлайди. Залворли ва огир қўзғалувчан деталларга эга бўлган катта қувватли ИЕД ларда валнинг айланиш частотаси ортиши натижасида инерция кучлари тез катталашади ва ана шу кучлар келтириб чиқарадиган механик зўриқишлар ортади. Бунга йўл қўймаслик учун ИЕД лар (асосан, юк автомобиллариники) максимал айланиш частотасини чеклагичлар билан жиҳозланади. Айланиш частотаси кўзда тутилган чекли қийматдан ортиб кетганида бу чеклагичлар карбюраторнинг дроссель-заслонкасини беркитиб қўяди. Частота чеклагичлар ё карбюраторнинг ўзига ўрнатилади, ё бўлмаса у билан ўзаро боғланган алоҳида тузилма тарзида ишланади.

ЗИЛ-130 ва ГАЗ-53 двигателларида қўлланилувчи маркадан қочма-вакуумли чеклагичнинг схемаси 10.10-расмда келтирилган. Чеклагичнинг қўзғалмас А корпусида вакуумли камера 11 бўлиб, бу камера тешиклар 5 ва 6 орқали карбюраторнинг аралаштириш камераси 2 га, шунингдек маркадан қочма датчик Б га туташган. Датчикнинг ротори 17 ни ИЕД вали 18 айлантиради. Роторнинг айланиш ўқиға ростлаш винти 15 ли пружина 16 воситасида маркадан қочма юкча 19 маҳкамланган. ИЕД одатдагича ишлаётганда, яъни валнинг айланиш частотаси рухсат этилган энг юқори қийматдан ортик бўлмаганда



10.10- расм. Айланиш частотасини марказдан қочма вакуумли чеклагич роторнинг корпуси 17 датчик Б корпуси 14 билан тешик 20 орқали туташади, шу тешикдан тешик 13 орқали вакуумли камера 11 га атмосфера ҳавоси киради. Бунда диафрагма 12 пружина 9 нинг кучи таъсирида ва тортқи 7 воситасида пастга тортлиб туради, бу ҳол дроссель-заслонка 4 ни акселератор педалидан ричаг 3 ёрдамида бошқаришга имкон беради.

Айланиш частотаси энг юқори қийматга етганда марказдан қочма юкча 19 пружина 16 нинг қаршилигини енгиб, тешик 20 ни беркитади ва ротор 17 бўшлиғини атмосферадан ажратиб қўяди. Шунда камера 11 даги сийракланиш ортади, диафрагма 12 нинг иккала томонидаги босимлар фарқи уни юқорига букиб қўяди, натижада дроссель-заслонка 4 ёпилади, бу эса ИЕД цилиндрларига ёнувчи аралашма узатилишининг кескин камайишига, бинобарин, айланиш частотасининг камайишига олиб келади. Винт 15 ёрдамида пружина 16 нинг таранглиги ростланади ва ИЕД валининг зарур рухсат этилган чекли айланиш частотаси ўрнатилади.

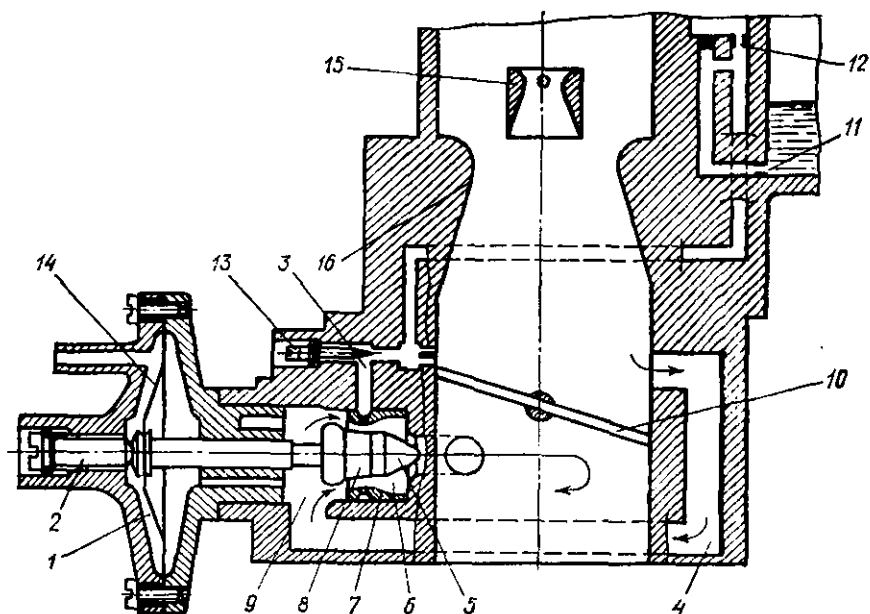
10.1.7. Карбюраторнинг бошқа тузилмалари

Алоҳида салт ишлаш системаси. Одатдаги эмульсияли салт ишлаш системасида ёнувчи аралашмадаги ҳавонинг кам қисмигина эмульсия ҳосил қилишда ва ёнилгини тўзатишда фаол қатнашади. Унинг асосий қисми эса дроссель-заслонканинг қирраси билан карбюратор патрубогининг девори

орасидаги тирқишдан ўтиб (10.5-расмга қаранг), эмульсияни талаб этилган таркибли аралашма ҳосил бўлгунга қадар суюлтиради, холос. Одатдаги салт ишлашга хос бўлган айланиш частоталарида (600—800 мин⁻¹) карбюратор патрубогига ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги паст бўлади, шу сабабли бир жинслимас аралашма ҳосил бўлади ва у самарали алангаланиши ҳамда цилиндрларда яхши ёниши учун уни қўшимча равишда қуюқлаштириш талаб этилади. Салт ишлашни ишлатиш шаронтига мослаб ростлаш валнинг зарур частота билан айланишини ва ИЕДнинг барқарор ишлашини (шу жумладан, дроссель-заслонканинг вазияти кескин ўзгарганда ҳам) таъминлаш учун кўзда тутилган. Натижада ёнувчи аралашма одатда ҳаддан зиёд қуюқлашади ва карбюраторни қайта ростлаш давригача унинг таркиби анча ўзгаради. Оқибатда ёнилғи ортиқча сарфланади, атмосферага заҳарли моддалар чиқиши кўпаяди, шунингдек ИЕД ни ишлатиш давомида ана шу кўрсаткичларнинг барқарормаслиги ортади.

Ҳозирги вақтда автомобилларда тобора кенг қўлланилаётган алоҳида салт ишлаш системаларида аралашма ҳосил қилишга кетадиган ҳавонинг деярли ҳаммаси ёнилғини тўзитиш ва таркибий қисмларини аралаштириш учун ишлатилади. Бу билан аралашманинг сифати яхшиланади. Бундан ташқари, бу турдаги қатор тузилмаларда салт ишлашни эксплуатацион ростлаш пайтида аралашманинг таркиби ўзгармайди. 10.11-расмда мисол тариқасида мамлакатимизда ишлаб чиқарилган «Озон» карбюраторларида қўлланилувчи «Каскад» номли алоҳида салт ишлаш системаси келтирилган. ИЕД салт ишлаётганда дроссель-заслонка 10 бутунлай берк бўлади ва системага ҳаво дроссель ортидаги бўшлиқдан канал 4 орқали ўтади. Одатдаги карбюраторлардагидек, ёнилғи жикллари 11 ва ҳаво жикллари 12 воситасида тайёрланган ёнилғи-ҳаво аралашмаси ҳаво билан аралаштириш жойига канал 3 бўйлаб, аралашма сифатини ростлаш винти 13 ёнидан ўтиб келади. Втулка 7 билан дозатор 8 танаси орасидаги, шунингдек конуссимон уя билан дозаторнинг беркитувчи қисми 5 ўртасидаги тор айлана каналларда аралашманинг ҳаракатланиш тезлиги кескин ортиб, унинг турбулизацияси ва аралаштириш учун шароит яратилади. Ҳосил бўлган аралашма девордаги тешик орқали карбюратор патрубогига кириб, қўшимча равишда буралма ҳаракат олади.

ИЕДнинг салт иш режимида энг юксак самарадорлик билан ишлашни таъминлаш учун дозатор 8 нинг каллаги ва конуси яхшилаб профилланади. ИЕД ни ишлатиш жараёнида ростлаш винти 2 ёрдамида аралашма ўтадиган кесим ўзгартирилади, шунда аралашма таркибини ўзгартирмаган ҳолда айланиш частотасини оширишга эришилади. Аралашма таркиби эса техник хизмат кўрсатиш станциясида винт 13 ёрдамида маълум чегарада ростланади. Бунда атмосферага чиқарилаётган заҳарли моддаларни текшириш асбобларидан (анализаторлардан) фойдаланилади. Шундан сўнг винт 13 пломбалаб қўйи-



10.11-расм. «Озон» карбюраторининг «Каскад» салт ишлаш системаси

лади. Мазкур тузилма двигатель салт ишлаётганида ёнилғи сарфини ва атмосферага чиқарилаётган захарли моддалар миқдорини камайтириш имконини беради.

Мажбурий салт ишлаш экономайзерини. Ушбу тузилма айланиш частотаси одатдаги салт ишлашга хос бўлган қийматдан анча ортиқ бўлганда машинани двигатель билан секинлатиш учун фойдаланиладиган мажбурий салт ишлаш режимларида ёнилғи беришни узиб қўйишга имкон беради. Ана шу мақсадда «Озон» карбюраторларида қўлланиладиган электромагнит тузилмага мисол 10.11-расмда келтирилган. Дозатор 8 нинг штоги вакуумли камера 1 нинг диафрагмаси 14 га туташтирилади. Мазкур камеранинг чап бўшлиғидаги сийракланиш электрон блокнинг айланиш частотаси датчиги билан боғланган электромагнит клапан ёрдамида ростланади. Одатдаги салт ишлашда ($n=750 \text{ мин}^{-1}$) камеранинг чап бўшлиғи сийракланиш мавжуд бўлган киритиш коллекторига туташади ва дозатор 8 чап ҳолатда бўлиб, ИЕД га аралашма ўтишини таъминлайди.

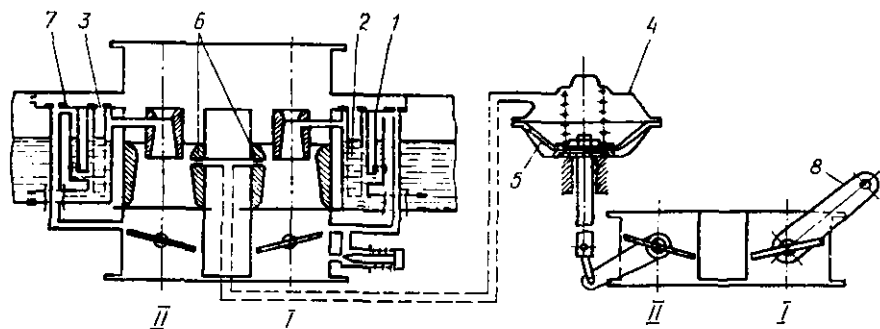
Салт ишлашда айланиш частотаси кўзда тутилгандагидек бўлганда ($1100\text{—}1200 \text{ мин}^{-1}$) электромагнит клапан камера 1 нинг чап бўшлиғини киритиш системасидан ажратиб туради ва унинг ўнг бўшлиғидаги кичик сийракланиш таъсирида дозатор 8 ўнгга силжиб, ИЕД га ёнилғи узатилишини тўхтатиб қўяди. Ўт олдириш узилганда ҳам ёнилғи узатилиши тўхтайд.

Бу турдаги тузилма алоҳида салт ишлаш системаси билан бир-галикда салт ишлашда ёнилғининг эксплуатацион сарфини 5—7% ва атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдорини стандарт талабларига мос келувчи даражагача камайтиради.

ИЕД нинг қатор конструкцияларида мажбурий салт ишлаш режимларида ёнувчи аралашманинг ўта қуқоқлашувини бартараф этиш учун таъминлаш системаси киритиш каналидаги сийрақланишни чеклагичлар билан жиҳозланади. Бундай чеклагичлар мойнинг сўхтага айланиб исроф бўлишини, шунингдек атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдорини камайтиради, аммо ёнилғи тежамкорлигини яхшиламайди. Шунингдек, дроссель-заслонканинг ёпилишини секцилатувчи тузилмалар ҳам қўлланилади. Улар акселератор педалини кескин бўшатганда ишлайди, бу эса аралашманинг ўта қуқоқлашуви бартараф этилиши ҳисобига чала ёниш маҳсуллари чиқаришни камайтиради.

Тўзиткич яқинида ҳавонинг ҳаракатланиш тезлигини оширадиган тузилмалар. Ёнилғининг тўзитилиш сифатини ошириб янада бир жинсли аралашма ҳосил бўлишини, бинобарин, унинг ИЕД цилиндрларига тақсимланишини яхшилаш учун замонавий карбюраторларда ёнилғини ҳаво билан аралаштириш ва тўзиткичнинг чиқиш тешиги яқинида ҳаво оқимининг ҳаракатланиш тезлигини ошириш усули кенг қўлланилади.

Биринчи усул салт ишлаш ва аралашма таркибининг компенсациялаш системаларини тавсифлашда эслатиб ўтилган эди. Айтиб ўтилганидек, ҳаво тезлигини ошириш учун карбюраторларда гидродинамик қаршилиги ҳаво тезлигининг квадратига мутаносиб бўлган диффузорлар қўлланилади. Ушбу қаршилиқ тўлдириш коэффициентини кичрайтирган ҳолда киришдаги ҳаво босимининг камайтилиши, бинобарин, ИЕД нинг энг катта қувватини ёки жониз чекли юкланишни белгилайди. Диффузорнинг шаклини такомиллаштириш ва ҳаво тегиб ўтадиган юзаларнинг ишлашиш тозаллигини яхшилаш орқали ҳавонинг ўтишига бўладиган қаршилиқни камайтириш мумкин. Аммо юқорида қайд қилинган қонуният ўзгармайди. Ҳаво оқимининг тезлиги паст бўлганда (паст айланиш частотасида) асосий муаммо ёнилғининг сифатсиз пуркалиши ҳисобланади. Ҳаво оқимининг тезлиги юқори бўлганда (юқори айланиш частотасида, тўлиқ юкланишда) ёнилғи талаб этилган даражада майин ва бир жинсли тарзда тўзитилади, лекин цилиндрларни янги заряд билан яхшироқ тўлдириш қийинроқ кечади. Мазкур муаммоларни ҳал этиш усулларидан бири замонавий карбюраторларда қўлланиладиган битта аралаштириш камерасида бир нечта (одатда иккита) диффузордан фойдаланишдан иборат (10.11-расмга қараңг). Ҳавонинг тезлиги энг юқори бўладиган кичик диффузор 15 га асосий дозаловчи системанинг тўзиткичи киритилади. Ундаги ёнилғини парчалаш учун фойдаланилади. Ҳаракатлани-



10.12- расм. Камералари кетма-кет уланадиган икки камерали карбюратор

ишга бўладиган қаршилик аралаштириш камерасидати исрофларни белгилайдиган ҳавонинг асосий қисми эса катта диффузор 16 орқали ўтади. Бу ерда ҳаво оқимининг тезлиги кичик диффузордагидан анча паст бўлади. Шундай қилиб, бир диффузорли тузилмага нисбатан бу тузилмада ё ёнилғининг тўзителиш сифатини, ёки тўлдириш коэффициентини, ёхуд уни ҳам, бунни ҳам ошириш мумкин.

ИЕД ларда тобора кенг қўлланиб бораётган бошқа бир, анча самарали ва таъсирчан усул — камералари кетма-кет ишга тушириладиган икки камерали карбюраторларни қўллашдир (10.12- расм). Салт ишлаш системаси 1 га ва асосий дозаловчи система 2 га эга бўлган бирламчи камера 1 дан ҳаво сарфи кичик ва ўртача бўлганда фойдаланилади. Ҳавонинг тезлиги ортганда хусусий асосий дозаловчи система 3 га эга бўлган иккиламчи камера II ишлатилади. Унинг дроссель-заслонкаси бирламчи камеранинг дроссель-заслонкасидан механик тарзда очилади, бунда ҳайдовчи акселератор педали ёрдамида рычаг 8 орқали уни бошқаради ёки диафрагма 5 ли вакуумли камера 4 дан пневматик тарзда очилади (10.12- расмга қаранг); вакуумли камера диффузорларга тешиклар 6 орқали туташади. Камера II механик тарзда ишга туширилганда унинг дроссель-заслонкаси камера I нинг заслонкаси 40—50% очилганда очила бошлайди. Пневматик юритма қўлланилганда иккиламчи камеранинг ишга тушиш пайти ИЕД орқали ҳаво сарфигагина боғлиқ бўлади ва паст айланиш частоталарида бирламчи камера заслонкасининг каттароқ очилишига ҳамда юқорирақ айланиш частоталарида — кичикроқ очилишига мос келади. Ҳавонинг худди мана шу тезлиги диффузордаги газодинамик исрофларни, бинобарин, ИЕД ни янги заряд билан тўлдириш даражасининг камайишини белгилагани учун иккиламчи камера заслонкасининг пневматик тарзда ишга тушиши афзалроқдир. Иккиламчи камера ишга тушганда карбюратор орқали ҳаво сарфи кўпаяди, шу сабабли аралашманинг суяклаштишини ва шу туфайли содир бўладиган ИЕД ишидаги «бузилишларни»

бартараф этиш мақсадида аралашмани мана шу даврда қуюқлаштириб берадиган қўшимча система 7 киритилади.

Дроссель-заслонкалари кетма-кет ишга тушадиган икки камерали карбюраторлар цилиндрлари сони одатдаги бир камерали карбюраторлар қўлланилгандагидек бўлган ИЕД ларда ишлатилади. Цилиндрлари икки қатор қилиб жойлаштирилган кўп цилиндрли (6 та ва бундан кўп) ИЕД ларда аралашманинг цилиндрларга тақсимланишини яхшилаш учун кўпинча дроссель-заслонкалари синхрон тарзда, яъни биргаликда ишлайдиган икки камерали карбюраторлар қўлланилади (ЗИЛ-130, Урал-375, ГАЗ-53). Уларнинг ҳар бир камераси ИЕД даги барча цилиндрларнинг ярмини аралашма билан таъминлайди. Бу ҳолда иккала аралаштириш камераси қалқовичли камераси, экономайзери ва тезлатиш насоси умумий бўлган иккита бир камерали карбюратор каби ишлайди. Икки бўлинмали (секцияли) карбюраторнинг ҳар қайси бўлинмаси дроссель-заслонкалари кетма-кет очилувчи икки камерали конструкцияга эга бўлиши мумкин.

10.1.8. Карбюраторни электрон бошқариш

Карбюраторли ИЕД ларда ёнилғи узатиш хусусиятларини яхшилаш мақсадида электроникадан фойдаланиш самарадорлиги мажбурий салт ишлаш тузилмалари кўриб чиқилганда қисман айтиб ўтилган эди. Электрон тузилмаларнинг имкониятлари шу билан тугамайди, албатта. Оддий конструкциядаги таъминлаш системаларида электроникани қўллаш карбюраторнинг тезкорлигини ошириш, яъни ёнилғи дозаланишининг ўзгартириш қонуниятларини ИЕД иш режимининг ўзгаришларига яхшироқ мослаштириш, ишга тушириш ва қиздириш, шунингдек ўтиш жараёнида, салт ишлаш ҳамда кичик юкланишларда унинг характеристикаларини яхшилаш имконини беради. Электроникадан фойдаланилганда карбюратор деталларининг, хусусан, жиклёрларнинг тайёрланишида допусklar кенг доирада бўлганда ҳам ёнилғини дозалашнинг зарур аниқлигини сақлаб қолишга имконият яратилади. Мураккаб конструкцияли ва иш жараёнида ёйиладиган механик тузилмаларни нхчам электрон тузилмалар билан алмаштириш карбюратор нархини арзонлаштиришга, унинг ишончли ва барқарор ишлашини оширишга имкон беради.

Қайтар алоқали таъминлаш системаларидан фойдаланиш аралашманинг таркибини қатъий назорат қилиб бориш имконини, бу системалардан ёнилғи узатилишини ўзгартириб турадиган электрон тузилмалар ва бошқарув электрон блоклари билан биргаликда фойдаланиш эса ёнилғи сарфини анча камайтириш ҳамда ишлатилган газлар билан бирга атмосферага чиқиб кетадиган заҳарли моддалар миқдорини кескин камайтириш имконини беради. Ушбу ҳолда бошқарув электрон блоки ИЕД нинг турли иш кўрсаткичларини назорат қилиб боровчи

датчиклардан сигналлар олиб, тегишлича буйруқ импульслари ишлаб чиқаради. Ана шу импульслар асосида ёнилғи ёки ҳавонинг узатилишига тегишлича ўзгартириш киритилади (карбюраторнинг қалқовичли камерасидаги босимга, шунингдек диффузордаги сийракланишга ёки жиклёрнинг ростловчи игна-ли ўтиш кесимига таъсир кўрсатиш орқали).

Ёнилғи аппаратларига ҳам, ўт олдиришни плгарилатиш бурчагига ҳам таъсир кўрсатувчи комплекс бошқариш системаларидан фойдаланилганда электроникани қўллаш энг катта самара беради.

10.1.9. ИЕД ни ишлатиш шароитининг ёнилғи системаси ишига таъсири

Ёнилғи системаси ИЕД нинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини, шунингдек эксплуатацион кўрсаткичларини бевосита ёки билвосита белгилайди. Шу сабабли машиналардан фойдаланиш жараёнида техник ҳолатнинг ўзгариши, ростланишларнинг бузилиши, қисмларнинг ейилиши ёки шикастланиши туфайли уларнинг ишидаги бузилишларни ўз вақтида йўқотиш керак. Бу ишлар мазкур машиналар двигателининг муайян шароитда ишлаш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда техник хизмат кўрсатиш вақтида амалга оширилади. Шунини унутмаслик керакки, ИЕД да аралашманинг тўғри ҳосил бўлиши ёнилғи билан таъминлаш системасининг иши билангина эмас, балки унга чамбарчас боғлиқ бўлган ҳавонинг узатилиши билан ҳам таъминланади. Шу боис зичловчи қистирмаларни алмаштиришда ёки ёнилғи системасини қисмларга ажратишда шунини назарда тутиш лозимки, қистирмаларнинг четлари чиқиб қолиши ёки зичлигининг бузилиши туфайли ҳаво ўтадиган кесимларнинг бузилиши, шунингдек ёнилғи узатилишидаги бузилишлар ИЕД га киритилаётган ёнувчи аралашма таркиби ёки миқдорини ўзгартириши ва унинг иш кўрсаткичларини ёмонлаштириши мумкин. Тузатиш ишларини бажараётганда, киритиш системаси тўлдиришнинг керакли хусусиятларини олишга мослаб газодинамик тарзда сошлаб қўйилганини, шу сабабли унинг таркибий қисмлари (ҳаво тозалагич, карбюратор, ҳаво патрубоклари ёки шланглари)ни алмаштириш ана шу созланишнинг ўзгаришига ва ИЕД кўрсаткичлари, энг аввало қувватининг ўзгаришига олиб келишини ёдда тутиш зарур.

Ўрта Осиё региони учун хос бўлган серчанг шароитда, айниқса, машиналар жадал ҳаракатланганда, абразив зарралар карбюратор юритмаси элементларига ўтириб деталларнинг ейилишини тезлаштиради ва узеллардаги тирқишларни катталаштиради, натижада ИЕД ни бошқариш бузилади. Чанг ёнилғига уни қуйиш ва ИЕД ишлаётган пайтда ёнилғи бакларининг қуйиш бўғзи орқали атмосфера ҳавоси билан бирга киради. Ёнилғига тушган қаттиқ абразив зарралар филтърлар тешикларини беркитиб қўяди, жиклёрлар ва экономайзернинг қўз-

галувчан қисмлари, тезлатиш насоси ва қалқовичли камера-нинг абразив ейилишига, беркитувчи элементлар герметиклигининг бузилишига олиб келади.

Ёнилғи филтрларининг қаршилиги ортиши ёнилғи узатилишини бузади, бу энг аввало таъминлаш системасида ёнилғи сарфининг ортишида намоён бўлади. Қалқовичли камерадаги беркитувчи игнанинг зичлиги йўқолиши ёнилғи сатҳининг кўтарилишига, аралашманинг ўта қуюқлашувига, ИЕД нинг салт ишлаши барқарор бўлмаслигига сабаб бўлади. Ёнилғи жиклёрларининг ейилиши ва ифлосланиши аралашма таркибининг бузилишига олиб боради, натижада ИЕД нинг кўрсаткичлари ёмонлашади. Тезлатиш насоси деталларининг ейилиши ва клапанларининг зич ёпилмаслиги ИЕД қабулчанлигининг ва ўтиш режимларида иш кўрсаткичларининг ёмонлашувида намоён бўлади. Ёнилғи насоси клапанларининг герметиклиги йўқолиши ҳайдаш босимини пасайтиради ва ҳарорат кўтарилганда ёки енгилроқ ёнилғиларда (масалан, газ конденсатларида) ишлаганда системада буғ тикинлари пайдо бўлиши туфайли ёнилғи узатилишининг бузилишига сабаб бўлиши мумкин. Алмаштириладиган элементли ҳаво тозалагич билан жиҳозланган двигател сарчанг шароитда ишлаганда атмосфера чанги филтр тешикларини беркитиб қўяди, натижада тўлдириш коэффициенти ва ИЕД қуввати камаяди, шунингдек ҳатто конструкция мувозанатланган карбюраторда ҳам аралашма таркиби ўзгаради.

Ўрта Осиё учун хос бўлган атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати карбюраторда ёнилғининг буғланишини жадаллаштиради, унинг тўзитилишини осонлаштиради ва ёнувчи аралашманинг бир жинслилигини оширади. Шунга мос равишда, ёнилғининг деворларда конденсацияланиши ва киритиш системасида суюқ парда ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар камаяди, бу эса аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланишини таъминлайди. Айни пайтда, карбюраторда смола қатламлари ҳосил бўлиши тезлашади. Шу туфайли жиклёрлар ўтиш кесимининг кичиклашуви эса ИЕД қувватининг камайишига олиб келади. Экономайзер клапанида ва унинг уясида смола қатламлари ҳосил бўлиши клапан герметиклигининг йўқолишига ва шу туфайли ёнилғининг ортиқча сарфланишига сабаб бўлиши мумкин.

Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши дроссель-заслонканинг берилган вазиятида карбюратор орқали ҳаво сарфини мас-са бўйича камайтиради, жиклёрлардан ёнилғи оқиб ўтиш шароитини анча ўзгартиради. Агар бунда (10.2) тенгламадан келиб чиқадиган бўлсак, қўйидагиларни таъкидлаш мумкин:

— ёнилғининг ҳарорати кўтарилганда унинг қовушоқлиги камаяди, бунинг оқибатида жиклёр орқали ёнилғи сарфи коэффиценти катталашади;

— суюқликнинг иссиқликдан кенгайиши туфайли унинг зичлиги пасаяди;

— босимлар фарқи ҳам доимийлигича қолмайди. Босимнинг ўзгариш қонунияти карбюратор конструкциясининг хусусиятларига боғлиқ.

Буларнинг ҳаммаси шунга олиб келадики, атроф-муҳит ҳарорати кўтарилганда жиклёрлар орқали ёнилғи сарфи масса бўйича ортиши ҳам, камайиши ҳам мумкин. Ҳаво сарфининг ва ёнилғи оқиб чиқиш шароитларининг ўзгариши 9.3.3- § да айтиб ўтилган атроф-муҳит ҳарорати ўзгарганда бензинда ишлайдиган ИЕД кўрсаткичлари ёмонлашувининг асосий сабаби ҳисобланади.

Тоғли районларнинг сийраклашган атмосфера шароитида ишлаганда (атроф ҳавоси ҳароратининг ўзгариши ҳисобга олинмаганда) ёнилғининг тўзитилиши ва буғланиши бирмунча яхшиланади, шунда карбюратор ва киритиш системасида аралашма ҳосил бўлишига қулай шароит юзага келади. Аммо бунда газнинг зичлиги камайиши туфайли диффузор орқали ҳаво сарфи масса бўйича камаяди, бу ҳол ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан қуюқлашувига сабаб бўлади. Бу қуюқлашиш баландликнинг ҳар 1000 м ортишида 6% ни ташкил этади. Заряднинг зичлиги камайиб борадиган шароитда аралашманинг анча юқори ёниш тезлигини ва яхши алангаланувчанлигини сақлаб туриш зарурлигидан келиб чиқиб, уни баландликнинг ҳар 1000 м ортишига 2% атрофида қуюқлаштириш мақсадга мувофиқдир.

Шундай қилиб, α нинг кузатилаётган ҳақиқий кичиклашуви ҳаддан ташқари ортиқ бўлиб, қувватнинг ортиқча камайишига ҳам, ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувига ҳам сабаб бўлиши мумкин. Бу камчиликни йўқотиш учун узоқ вақт тоғларда фойдаланиладиган ИЕД карбюраторлари, кўпинча, баландлик корректорлари деб аталувчи махсус тузилмалар билан жиҳозланади. Бу тузилмалар автоматик тарзда ёки қўлда бошқарилади ва улар аралашмани α нинг кўзда тутилган қийматларигача суюқлаштиришга ёрдам беради. Мазкур тузилмаларнинг иши аралашмани суюқлаштиришнинг бизга маълум усуллари: қўшимча ҳаво киритиш орқали диффузордаги сийракланишни камайтиришга ва қалқовичли камерадаги босимни ўзгартиришга ёки найчалли қутн билан боғланган игна ёрдамида ёнилғи жиклёрининг ўтиш кесимини кичрайтиришга асосланган.

10.1.10. Енгил ёнилғи пуркаш

6-бобда айтиб ўтилганидек, енгил ёнилғи пуркаш усули билан аралашма ҳосил қилишни қўллаш карбюрациялашдагига қараганда ёнилғи узатишда босимларнинг каттароқ фарқидан фойдаланиш туфайли ёнилғининг тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилигини оширади, агар форсункалар бевосита ҳар бир цилиндрнинг киритиш клапани ёнида жойлашган бўлса, аралашманинг цилиндрларга тақсимланишини яхшилайди ва ёнилғи узатилишини ИЕД иш режимининг ўзгаришига яхшироқ

мослаштиришга имкон беради, бу эса транспорт машиналари учун катта аҳамиятга эга.

Қарбюрациялашдан ёнилғи пуркашга ўтишнинг бошқа афзалликлари ҳам бор. Масалан, киритиш канали деворларида суюқ парданинг юзага келмаслиги уни қиздиришни тақозо этмайди, бу эса киритишда янги заряд зичлигини оширади, бинобарин, цилиндрларнинг масса бўйича тўлишини яхшилайди. Бунга киритиш системасида диффузорларнинг йўқлиги ҳам ёрдам беради, натижада системанинг гидравлик қаршилиги камаяди. Цилиндрдаги аралашма ҳароратининг пастроқлиги, шунингдек таркиб бўйича бир жинслироқлиги ҳамда ёнилғининг аниқ дозаланиши ёнилғининг октан сонини оширмаган ҳолда сиқиш даражасини катталаштиришга имкон беради. Буларнинг барчаси ИЕД қувватини ошириш, турли режимларда ёнилғи тежамкорлигини 5—15% яхшилашга, атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдорини камайтиришга, транспорт воситасининг динамик хусусиятларини оширишга ва уни ишга тушириш хоссаларини яхшилашга (карбюраторда аралашма ҳосил қилишдагига нисбатан) имконият яратади.

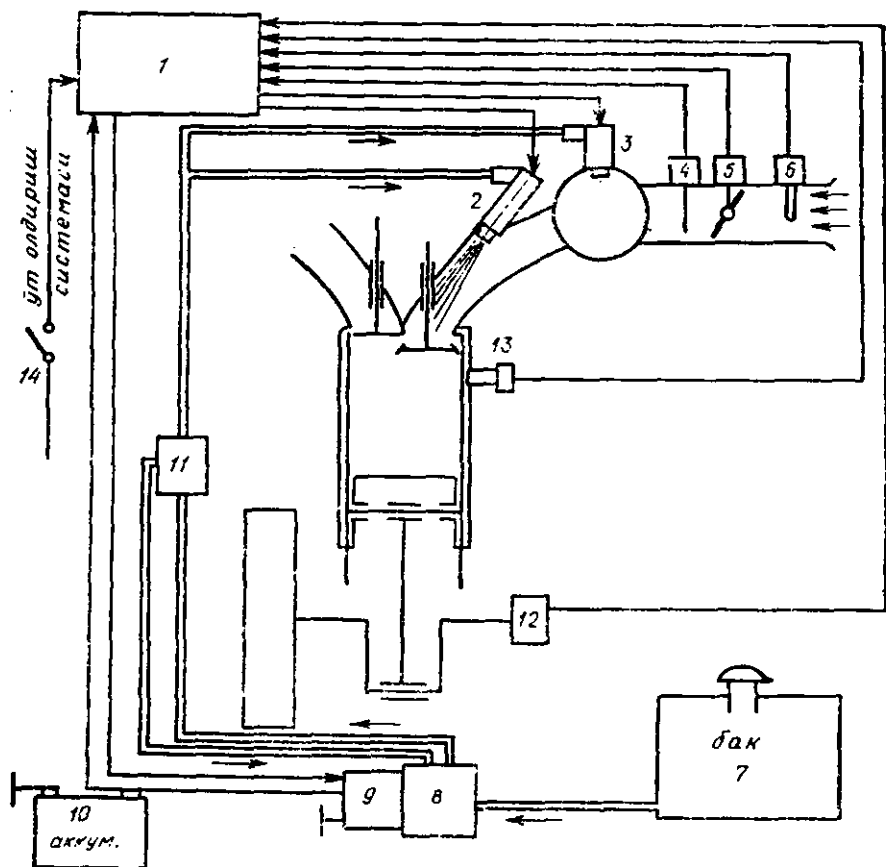
Шу билан бир қаторда енгил ёнилғи пуркаш усули карбюрациялашга нисбатан камчиликларга ҳам эга. Нархнинг 2—3 баравар қимматлиги, шунда ишончлилигининг пастлиги ва ишлатиш давомида техник хизмат кўрсатишларга катта харажатлар қилиниши шулар жумласидандир. Аммо ёнилғи тежамкорлиги ва атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдорини камайтириш масаласи энг долзарб масалалардан эканлиги туфайли карбюраторли системалар ўрнига ёнилғи пуркаш системаларини қўллаш узлуксиз равишда кенгайиб бормоқда.

Автомобиль двигателларида қўлланиладиган енгил ёнилғи пуркаш системалари бошқарилиш усулига кўра механик ва электрон системаларга бўлинади. Механик системаларнинг ёнилғи дозаланишига таъсир қилувчи параметрларни ҳисобга олиш имкониятлари камроқ, аммо ишончлироқ ишлайди ва арзонроққа тушади. Электрон системалар ёнилғининг дозаланишини белгилловчи ўзгарувчиларнинг кўпроқ сонини назорат қилиш ва ҳисобга олишга, яъни ИЕДнинг иш режими ва шаронтига (двигателнинг ҳарорати, атрофдаги ҳаво ҳолатининг параметрлари, ИЕД иш режимларининг ўзига хос хусусиятларидан келиб чиқувчи эҳтиёжлар ва ҳоказо) қараб уларнинг энг мақбул қийматларини танлашга имкон беради. Бироқ улар мураккаброқ бўлиб, ишдаги ишончлилиги камроқдир.

Ёнилғи ягона марказий форсунка ёрдамида ёки ИЕДнинг ҳар бир цилиндри ёнида жойлашган бир неча форсунка ёрдамида пуркалиши мумкин. Биринчи схема анча содда ва арзон бўлса-да, аммо аралашманинг цилиндрларга яхши тақсимланишини ва ИЕДнинг катта қабулчанлигини таъминлай олмайди, шу сабабли мазкур схема кам қўлланилади. Бу система бўйича ёнилғи ё узлуксиз тарзда, ёки босимлар фарқи доний

бўлганда узлукли (импульсли) тарзда пуркалади. Иккинчи схема бўйича пуркалиш импульсининг давомийлиги циклик ёнилғи миқдорини белгилайди. Пуркашнинг бу усулида ёнилғи сифатлироқ тўзитилгани учун у кўпроқ қўлланилади.

Ёнилғ ёнилғи пуркаш системаларининг мавжуд конструкциялари турли-тумандир. 10.13-расмда электрон бошқарувли системанинг принципаал схемаси келтирилган. Электрон блок 1 бошқарувнинг марказий элементи ҳисобланади. У микрокомпьютер асосида яратилган бўлиб, электромагнитли форсункалар 2га буйруқ сигналлари юборади, улар эса ҳар қайси цилиндрнинг киритиш патрубокларига узлукли равишда ёнилғи пуркайди. Пуркаш циклининг давомийлигини белгиловчи буйруқ сигналли ҳаво сарфи датчиги 4 ва айланиш частотаси датчиги 12нинг сигналлари асосида, атроф-муҳит ҳароратини (датчик 6), совитиш суюқлиги ҳароратини (датчик 13), дроссель-заслонканинг вазиятини (датчик 5) ва шу кабиларни ҳисобга



10.13- расм. Ёнилғ суюқ ёнилғи пуркаш системасининг принципаал схемаси

олган ҳолда ҳосил қилинади. Ёнилғи форсуникаларга электр мотор 9 лн насос 8 воситасида 200—300 кПа босим билан узатилади. Бундай босим ростлагич 11 ёрдамида ростлаб турилади. Ишга тушириш даври учун форсунка 3 кўзда тутилган бўлиб, у киритиш коллекторининг марказига ўрнатилган.

Ёнилғ ёнилғи пуркашда электроникадан карбюраторлар билан биргаликда фойдаланилгандаги каби комплекс электрон бошқариш системаларидан фойдаланилганда ҳам ИЕД нинг иш жараёни ва кўрсаткичларини яхшилаш борасида энг юқори натижаларга эришилади. Бундай системалар аралашма ҳосил қилиш жараёнига ва ўт олдиришни илгарилатиш бурчагига таъсир кўрсатади. Уларнинг таркибда ишлатилган газларнинг рециркуляцияланишини ва нейтрализаторларнинг иш режими-ни бошқарувчи занжирлар бўлиши мумкин (11- бобга қаранг). Ҳозирги вақтда қўлланилаётган карбюраторни ва ёнилғи пуркалишини электрон ёрдамида бошқариш системалари нисбатан қиммат бўлиб, ҳозирча кенг қўлланилмаётир. Бироқ, электрониканинг жадал ривожланиб бораётганлиги ва тобора ўсиб бораётган талабларни қаноатлантиришда унинг кенг имкониятларга эга эканлиги туфайли яқин келажакда ундан халқ хўжалигида, айниқса, ёнилғи пуркалишини бошқаришда кенг фойдаланилади, дейиш мумкин.

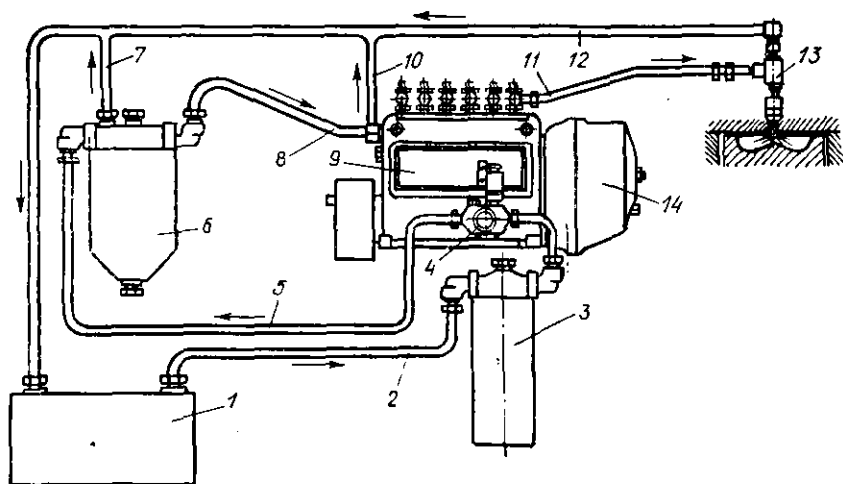
10.2. ДИЗЕЛНИНГ ЁНИЛҒИ СИСТЕМАСИ

10.2.1. Умумий маълумотлар

Дизелнинг ёнилғи системаси 6- бобда баён этилган талабларга мувофиқ тарзда цилиндрларнинг ёниш камераларига ёнилғи берилишини таъминлайди, шунингдек ИЕД нинг маълум вақт мобайнида ишлашига етарли миқдорда ёнилғини сақлаш ҳамда уни цилиндрларга пуркаш олдидан сув ва механик қўшилмалардан тозалаш каби қўшимча вазифаларни ҳам бажаради.

Дизель ёнилғи системасининг энг кўп учрайдиган схемаси 10.14- расмда кўрсатилган. Юқори босим насоси 9 валидан ҳаракат олувчи ёнилғи ҳайдаш насоси 4 ҳосил қилган сийракланиш таъсирида ёнилғи резервуар 1 дан дағал тозалаш фильтри 3 га келади. Ўз навбатида, насос 9 вали дизелнинг тирсакли валидан айланма ҳаракат олади ва у билан фаза (бурилиш бурчаги) бўйича мослаштирилгандир.

Ёнилғи 50—70 кПа босим билан аввал майин тозалаш фильтри 6 га, кейин насосга узатилади. Ёнилғининг бир қисми юқори босим остида ҳайдаш найи 11 бўйлаб форсуникалар 13 га келади ва улар воситасида цилиндрларнинг ёниш камераларига пуркалади. Ортиқча ёнилғи най 10 орқали яна резервуарга қайтиб келади, бунда у ҳосил бўлган буғ ва ҳаво пуфакчаларини ўзи билан олиб кетади, шунингдек насос ишлашидан юзага келган ниссиқликни ўзига олади. Шундай қилиб, ёниш камерасига



10.14- расм. Дизелнинг таъминлаш системаси

қатъий миқдорда ёнилғи узатилиб туришида таъминлаш системасининг икки таркибий қисми: юқори босимли ёнилғи насоси ва форсункалар бевосита қатнашади. Улар алоҳида жойлашган ва гидравлик ҳайдаш найи 11 воситасида ўзаро боғланган. Бундай тузилишдаги ёнилғи узатувчи аппаратлар *ажратилган ёнилғи узатувчи аппаратлар* деб аталади. Улар замонавий дизелларда кенг тарқалган. Баъзи ҳолларда насос бўлинмаси форсунка билан бирлаштирилиб *насос-форсунка* агрегати ҳосил қилинади ва у бевосита ИЕД цилиндрлари устёнамасига ўрнатилади. Бу ҳолда ёнилғи аппаратлари *ажратилмаган аппаратлар* деб юритилади (масалан икки тактли ЯМЗ-204 ва ЯМЗ-206 дизелларига ана шундай аппаратлар ўрнатишган).

Циклик ёнилғи миқдорини ўлчаш (дозалаш) кўпинча юқори босимли насоснинг бевосита иш бўлинмасида узиб қўйиш усули билан амалга оширилади. Баъзан дозалаш ёнилғининг юқори босимли насоснинг иш бўлинмасига киришида дросселланиши орқали бажарилади. Бу ҳолда ёнилғи системасининг умумий тузилиши мос равишда ўзгартирилади.

10.2.2. Ёнилғи бериш жараёни

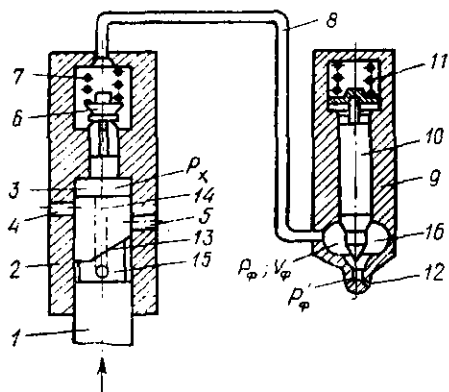
10.15-расмда ажратилган ёнилғи узатувчи аппарат бўлинмасининг схемаси келтирилган бўлиб, унда ёнилғини дозалаш узиб қўйиш усулида амалга оширилади. Насос кулачоги таъсирида плунжер 1 юқорига кўтарилганда унинг устки қирраси тўлдириш туйнуги 4 ни беркитади ва плунжер учидан юқоридаги ҳажмни тўлдириб турган ёнилғини паст босим линиясидан ажратиб қўяди. Ёнилғи плунжер таъсирида ҳайдаш клапани 6 нинг пружинаси 7 ни сиқиб уни очади ва най 8 бўйлаб форсунка тўзиткичи 9 нинг камераси 16 га ўтади. Суюқликлар жу-

да кам сиқилувчан бўлганидан, плунжер юқорига ҳаракатланишда давом этганда камералар 3, 16 ва най 8 дан иборат берк ҳажмда босим тез кўтарилиб боради. Босим қиймати пружина 11 нинг кучидан, тўзиткич ҳаракатланувчи деталларининг инерция кучидан ва ишқаланиш кучидан эиёдлашганида игна 10 ўз уясидан кўтарилади ва тўзиткич соплоси тешиклари 12 га ёнилғи ўтиши учун йўл очилади. Шунда ёниш камерасига ёнилғи берила бошлайди. Пуркаш давомида плунжернинг ҳаракат тезлиги ва ёнилғи ўтиши учун мўлжалланган кесими ўзгаради, шу сабабли бўшлиқ 16 билан ёниш камераси босимлари ўртасидаги фарқ (пуркаш босими деб аталади) ўзгариб, тўзиткич игнаси пружинаси 11 нинг таранглик кучидан анча катталашади.

Плунжернинг юқорига ҳаракатланиши жараёнида унинг винтсимон қирраси 13 узиб қўйиш туйнуги 5 ни очганида бўшлиқ 3 дан ёнилғи канал 14 ва плунжер танасидаги ўйиқча бўйлаб паст босим линиясига чиқади. Бўшлиқ 3 да босим кескин пасаяди ва клапан 6 ёпилади. Най 8 ва камера 16 нинг ҳажмида босим тез пасаяди, бунга сопо тешиклари 12 орқали ёнилғи оқиб чиқиши давом этаётганлиги сабаб бўлади. Босимнинг пасайиши пружина 11 игна 10 ни уясига ўтказиб тешиклар 12 ни камера 16 дан ажратиб қўйгунга қадар давом этади. Шу билан ИЕД цилиндрига ёнилғи бериш тўхтатилади.

Замонавий тезюрар дизелларда ёнилғи бериш жараёни насос плунжерининг юқори тезликда ҳаракатланиши билан бор-йўғи 1—4 мс ичида содир бўлади. Ёнилғининг сиқилиши ва ҳайдалиши импульсли ҳамда ҳаракатчан тарзда кечади. Ёнилғи эластик муҳитдан иборат бўлиб, унда босим товуш тезлигида (1200—1600 м/с) тарқалади, бунда ёнилғи билан тўлдирилган гидравлик система ҳажмининг ҳатто жуда оз даражада ўзгариши ҳам босимнинг кескин ўзгаришига сабаб бўлади.

Ғалаёнлантириш манбаидан тарқалаётган босим импульслари системанинг чеккаларида тўсиққа дуч келганида уларнинг бир қисми орқага қайтиб, қайтар ва йиғинди тўлқинларини ҳосил қилади. Бу тўлқинлар пуркаш хусусиятларини анча бузади. Ёнилғи бериш охирида босим тўлқинлари ёпиқ ҳайдаш клапанидан қайтиб, асосий пуркаш даври тугагандан кейин ҳам игнанинг ўз уясидан такрор кўтарилишига сабаб бўлиши мумкин. Бунинг оқибатида юзага келувчи ёнил-



10.15-расм. Ажратилган усулда ёнилғи берадиган насос бўлинимасининг схемаси

ғининг қўшимча пуркалиши номақбул ҳодисадир, чулки бунда пуркаш босими паст бўлади, ёнилғи йирик ва бир жинслимас тарзда пуркалади. Ёнилғининг қўшимча пуркалиши ишлатилган газларининг туташ даражаси ортишига, сўхта ҳосил бўлиши кўпайишига, солиштира ёнилғи сарфи ўсишига олиб келади ва тўзиткич тешикларининг коксланишига шароит яратади.

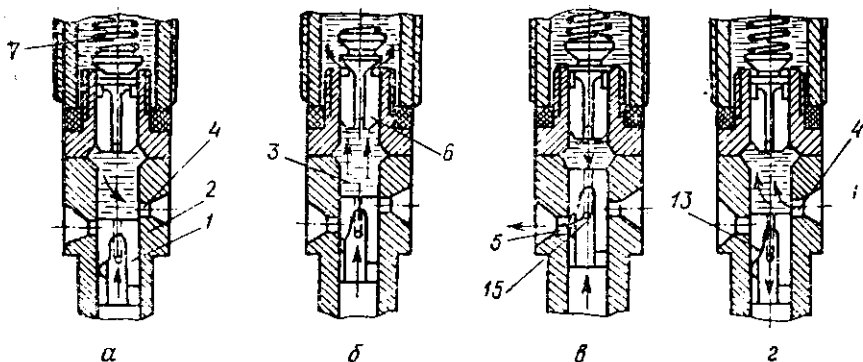
Ёнилғи берилиши тўхтагач, юқори босим бўшлиғида (насос штуцери — ҳайдаш найи — форсунка) тўлқинлар ҳаракати ва қайтиши энергиянинг ишқаланишига сарфланиши туфайли аста-секин сўниб боради ва бўшлиқда қолдиқ босим қарор топади. Одатда, ёнилғи найи 8 қанча узун ва пуркаш импульслари частотаси қанча юқори бўлса, системадаги тўлқин ҳодисаларининг ёнилғи бериш хусусиятларига таъсири шунча кучли бўлади. Ҳайдаш найи бўлмаган насос-форсункаларда бу ҳодисаларнинг таъсири шунчалик камки, уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

10.2.3. Юқори босимли ёнилғи насоси

Юқори босимли ёнилғи насоси ёнилғи узатиш аппаратларининг асосий ва энг мураккаб элементидир. Унинг ёрдамида ёниш камерасига ёнилғи киритишнинг талаб этилувчи қонуният-и белгиланади, шунингдек ёнилғини дозалаш ва ана шу дозани дизелнинг иш режимида мослаб ўзгартириш, ўлчанган дозани зарур босимгача сиқиш ҳамда уни форсункага узатиш амалга оширилади.

Конструкциясига кўра юқори босимли ёнилғи насослари кўп бўлинмалли ва бир бўлинмалли тақсимлаш насосларига бўлинади. Буларнинг биринчиси оғир дизелларда энг кенг тарқалган бўлиб, уларда ҳар қайси иш бўлинмаси ИЕД нинг битта цилиндр-рига хизмат кўрсатади, шунинг учун бўлинмалар иши двигатель цилиндрларининг ишлаш тартиби билан мувофиқлаштирилган бўлиши керак. Улар анча кўп деталлардан тузилган ва уларни ишлаб чиқариш қимматга тушади. Тақсимлаш насосларида битта иш бўлинмаси олтитагача цилиндрга хизмат кўрсатади, бинобарин, ўлчанган ёнилғи миқдорини цилиндрларга тақсимлаш вазифасини ҳам бажаради. Кўп бўлинмалли насослар, одатда, ёнилғи дозалашни узиб қўйиш усулида, тақсимлаш насослари эса ҳам узиб қўйиш, ҳам киритишда дросселлаш усулларида амалга оширади.

Дозалашни узиб қўйиш билан амалга оширадиган насос бўлинмасининг иш цикли 10.16-расмда келтирилган. Расмдаги *а* кўринишда плунжер 1 нинг юқорига ҳаракатланишининг бошланғич босқичи тасвирланган бўлиб, бунда ёнилғи кичрайиб боровчи ҳажм 3 дан паст босим бўшлиғига ўтади; *б* кўриниш тўлдириш туйнуги 4 нинг плунжер чети билан тўлиқ беркилишига мос келади ва ёнилғи узатилишининг геометрик бошланishi (УГБ) деб аталади; *в* кўриниш плунжер қирраси 13 нинг узиб қўйиш туйнуги 5 ни оча бошлашига мос келади ва *уза-*



10.16-расм. Насос бўлинимасининг иш цикли

тилишнинг геометрик охири (УГО) деб аталади. Бунда плунжернинг УГБ дан УГО гача силжиши тўлдириш туйнугининг ҳам, узиб қўйиш туйнугининг ҳам беркилишига мос бўлиб, *плунжернинг актив йўли* деб юритилади. Бу йўл давомида плунжер ҳайдаш клапани 6 орқали форсункага ёнилғи узатади; 2 кўринишда ҳайдаш насоси ҳосил қилган ортиқча босим таъсирида ҳажм 3 ни ёнилғи билан тўлдириш тасвирланган.

Актив йўл давомида плунжер сиқиб чиқарадиган ёнилғи ҳажми *геометрик узатиш* дейилади. Уни ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$V_r = f_{юз} \cdot S_a \quad (10.5)$$

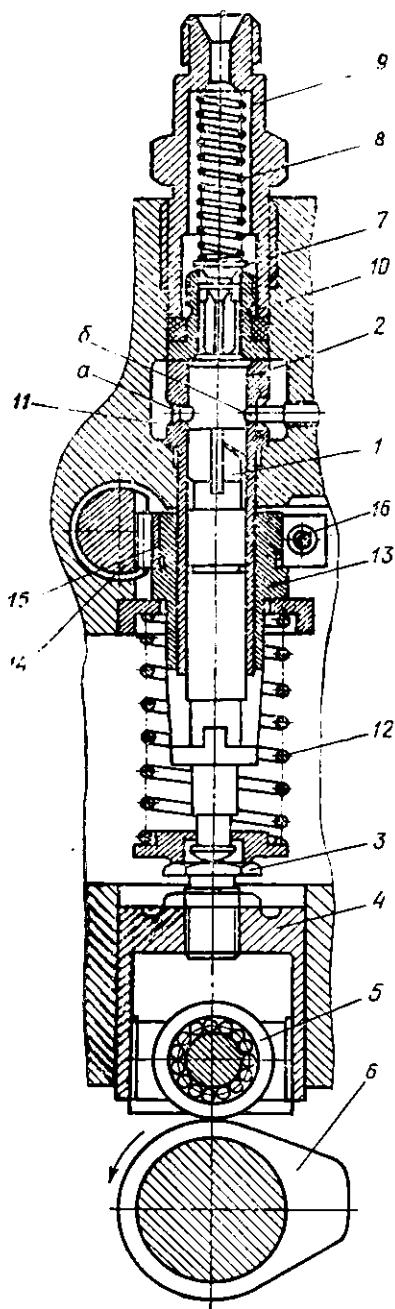
бу ерда: $f_{юз}$ — плунжер кўндаланг кесимининг юзи;
 S_a — плунжернинг актив йўли.

Цилиндрга киритиладиган ёнилғининг ҳақиқий миқдори (дозаси) геометрик узатишдан анча фарқ қилади:

$$V_u = V_r \cdot \eta_c, \quad (10.6)$$

бу ерда η_c — системанинг узатиш коэффициентини бўлиб, у кўпгина омилларга боғлиқ ва циклик номинал узатиш учун 0,75—0,9 га тенг.

(10.5) ва (10.6) формулалардан кўриниб турибдики, узатилган ёнилғи миқдори дастлаб плунжер актив йўлининг қиймати билан аниқланади. Циклик узатишни, яъни ИЕД циклининг ишини ўзгартириш учун узиб қўйиш билан дозалаш усулида плунжер актив йўлининг қиймати ўзгартирилади. Бунга эришиш учун одатда плунжернинг узиб қўювчи қирраси винтсимон қилиб ишланади ва узатишни ўзгартириш учун плунжер втулка ичида 10.17-расмда кўрсатилган тузилма ёрдамида буриб қўйилади. Плунжер 1 ўзининг Т-симон кетинги учи билан втулка 13 даги тўғри ариқчаларга кириб туради ва иш жараёнида кулачок 6 таъсирида юқорига илгариланма ҳаракат қилади ҳамда қайтарувчи пружина 12 ёрдамида пастга тушади.

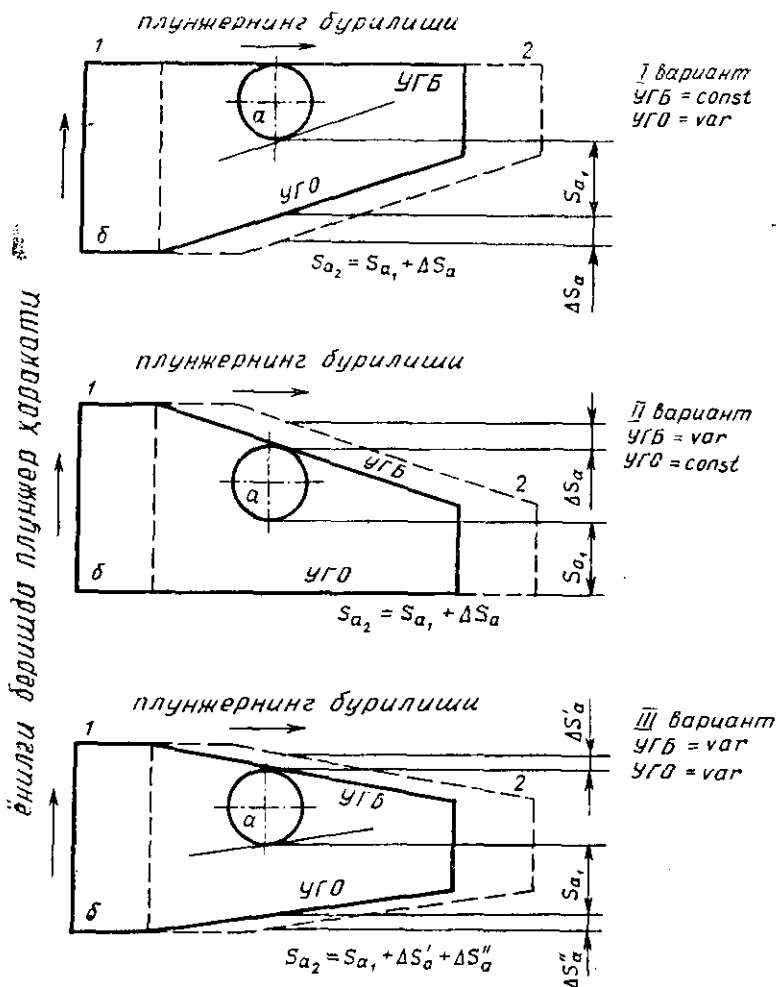


10.17-расм. Юқори босимли кўп плунжерли насоснинг иш бўлиниши

Втулка 13 тишли сектор 15 билан маҳкамлаб қўйилган, рейка 14 эса тасодифан бурилишдан сақлайди. Насоснинг барча бўлинмалари учун бир хил бўлган танланган геометрик узатиш қиймати шу йўсида сақлаб турилади. Рейка 14 акселератор педалига ёки дизелнинг айланиш частотасини ростлагичдаги ричагга боғланган бўлиб, циклик узатишни ўзгартириш учун насос корпусида у ёки бу томонга силжитилади. Бунда насосдаги ҳамма иш бўлинмаларнинг плунжерлари бир йўла бурилади.

10.18-расмда (I вариантда) конструкцияси жиҳатидан 10.17-расм бўйича ясалган плунжер юқори қисми ён сирти ёйилмасининг втулкадаги тўлдириш ҳамда узиб қўйиш туйнуги ага нисбатан вазияти тасвирланган. Плунжернинг дастлабки ҳолатдан соат миллининг ҳаракат йўналишига тескари томонга бурилиши (10.17-расм бўйича) ёйилманинг (10.18-расм бўйича) ўнгга 2 вазиятга бурилишига мос келади (пунктир чизик билан кўрсатилган). Бу ҳол актив йўл ва геометрик узатишни оширади. Плунжер қирраларининг кўрсатилган конструкцияси пуркаш бошланиши ўзгармас бўлган ҳолда УГО ни ўзгартириш орқали актив йўлни ростлашга имкон беради. Ҳозирги вақтда у энг кенг тарқалган.

10.18-расмда ростлашнинг мумкин бўлган бошқа вариантлари ҳам: II—УГО ни ўзгартирмаган ҳолда УГБ ни ўзгартириш билан ростлаш ва III—УГБ ни ҳам, УГО ни ҳам ўзгартириш орқали ростлаш йўллари кўрсатилган. Чизикли катталиги берилган бўлганда кулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича актив йўлнинг давомийлиги насос вали кулачоги 6 нинг танланган профили билан (10.17-расмга қаранг) ҳамда профилнинг фойдала-

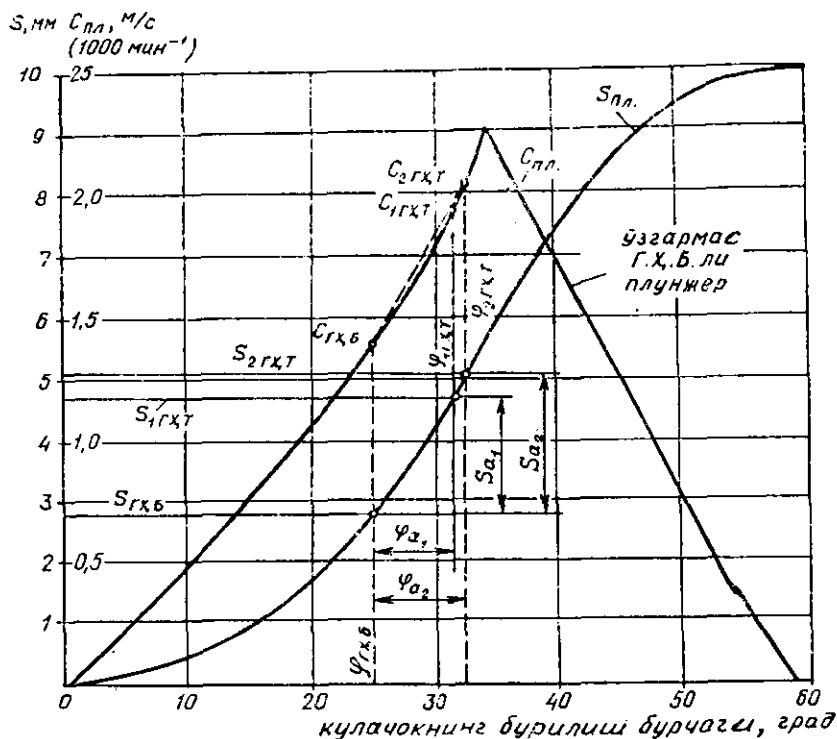


10.18- расм. Отсечка (узиб қўйиш) усули қўлланилганда геометрик узатишнинг ўзгариш схемаси:

a — втулка дарчаси; b — плунжер каллагининг развёртки

ниладиган иш қисми билан белгиланади. Замонавий насосларда, одатда, ён сирти тўғри чизикдан (тангенциал профиль) ёки қабарик айлана ёнидан (қабарик профиль) иборат бўлган кулачоклар қўлланилади.

10.19-расмда кулачокнинг профили тенгенциал бўлганда плунжернинг ҳаракат кинематикаси тасвирланган. Кўриниб турибдики, актив йўл S_{a1} дан S_{a2} гача катталашганда геометрик узатиш фазаси узаяди. Бу эса, ўз навбатида, кулачок бурилиши бўйича ёнилгининг ҳақиқий узатилиш давомийлиги ҳам узайишига олиб келади. Плунжернинг актив йўли тезлик бўйича кулачок профилининг турли қисмларида жойлашиши мумкин, бу ҳол S_a нинг абсолют қийма-

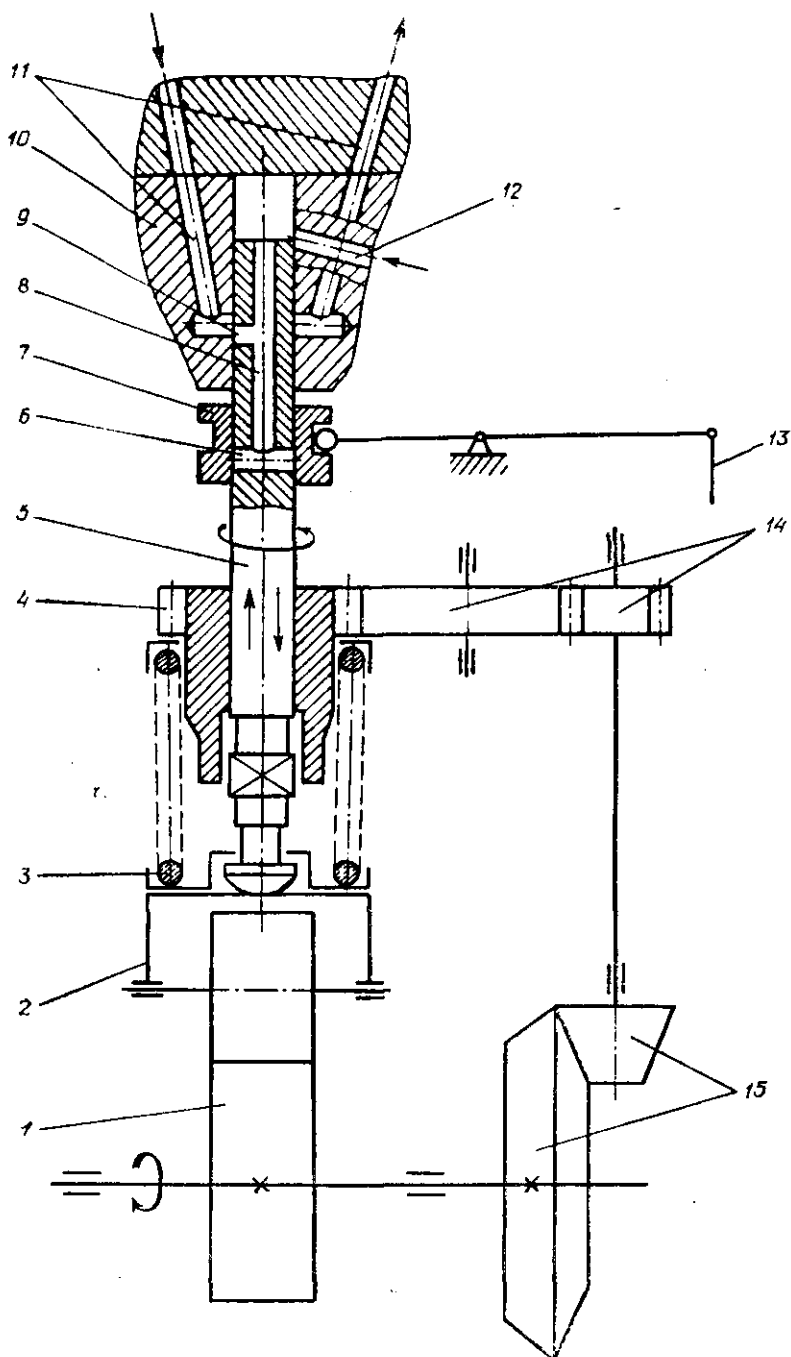


10.19- расм. Плунжер ҳаракатининг кинематикаси ва тангенциал профилли кулачок ишлатилганда геометрик узатишнинг ўзгариши

ти ўзгармаган ҳолда валнинг бурилиш бурчаги бўйича геометрик узатиш давомийлигининг ўзгаришига сабаб бўлади.

Плунжернинг берилган актив йўлида геометрик узатиш кулачокнинг энг кичик бурилиш бурчагига мос келади, бунда мазкур узатиш плунжер тезлиги графигининг максимум соҳасида жойлашади. Актив йўл қисмини кулачок профилига нисбатан силжитиш учун контргайкали ростлаш болти 3 ишлатилади (10.17- расмга қаранг). Одатда, бу болтдан насоснинг барча бўлинмаларида танланган назорат нуқтасига нисбатан (масалан, плунжернинг кулачок таъсирида ҳаракатлана бошлаш нуқтасидан) УГБнинг бир хил бўлишига эришиш учун фойдаланилади.

10.20- расмда НД тақсимлаш насосининг схемаси келтирилган. Схемада унинг ишлаши ва махсус муфта ёрдамида узиб қўйиш йўли билан ёнилғини дозалаши тасвирланган. Плунжер 5 қўп бўлинмали насосда бўлгани каби, кулачок 1, итаргич 2 ва пружина 3 ёрдамида қайтма-илгариланма ҳаракатланади. Бундан ташқари, у шестернялар 14, 15 ва втулка 4 ёрдамида ҳам айланади, втулка 4 плунжернинг кетинги тўртбурчак учига маҳкамланган. Плунжер 5 юқорига ҳаракатланганда паст бо-

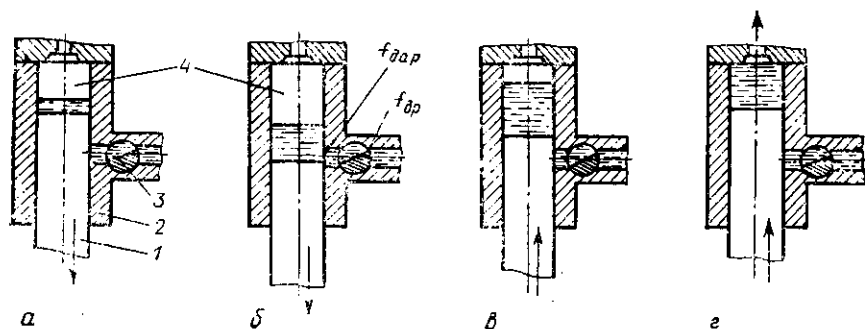


10.20- расм. НД типдаги тақсимлаш насосининг схемаси

сим бўшлиғига туташган тўлдириш канали 12 беркилгандан сўнг ёнилғи плунжер тепасидаги ҳажмда сиқилади. Плунжернинг диаметрал канали 6 дозаловчи муфта 7 нинг юқориги учи чегарасидан ташқарига чиққан лаҳзада ёнилғи узатилиши узилиб қолади. Муфта 7 нинг вазияти, бинобарин, ёнилғи дозасининг ростланиши акселератор педали боғланган ричаг 13 билан (ёки айланиш частотасини ростлагич ричаги билан) ўзгартирилади. Плунжер 5 корпус 10 ичида айланиб, ўлчанган ва сиқилган ёнилғи дозаларининг тешик 9 тегишли радиал тешиклар йўналишига мос келган пайтда каналлар 11 воситасида форсункалар билан туташувчи штуцерларга тақсимлайди. Муфта 7 қанчалик баланд ўрнатилган бўлса, цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдори шунча кўп бўлади. Демак, бу ҳолда ёнилғининг дозаланиши ўзгармас УГБ ва ўзгарувчан УГО да содир бўлади.

10.21-расмда ёнилғини киритишда дросселлаш орқали дозалаш принципи тасвирланган. Плунжер 1 втулка 2 ичида қайтма-илгариланма ҳаракатланади. Втулкада ростлаш дроссели 3 бўлган тўлдириш туйнуғи бор. Дросселга ёнилғи махсус ростлагич ёрдамида муайян ортиқча босим ушлаб туриладиган бўшлиқдан келади. Плунжер пастга ҳаракатланганда (*a* кўриниш) аввалги циклдан берк ҳажм 4 да қолган ёнилғининг бир қисми буғланиб суюқлик тепасида тўйинган буғ ҳосил қилади. Плунжернинг юқориги учи тўлдириш туйнуғини очганда (*б* кўриниш) ҳажм 4 ортиқча босим таъсирида янги ёнилғи билан тўла бошлайди. Плунжернинг юқорига ҳаракатида туйнук беркилганидан сўнг ҳажмга ёнилғи кириши тўхтайтиди (*в* кўриниш). Ҳажм 4 га кирган ёнилғи миқдори дросселнинг очиқ кесимига (туйнукнинг кесимига қараганда анча кичик), шунингдек ҳайдаш бўшлиғидаги босимга ҳамда тўлдириш туйнуғининг очилиш вақтига (бу вақт ИЕД валининг айланиш частотасига боғлиқ) мутаносибдир.

Плунжернинг юқорига бундан кейинги ҳаракатида ҳажм 4 кичиклашади, ундаги босим кўтарилади ва буғсимон ёнилғи суёқ фаза ҳосил бўлгунга қадар конденсацияланади. Шундан



10.21- расм. Ёнилғини дросселлаб киритишда дозалаш принципи

сўнг (2 кўриниш) сиқилган ёнилғи босими кескин кўтарилади ва дозалаш узиб қўйиш усулида амалга ошириладиган насос-дагига ўхшаш, форсункага ёнилғи узатила бошлайди. Узати-лаётган ёнилғи миқдори дросселнинг вазиятини ростлаш орқа-ли ўзгартирилади. Ушбу ҳолда циклик ёнилғи миқдори уза-тилишининг камайиши ёнилғи пуркала бошлашининг кечикиш томонга силжиши билан биргаликда кечади. Айланиш частотаси ортганда ҳажм 4 нинг тўлишига кетадиган вақт қисқаради, шу сабабли циклик ёнилғи миқдорини ўзгаришсиз сақлаб қолиш учун ҳайдаш бўшлиғидаги босимни мос равишда ошириш за-рур.

Аввал айтиб ўтганимиздек, юқори босимли насос ёнилғининг талаб этилган қонуният бўйича узатилишини таъминлайди. Дарҳақиқат, актив йўл даврида плунжернинг ниҳоятда кичик силжиши учун ушбуга эга бўламыз:

$$dV_r = dS_{\text{ф}} f_{\text{юз}}. \quad (10.7)$$

У ҳолда узатишнинг геометрик тезлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{dV_r}{d\tau} = f_{\text{юз}} \left(\frac{dS}{d\tau} \right) = f_{\text{юз}} W_{\text{юз}}, \quad (10.8)$$

бу ерда $W_{\text{юз}}$ — геометрик узатиш даврида плунжернинг жорий тез-лиги.

Одатда, ёнилғининг пуркалиш характеристикалари (6- бобга қаранг) ушбу кўринишда берилади:

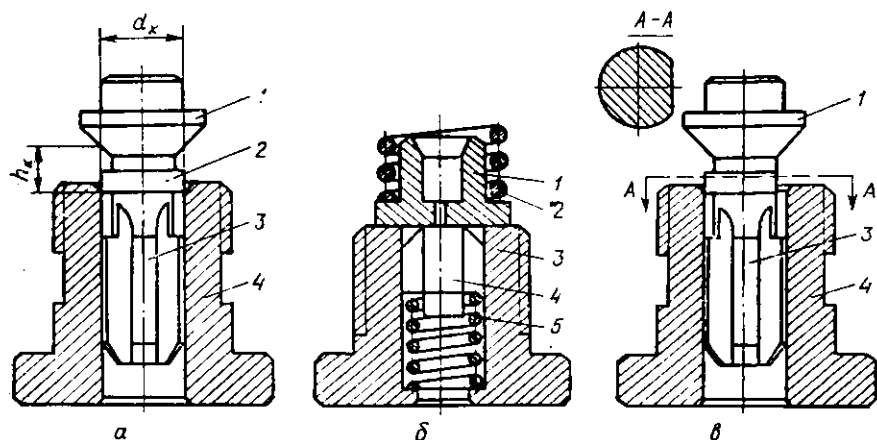
$$\left(\frac{dV_{\text{пур.}}}{d\varphi} \right)_{\text{гр.}} = f(\varphi)_{\text{гр.}}$$

Плунжер узатишининг геометрик тезлигини насос вали кулачоғининг бурилиш градусига бўлиб, (10.8) формула асосида қуйидагини ҳо-сил қиламыз:

$$\left(\frac{dV_r}{d\varphi} \right)_{\text{гр.}} = \frac{dV_r}{d\tau} \cdot \frac{1}{6n_k} = f_{\text{юз}} W_{\text{юз}} \frac{1}{6n_k} \quad (10.9)$$

$\left(\frac{dV_r}{d\varphi} \right)_{\text{гр.}} = f(\lambda_k)_{\text{гр.}}$ функция ёнилғи узатилишининг геометрик ёки назарий характеристикасини аниқ-равшан ифодалайди.

(10.9) формуладан келиб чиқадики, ёнилғининг узатилиш қону-нияти берилган айланиш частотаси учун актив йўл даврида плун-жернинг ҳаракатланиш тезлиги графиги ва унинг қўндаланг кесими юзи билан белгиланади. 10.19- расмда плунжернинг актив геометрик йўли $S_{\text{а2}}$ учун мазкур характеристиканинг шакли пунктир чизиқ би-лан кўрсатилган. Ёнилғи узатилишининг ҳақиқий характеристикаси кўпгина омиллар таъсирида, хусусан, ёнилғи узатиш аппаратлари-нинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлган омиллар таъсирида узил-кесил шаклланади.



10.22-расм. Ҳайдаш клапанлари:

а — бўшаткич белбоғли қўзқоринсимон; б — икки вазифали клапан; в — корректор клапан

10.2.4. Ҳайдаш клапани

Конструктив жиҳатдан ҳайдаш клапани юқори босимли насоснинг чиқариш штуцериди жойлашиб (10.17-расмдаги 7), ёнилғи узатилиш даврида плунжер тепасидаги ҳажмни ҳайдаш найи билан бирлаштиради ва ёнилғи узиб қўйилгандан сўнг уларни ажратади. Бундан ташқари, у қўшимча вазифани ҳам бажаради, яъни қўшимча пуркашлар юз беришининг олдини олиб, штуцер — най — форсунка системасидаги қолдиқ босимни пасайтиради, баъзан эса ундан насос валининг айланиш частотасига кўра циклик ёнилғи миқдори узатилишининг ўзгартириш қонуниятини яхшилаш учун фойдаланилади.

Ҳайдаш клапанларининг айрим конструкциялари 10.22-расмда кўрсатилган. Қўзқоринсимон клапан (а кўриниш) энг кўп қўлланилади. У конуссимон беркитувчи юзага ва хочсимон (крестсимон) кўндаланг кесимли қуйруқ қисмга эга. Клапан пружина 8 билан юкланган (10.17-расмга қаранг), у 1,5 — 2 МПа га тенг очилиш босимини таъминлайди. Клапаннинг беркитувчи юзасидан пастроқда прецизион ён сиртли цилиндрсимон юксизлантириш белбоғи 2 бор, у ёнилғи узатилиши охирида ҳайдаш найидаги қолдиқ босимни пасайтиришга мўлжалланган. Плунжер ёнилғи узатилишини узиб қўйгандан сўнг клапандан пастроқда босим тез пасаяди ва пружина таъсирида клапан ўз уяси томон пастга тушаётиб белбоғ 2 билан юқориги ва пастки бўшлиқларини бир-бирдан ажратади. Клапан тушишда давом этиб уясига ўтиргунга қадар, юқориги бўшлиқдаги ҳажмни $V_{ю} = f_{ю} h_k$ чалик катталаштиради. Бу ҳажм юксизлантириш ҳажми деб юритилади. Бунинг натижасида ҳайдаш найидаги ва форсункадаги босим кескин пасаяди, бу ҳол тўлқин ҳодисалари туфайли тўзиткич игнаси такрор кўтарилишининг олдини олади. Юксизлантириш

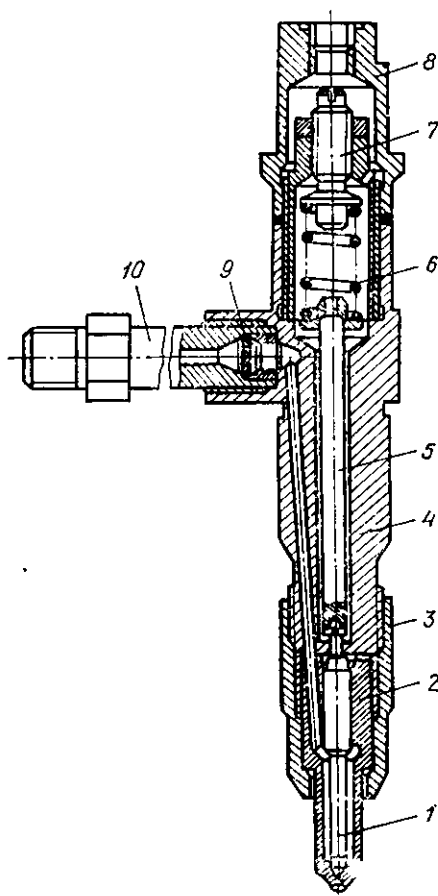
ҳажми $V_{\text{ю}}$ ҳаддан ташқари катта бўлганда юқори босим бўшлиғида ҳаво ва ёнилғи буғлари билан тўлган бўшлиқлар юзага келиши мумкин, бу бўшлиқлар кейинги циклда ёнилғи узатиш жараёнини бузади. Шунинг учун юксизлантириш ҳажмининг катталиги ёнилғи аппаратлари иш режимларининг бутун мажмуини ҳисобга олган ҳолда синчиклаб танланади. Юксизлантириш ҳажми мавжуд бўлганда циклик узатиш миқдори насосдан форсункага узатилган ҳамда клапан уясига ўтиргунга қадар орқага қайтган ёнилғи миқдорлари ўртасидаги фарққа қараб аниқланади.

10.22-расм, б кўринишда НД-21 ва НД-22 насосларида қўлланиладиган конструкция кўрсатилган. Унда ҳар бири ўз пружинасига эга бўлган иккита клапан: ясси клапан 1 ва текис беркитувчи қисмли қўшимча клапан 4 бор. Плуңжер ёнилғи узатганда клапан 1 қўшимча клапан 4 билан бирга кўтарилади ва ёнилғи айлана тирқиш орқали юқорига кўтарилади. Ёнилғи бериш узиб қўйилгандан ва клапан 1 уясига ўтиргандан кейин ҳайдаш найдаги қолдиқ босим ҳамда тўлқинсимон босим импульслари таъсирида клапан 4 очилиб, ёнилгининг бир қисмини яна плуңжер тепасидаги ҳажмга ўтказиб юборади. Бундай клапанлар юқори босим системасини юксизлантирибгина қолмасдан, балки ундаги тўлқин ҳодисаларини сўндиришга ҳам ёрдам беради.

Ватар бўйича қисми кесилган юксизлантириш белбоғининг конструкцияси (в кўриниш) тўғриловчи бўлиб ҳисобланади. Биринчи клапандан (а кўриниш) фарқли ўлароқ, бу клапан кўтарилиб белбоғи уядаги тешикдан батамом чиққунига қадар ёнилғини форсункага сегментсимон йўл орқали ўтказиши мумкин. Бунда плуңжернинг ёнилғи узатиш тезлиги нечоғлиқ паст бўлса, клапанининг энг юқори кўтарилиш баландлиги шунча паст бўлади. Шунга яраша, юксизлантириш ҳажми ҳам, яъни узиб қўйиш даврида орқага қайтадиган ёнилғи миқдори ҳам шунчалик кам бўлади. (10.8) формуладан кўриниб турибдики, насос валининг айланиш частотасига мутаносиб бўлган плуңжер тезлигининг ўсиши билан ёнилғи узатилиш тезлиги ортиб боради. Шу сабабли, агар бузувчи омиллар таъсирини ҳисобга олмасак, тўғрилаш клапани билан ускуналанган насос рейкасининг берилган вазиятида айланиш частотаси ортиши билан цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори камайиши керак. Бу ҳодиса амалда ҳам тасдиқланади. Цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорини тўғрилаш (ўзгартириш)дан кўзланган мақсад кейинроқ кўриб чиқилади. Замонавий дизелларда бошқа конструкциядаги ҳайдаш клапанлари ҳам қўлланилади.

10.2.5. Форсунка

Форсунка қабул этилган аралашма ҳосил қилиш усулига мувофиқ ёнилғини пуркайдн ва уни ёниш камерасининг турли жойларига етказиб беради. Бундан ташқари, у ёнилғи пуркаш характеристикасининг узил-кесил шаклланишига катта таъсир



10.23- расм. Ёпиқ форсунканинг бўйлама қирқими

кўрсатади. Замонавий дизелларда гидравлик бошқариладиган ёпиқ форсункалар қўлланилади. Бундай форсункаларда сопло тешиклари ёнилғи бериш цикллари орасидаги даврда беркитувчи орган — пружина билан юкланган ҳаракатланувчи игна ёрдамида ёнилғи системасининг юқори босимли линиясидан ажратилган бўлади. Ҳозирги вақтда электромагнит ёрдамида бошқарилувчи мослашувчанроқ форсункалар яратиш устида иш олиб борилмоқда. 10.23-расмда ёпиқ форсунканинг умумий кўриниши келтирилган.

Форсунканинг энг муҳим қисми тўзиткичдир. Унинг сопло тешиклари бўлган тумшуғи бевосита ёниш камерасига кириб туради ва юқори ҳароратлар, шунингдек қизиган химиявий актив газлар таъсирида бўлади. Тўзиткичнинг конструкцияси аралашма ҳосил қилиш усули ва ёниш камерасининг шаклига кўп жиҳатдан боғлиқдир. Камералари ажратилмаган дизелларда 0,12—0,6 мм диаметрли 1 дан 12 тагача сопло тешиклари бўлган штифтсиз тўзиткичлар

қўлланилади (10.24- расм, а). Камералари ажратилган ИЁДларда, одатда, штифтининг диаметри 1—3 мм ва конусининг бурчаги 4—15° бўлган штифтли тўзиткичлар қўлланилади (10.24- расм, б).

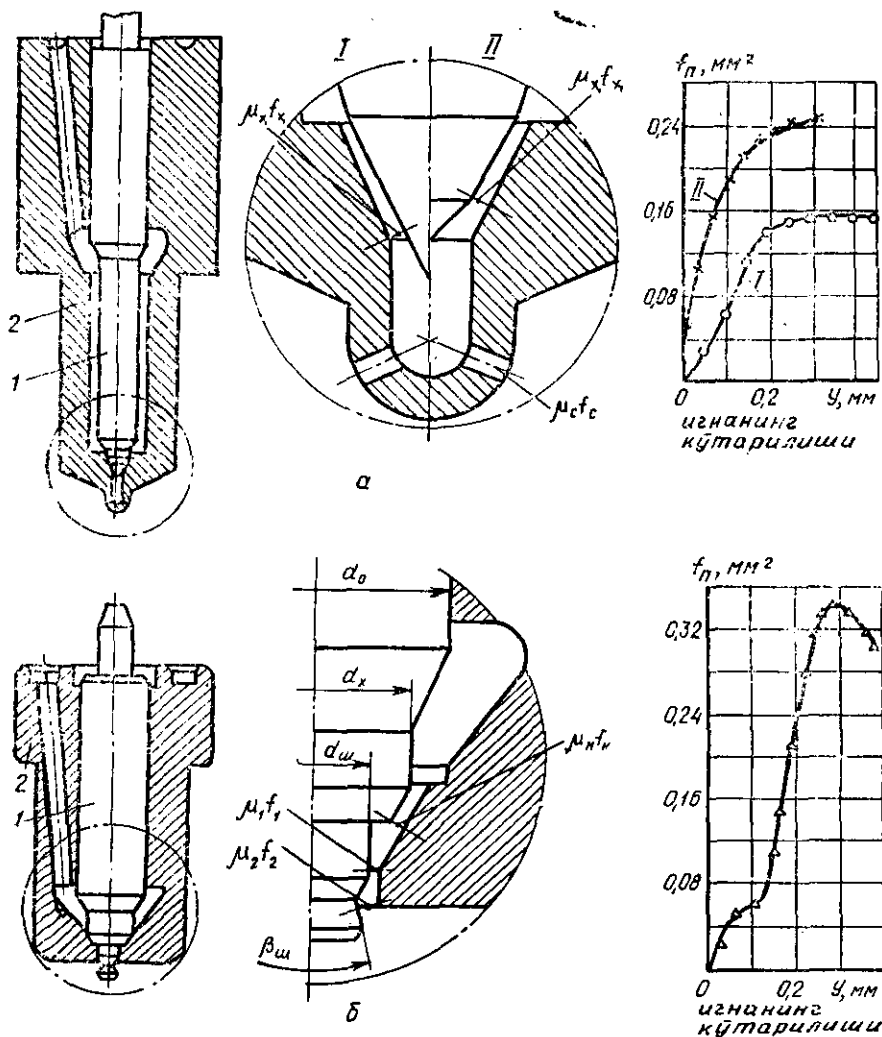
Форсунка орқали градус бўйича жорий ёнилғи берилиши Бернулли тенгласига асосан ушбу кўринишга эга:

$$\left(\frac{\alpha V_{\text{нур.}}}{\alpha \tau} \right)_{\text{гр.}} = \frac{[\alpha V_{\text{нур.}}]}{\alpha \tau} \cdot \frac{1}{6n_k} = f_m \sqrt{2/\rho_{\text{е}}} \sqrt{p_{\text{ф}} - p_{\text{е.к}}} \frac{1}{6n_k} \quad (10.10)$$

бу ерда $p_{\text{ф}}$ ва $p_{\text{е.к}}$ — форсункадаги ёнилғи босими ҳамда ёниш камерасидаги газлар босими;

f_m — тўзиткичнинг самарали ўтиш кесими.

Форсунка тўзиткичида дросселовчи ўтиш кесимининг борлиги ёниш камерасига ёнилғи бериш тезлигини пасайтириб, системадаги



10.24-расм. Форсунка тўзиткичлари ва уларнинг характеристикалари:

a — штифтсиз; *b* — штифтли

босимни оширади ва турли омиллар келтириб чиқарувчи (ёнилғи сиқилувчанлиги, система металл элементларининг деформацияланиши ва ҳоказо) пуркаш характеристикасининг бузилишларини кучайтиради.

Ёпиқ тўзиткичларнинг ўтиш кесими ёнилғи бериш жараёнида ўзгариб туради ва ушбу ифодадан аниқланади:

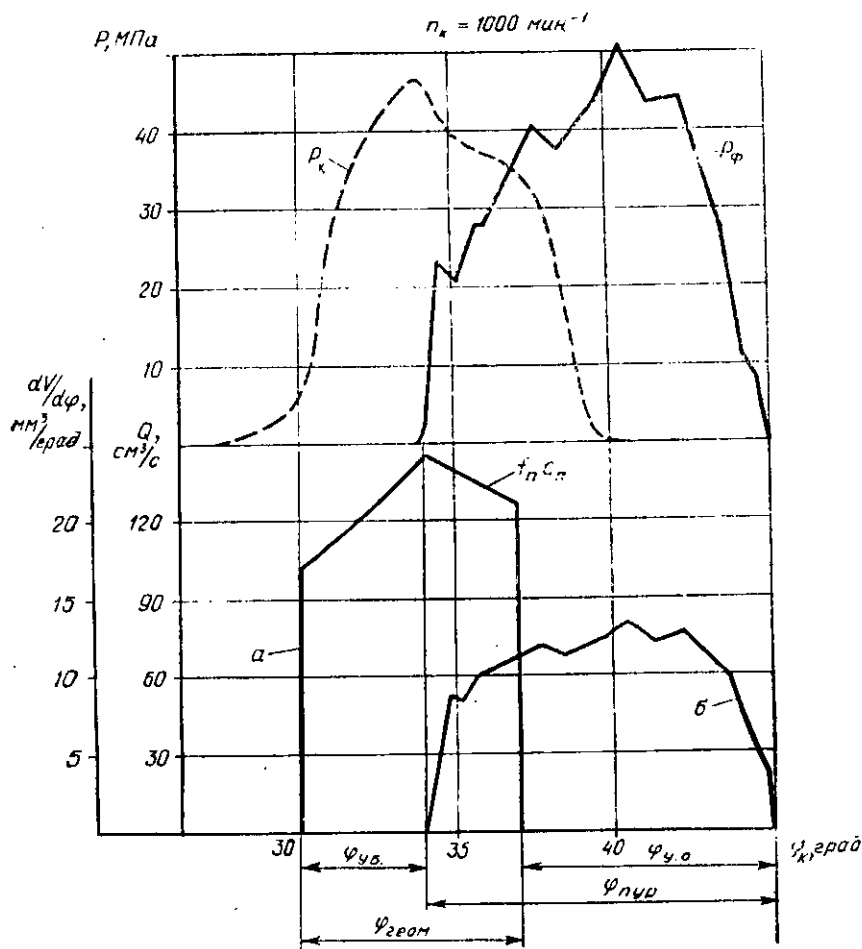
$$f_m = 1 / \sqrt{\sum \frac{1}{(\mu_i f_i)^2}}, \quad (10.11)$$

бу ерда μ_{f_i} — ёнилги ўтадиган дросселловчи кесим.

Тўзиткичда (10.24-расм, а) иккита дросселловчи ўтиш кесими μ_{f_n} ва μ_{f_c} бор. Булардан биринчиси ўзгарувчан бўлиб, игнанинг кўтарилиш баландлигига боғлиқ. Бу — игнанинг беркитувчи конуси билан уя орасидаги кесимдир. Ўзгармас иккинчи кесим эса соплотешикларининг кесимидир. Игна кўтарилишининг бошида ва у ўз уясига ўтириш пайтда, яъни $\mu_{f_n} < \mu_{f_c}$ бўлганда биринчи кесим ҳал қилувчи бўлиб ҳисобланади [(10.11) формулага қаранг], ёнилги беришнинг ўртасида, қачонки кўтарилган игна тиракда турган ва $\mu_{f_n} > \mu_{f_c}$ бўлган пайтда иккинчи кесим ҳал қилувчи бўлиб ҳисобланади. Штифтли тўзиткичда (10.24-расм, б) учта ўтиш кесими (μ_{f_n} , μ_{f_1} ва μ_{f_2}) дросселловчи бўлади. Улар ёнилги бериш давомида ўзгариб туради, бу эса тўзиткич гидравлик характеристикаси $f_m = f(y)$ нинг ўзига хос кечиш хусусиятларини белгилаб беради.

(10.10) формуладан кўриниб турибдики, тўзиткичнинг гидравлик характеристикаси ёнилги пуркалишининг турли босқичларида ёниш камерасига ёнилги пуркаш жадаллигига ҳам таъсир кўрсатар экан. Бироқ, форсунка хусусиятларининг ёнилги пуркаш характеристикасига таъсири шу билангина чекланиб қолмайди. Пуркаш бошида игна кўтарилганда тирак билан чекланадиган игнанинг йўли (одатда у 0,2—0,5 мм ни ташкил этади) ва унинг диаметри қанча катта бўлса, юқори босим бўшлиғининг ҳажми шунча зиёд катталашади. Бу ҳол ёнилги босимининг пасайиши ва пуркаш тезлигининг секинлашувига (10.25-расм), плунжернинг ёнилги узатиш жадаллиги унча катта бўлмаганда (айланиш частотаси паст бўлганда) эса игна ўз уясига ўтириши туфайли характеристикада сусайиш бўлишига ва ҳатто ёнилги узатилишида вақтинчалик узилиш бўлишига олиб келади. Бу ҳолда форсунка майдаловчи иш режимига ўтиши, яъни тўзиткичдаги игна даврий равишда тебраниши туфайли ёнилги импульсли, узлукли тарзда пуркалиши мумкин. Бунда ёнилгнинг пуркалиш ва тўзителиш характеристикалари тамоман ўзгаради.

Пружина билан юкланган игнанинг мавжудлиги шунга олиб келадикки, ёниш камерасига ёнилги ҳақиқий пуркалишининг бошланиши плунжер УГБ сига нисбатан кечикиш томонга силжийди. Пружина таранглигини винт 7 (10.23-расмга қаранг) ёки ростлаш шайбалари ёрдамида кучайтириш кечикишни оширади, пуркаш босимини катталаштиради, ёнилги пуркаш характеристикасининг шаклини анчагина ўзгартиради (ихчамроқ қилади), ёнилгнинг тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилигини, шунингдек тўзиткич соплоси тешикларининг ишончли беркилишини оширади. Аммо бунда уяга ва игнанинг беркитувчи конусига тушадиган механик юкланишлар зиёдлашади, бу эса парчилашни ва сийилишнинг ортиниға олиб келади. Ёнилги пуркаш тезлиги паст бўлганда пружинани ҳаддан ташқари таранглаб юбориш ёнилги пуркаш характеристикаси ҳамда пуркалишнинг бошланиши нобарқарор бўлишига сабаб бўлиши мумкин. Пружинани таранглаш даражаси частоталар ва



10.25- расм. Ёнилги аппаратлари орқали ёнилги узатиш характери-
стикаси:

a — ге метрик (назарий); *б* — ҳақиқий

юкланишларининг иш чегарасида дизелнинг энг яхши кўрсаткичларига эришиш шартларидан келиб чиққан ҳолда тажриба йўли билан аниқланади. Штифтсиз тўзиткичлар учун у 15—25 МПа ни, штифтлилари учун 8—12,5 МПа ни ташкил этади.

Форсункадаги ҳаракатланувчи деталлар: игна, штанга 5 (10.23- расм), тирак шайба ва пружинанинг массаси ёнилги пуркаш характеристикасига катта таъсир кўрсатади. Уларнинг массаси катталашганда ёнилги босимини енгиб ўтиши лозим бўлган инерция кучларининг ортиши натижасида ёнилги ҳақиқий пуркашнинг бошланиши кечикади. Пуркаш охирида игнанинг уяга ўтириш тезлиги пасаяди, бу эса пуркаш харак-

теристикасининг шаклини ўзгартиради, пуркаш даврини узайтиради ва тўзиткичдан чиқаётган ёнилғи охирги бўлақларининг тўзитилишини ёмонлаштиради, шунингдек соплло тешикларининг коксланишига шароит яратади. Ана шу камчиликларни камайтириш ва форсунканинг ишончли ишлашини ошириш учун ҳаракатланувчи деталлар массасини ҳар қандай йўл билан (штангасиз конструкциялар қўллаш, ихчамроқ форсункалар яратиш ва ҳоказо) камайтиришга ҳаракат қилинади. Дизелнинг номинал тезлик режимини оширишда мазкур омилнинг долзарблиги янада ортади.

10.2.6. Ёнилғи пуркаш характеристикасининг шаклланиши

Цилиндрга ёнилғи пуркалишининг ҳақиқий характеристикаси шаклланишида ёнилғи узатиш аппаратларининг ўзига хос томонлари, дизелнинг иш режими ва ёнилғининг хоссалари билан боғлиқ бўлган кўплаб омиллар қатнашади.

Дастлаб, ёнилғи узатиш қонуниятини ёнилғи насосининг бўлинмаси билан белгиланади. Форсунка пуркаш характеристикасига муайян ўзгартишлар киритади. Бу ўзгартишлар унинг конструкциясига боғлиқ бўлади. Аммо ёнилғи насосининг ўзидаёқ ёнилғи дозаланиши ва ҳайдалишининг амалга ошиши геометрик қонуниятдан фарқ қилади.

Насос бўлинмасининг ишлаш принципини кўриб чиқаётганда биз, содда бўлиши учун, вақт омилини ҳисобга олмаган ҳолда, плунжер втулканинг тўлдириш туйнугини батамом беркитганидан кейингина ёнилғи пуркала бошлайди, деб фараз қилган эдик. Амалда эса туйнук батамом беркилгунига қадар плунжер ҳайдаш клапанига ва кейин форсункага ёнилғи узата бошлайди. Бунга ёнилғининг дросселланиши сабаб бўлади, чунки вақтнинг қисқалиги ва туйнук ўлчамларининг кичиклиги туфайли ёнилғи паст босим бўшлиғига ўз вақтида чиқиб улгурмайди. Плунжернинг ёнилғи ҳайдаш тезлиги қанча юқори бўлса (яъни унинг диаметри ва ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса), ёнилғининг ҳақиқий берила бошлашининг мазкур илгариллаши шунча катта бўлади.

Узиб қўйиш усулини кўриб чиқаётганда биз, плунжернинг винтсимон қирраси втулканинг узиб қўйиш туйнугини оча бошлаган вақтда УГО ўринли бўлади, деб тахмин қилган эдик. Амалда эса ёнилғининг дросселланиши оқибатида плунжер тепасидаги бўшлиқда босим бунчалик кескин пасаймайди ва ҳайдаш клапани УГО дан кечроқ беркилади. Плунжер втулкаси туйнугида ёнилғининг дросселланиши ёнилғининг ҳақиқий узатилиш фазаси геометрик фазага нисбатан кенгайишига ва цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорининг кўпайишига олиб келади. Насос бўлинмаси конструкциясининг хусусиятларига боғлиқ бўлган бу ҳодиса айланиш частотаси ортиши билан, кўпчилик юқори босимли насосларда эса циклик узатиш миқдори камайиши билан ўсиб боради (чунки бунда ёнилғи-

нинг кўпроқ миқдори қайта ўтказилади). Ёнилғининг дросселланиши ҳайдаш клапанида ва форсунка тўзиткичида ҳам содир бўлади. Буларда у ўтиш кесимларининг очилиш даврида наноён бўлади.

Муайян массага эга бўлган ва пружина билан юкланган ҳайдаш клапани насос жуфтлиги белгилайдиган ёнилғи узатиш қонуниятига ҳам маълум ўзгартишлар киритади. Бу ўзгартишлар асосан ёнилғи ҳайдала бошлайдиган ва узиб қўйиладиган давларда содир бўлади. Бу таъсир юксиклантириш ҳажми анча катта бўлган белбоғ билан таъминланган клапанларда айниқса кучли бўлади, чунки бундай клапанининг ўз уясидан сакраб кўтарилиши ёнилғи узатилишининг насос импулсини юзга келтиради. Ушбу импульсдан баъзан ёнилғининг ҳатто дастлабки (ўт олдирувчи) миқдорини пуркаш учун фойдаланилади.

Навбатдаги бузувчи омил ёнилғининг сиқилувчанлигидир. Одатда, у сиқилувчанлик коэффиценти $\alpha = \Delta V / \Delta p \cdot 1/V$ билан баҳоланади (бу ерда: ΔV — Δp босим ўзгарганда ҳажмнинг ўзгариши; V —суюқликнинг ҳажми). Суюқликларнинг сиқилиш коэффиценти қиймати унча катта эмас (дизель ёнилғисиники $0,65 \cdot 10^{-9}$ Па $^{-1}$ га, бензинники $2 \cdot 10^{-9}$ Па $^{-1}$ га тенг) ва босим кўтарилиши билан кичиклашади. Аммо дизелларнинг, айниқса, ёшил камералари ажратилмаган дизелларнинг ёнилғи системаларига хос бўлган юқори босим шаронтида (35—150 МПа) ёнилғининг сиқилувчанлиги ёнилғи пуркаш характеристикасига кучли таъсир қилади. Системадаги босимнинг кўтарилиш даврида, плунжер тепасидаги ҳажми, насос штуцерини, ҳайдаш найи ва форсунка бўшлиғини тўлдириб турган ёнилғи сиқилади, шу сабабли унинг тўзиткичга узатилиш тезлиги сиқилмайдиган суюқликникига нисбатан паст бўлади. Шунга мос равишда системадаги босим ҳам пасаяди. Бунда ёнилғи пуркалишининг ҳақиқий бошланиш вақти кечикиш томонга силжийди.

Системадаги босим пасайганда (пуркашнинг якуний қисми) сиқилган ёнилғи кенгайди ва ёнилғининг сопло тешиклари орқали ҳақиқий узатилиш тезлиги сиқилмайдиган суюқликникига қараганда паст бўлади. Тўзиткичдан ёнилғи оқиб чиқиш тезлигининг ортишида ҳайдаш клапанидан кейин, яъни штуцерда, юқори босим найида ва форсункада кенгаювчи ёнилғи қатнашади. Плунжер тепасидаги ҳажмда жойлашган ёнилғининг кенгайиши эса паст босим бўшлиғига оқиб ўтиш тезлигини ўс-тиради, аммо пуркаш характеристикасининг шаклланишида қатнашмайди. Оқибатда пуркаш жараёни кулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича узаяди. Ёнилғининг сиқилувчанлиги туфайли циклик ёнилғи миқдорининг ўзгариши системадаги айтиб ўтилган ҳажмларнинг муносабати билан аниқланади, бунда циклик ёнилғи миқдори камайиши ҳам, деярли ўзгармаслиги ҳам мумкин. Системанинг ҳажми, ёнилғининг сиқилувчанлик коэффиценти, пуркаш босими ва унинг вақт бўйича градиенти (ўзгариши) нечоғлик катта бўлса, ёнилғи сиқилувчанлиги

нинг таъсири шунчалик кучли намоён бўлади. Бу омилнинг бузувчи таъсирини камайтириш мақсадида насос штуцеридagi, форсунка ва ҳайдаш найидаги ҳажмларнинг ёнилғи билан тўлиш даражаси камайтирилади. Бунда найлар мумкин қадар калта бўлиши керак. Дизелнинг ҳамма цилиндрларига бир хил миқдорда ёнилғи узатилишини таъминлаш учун ҳайдаш найларини узунлиги ва ички диаметри жиҳатидан бир хил қилиб тайёрлашга ҳаракат қилинади. Дизелнинг тезлик режими ортиши билан ёнилғи сиқилувчанлигининг таъсири ҳам ошади. Насос-форсункаларда бу таъсир анча кам бўлади, шу сабабли улар пуркаш босими ва циклик ёнилғи узатиш частотаси юқори бўлган тезюрар дизелларда энг кўп қўлланилади.

Юқори босим линиясида юз берадиган тўлиқин ҳодисалар ёнилғи узатиш жараёнининг бузилишига катта таъсир кўрсатади, айланиш частотаси ортганда бу ҳодисаларнинг роли кучаяди. Юқори пуркаш босими билан ишлайдиган ёнилғи системаларида аппаратларнинг металл қисмлари эластик деформацияланиши оқибатида ёнилғи пуркаш жараёни сезиларли даражада ўзгаради. Насос кулачокли валининг эгилиши ва буралиб қолиши, плунжернинг бўйламасига сиқилиши ва унинг втулкаси кенгайиши, чиқариш штуцери ўлчамларининг ўзариши ҳамда найининг кенгайиши системада босим кўтарилган даврда ёнилғи узатиш тезлигини пасайтиради ва жараёнининг охириги қисмида уни оширади, бу пуркаш босимининг пасайишига, узатишнинг кечикиш томон силжишига, унинг кулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича узайишига ҳамда циклик ёнилғи миқдорининг ўзгаришига олиб келади. Бунинг салбий оқибатларини камайтириш мақсадида аппаратлар деталларининг бикрлиги оширилади, насос кулачокли валининг диаметри катталаштирилади, унинг таянчлари оралиги кичрайтирилади, қалин деворли (2—2,5 мм) ҳайдаш найларидан фойдаланилади, уларни тайёрлаш учун мустаҳкам ва қовушоқ пўлатлар ишлатилади.

Тўзаткич пружинаси ва игнасининг тебраниш ҳодисалари, шунингдек, игнанинг йўналтирувчида ишқаланиши туфайли ёнилғи пуркаш характеристикасининг узил-кесил шакли анчагина ўзгариши мумкин.

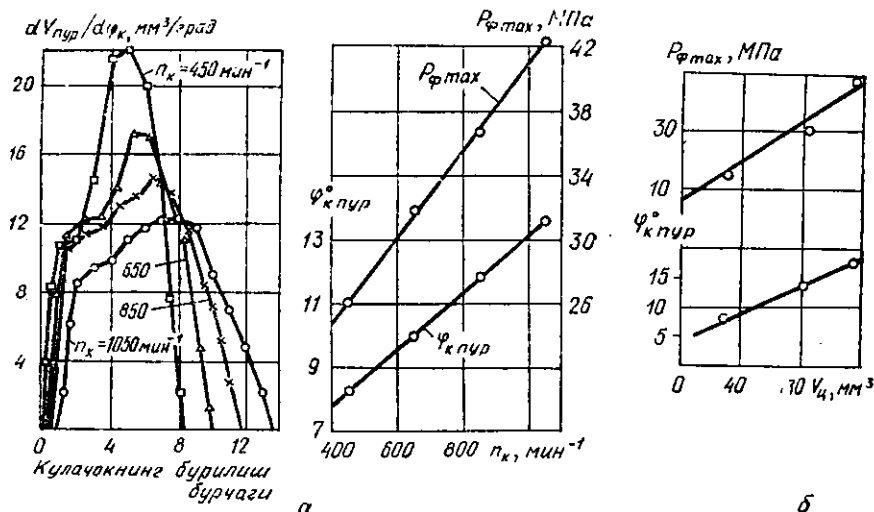
Насос валининг айланиш частотаси камайганида насос бўлинмасидаги плунжерли жуфтликнинг зичловчи сиртлари ва тўзаткич игнаси бўйлаб ёнилғи сизилишининг пуркаш характеристикасига ва циклик ёнилғи миқдорига таъсири тобора ошиб боради. Қовушоқлиги паст бўлган ёнилғилар (бензин ва газ конденсатлари) ишлатилганда ҳамда Урта Осиё регионига хос бўлганидек ҳарорат кўтарилганда бу ҳодиса кучаяди. Циклик ёнилғи бериш миқдори кам бўлганда ИЕД нинг барқарор ишлашини ва циклдан-циклга, шунингдек ИЕД нинг турли цилиндрларига ёнилғи пуркаш характеристикаларининг бир хилда бўлишини таъминлашда катта аҳамиятга эга бўлган ёнилғи сизиларни камайтириш учун насос бўлинмаси ва форсунка

деталлари иш сиртларининг геометрик аниқлиги ва тозаллиги юқори даражада, туташ цилиндр деталлар орасидаги тирқиш 0,5—2 мкм бўладиган қилиб тайёрланади, бу эса дизелбоп ёнилғи аппаратлари ишлаб чиқаришни анча мураккаблаштириб ва қимматлаштириб юборади.

Кўриб чиқилган бузувчи омиллар таъсири шунчалик мураккаб ва турли-туманки, пуркаш хусусиятларини ҳисоблаб чиқишда албатта ЭХМ дан фойдаланишга, аппаратларнинг ўзини ва уларнинг иш кўрсаткичларини сошлашда эса тажриба усулларини кенг қўллашга тўғри келади. 10.25- расмда ёнилғи пуркашнинг геометрик ва ҳақиқий характеристикалари, шунингдек форсунка тўзиткичи бўшлиғидаги босимнинг ўзгариш диаграммаси келтирилган. Айнан бир хил вариантдаги аппаратлар учун пуркаш кўрсаткичлари айланиш частотасига ва циклик ёнилғи миқдорига (яъни ИЕД нинг юкланишига) қараб ўзгаради.

10.2.7. Ёнилғи узатишнинг тезлик ва юкланиш характеристикалари

Ёнилғи насоси валининг айланиш частотаси ортганида (ва рейканинг вазияти ўзгармас бўлганида) плунжернинг ҳаракат тезлиги ҳамда ёнилғи узатишнинг ҳажмий тезлиги мутаносиб тарзда ўзгаради, бу эса (10.9) ва (10.10) формулаларга мувофиқ, пуркаш босимининг кўтарилишига сабаб бўлади. Айни пайтда қатор бузувчи омилларнинг ёнилғи узатиш характеристикасига таъсири кучаяди. Асосан, ёнилғининг сиқилувчанлиги натижасида, форсунка орқали абсолют пуркаш тезлиги орти-



10.26- расм. Ёнилғи узатиш хаарактеристикаларининг ўзгариши:

а — айланиш частотаси бўйича (рейка ҳолати ўзгармас); б — юкланиш бўйича (айланиш частотаси ўзгармас)

шига қарамасдан, градусда ўлчанувчи ҳажм бўйича ёнилғи узатиш даражаси пасаяди (10.26- расм, а). Ёнилғи узатиш жараёни кечикиш томон бироз силжийди ва кулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича узаяди. Насос рейкасининг ўзгармас вазиятида циклик ёнилғи миқдори ортади, бунга дросселланиш таъсири ортиши сабаб бўлади. Бунда пуркаладиган ёнилғи миқдори қанча кам бўлса, ушбу таъсир шунча кучли бўлади (10.27- расмда пунктир чизиқ билан кўрсатилган). Тезлик режими ортиши билан пуркаш босими даражаси деярли чизиқли тарзда ўсиб боради, натижада ёнилғининг тўзителиши яхшиланади. Шунга ўхшаш қонуниятлар ёниш камераси ажратилган, дозалаш узиб қўйиш усулида амалга ошириладиган ёнилғи аппаратларининг кўпгина конструкцияларига ҳосдир. Насос-форсуналар учун ва ёнилғини дозалаш тўлиқ узатишларга яқин бўлган циклик узатишларда киритиш вақтида дросселлаш ёрдамида амалга ошириладиган системалар учун циклик ёнилғи миқдори айланиш частотаси ортиши билан камаёди. Бунга, биринчидан, ёнилғи сиқилувчанлигининг таъсири юқорироқлиги, иккинчидан эса плунжер тепасидаги ҳажмнинг суюқлик билан тўлишига ажратилган вақтнинг камлиги сабаб бўлади.

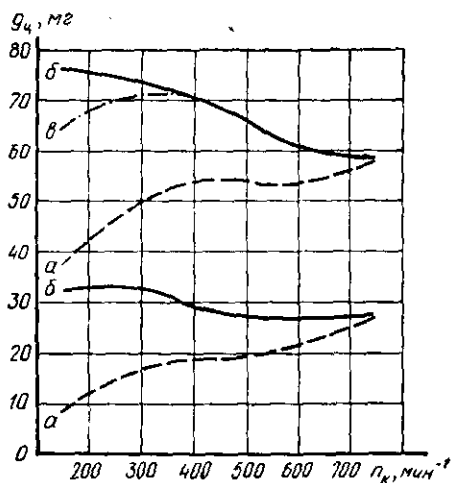
10.26- расмда кўриниб турганидек, дизель валининг айланиш частотаси ортганда ёнилғининг узатила бошлаш вақти кулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича деярли ўзгаришсиз қолади, ҳолбуки, циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланиш шартидан келиб чиқадиган бўлсак, у илгарилаш томон силжиши керак. Шу мақсадда иш частоталарининг доираси кенг бўлган дизеллар тезлик режими ортиши билан ёнилғи беришини илгарилатиш бурчагини автоматик йўсинда катталаштирувчи тузилмалар билан жиҳозланади. Ёнилғи насосининг кулачокли валини унинг юритмаси вали билан бириктирувчи *пуркашни марказдан қочма илгарилатиш муфтаси* шу йўналишдаги энг кенг қўлланиладиган содда тузилмалардан бири ҳисобланади.

Ёнилғи дозаси ортганда (ва айланиш частотаси ўзгармас бўлганда) плунжернинг ёнилғи узатишдаги ўртача ҳажмий тезлиги катталашади ва мос равишда пуркаш характеристикалари ўзгаради (10.26- расм, б га қаранг). ЯМЗ-236 дизелининг ажратилган аппаратларида циклик ёнилғи миқдорининг ўзгариши УГБ ўзгармас бўлганда амалга ошади, шу билан циклик ёнилғи узатиш миқдори ўсиши пуркаш жараёнининг кечикиш томон узайишига олиб келади. Пуркаш босими циклик ёнилғи миқдорининг ортишига деярли тўғри мутаносиб тарзда кўтарилади, бу ҳол ёнилғининг тўзителиш сифати яхшиланишини таъминлайди.

10.27- расмда кўрсатилган циклик ёнилғи узатишнинг тезлик режими бўйича кечиш қонунияти ишлатиш шароитларида дизель кўрсаткичларининг мақбул тарзда ўзгаришини таъминлай олмайди. Уни тўлдириш коэффициентини ифодаловчи одатдаги эгри чизиқлар билан (4.5- расмга қаранг) қиёслаб шундай хулосага келиш мумкин, бунда айланиш частотаси камайганда

ҳавонинг ортиқлик коэффициенти катталашади ва цикл давомида бериладиган иссиқлик миқдори ортади. Бу — циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасининг яхшиланиши ва аралашма ҳосил бўлиши мумаммоларининг осонлашуви нуқтан назаридан мақбулдир. Аммо бу ҳол ёнилғи узатиш тўлиқ бўлганда дизелда ҳосил қилинадиган энг катта буровчи момент ва қувватнинг камайишига сабаб бўлади, бинобарин, транспорт машинасининг динамик кўрсаткичларини ёмонлаштиради. Бундан ташқари, бу ҳолат дизелнинг қабулчанлиги ва тортиш хусусиятлари жиҳатидан номақбулдир. Шу нуқтан назарга кўра, тезлик режими ошганда буровчи моментни катталаштириш мақбул ҳисобланади. Бундай қонуниятга эришиш учун айланиш частотаси камая борган сари циклик ёнилғи узатишнинг ортишини таъминлаш зарур (тўғри тузатиш киритиш деб аталади). Циклик ёнилғи узатиш миқдори энг кам бўлганда (салт ишлаш режими) айланиш частотаси камайганда унинг қийматини катталаштириш дизелнинг юқори барқарорлик билан ишлашини таъминлаш учун зарурдир (12- бобга қаранг).

Циклик ёнилғи узатишга тўғри тузатишлар киритилишига эришиш учун *корректорлар* деб аталувчи махсус тузилмалар қўлланилади. Улар ёнилғи аппаратиға ёки айланиш частотасини ростлагичға ўрнатилади (10.27-расмдаги туташ чизиқларға қаранг). Дизель тўлиқ юкланиш билан ишлаганда цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорининг энг паст тезлик режимиға қадар ўсиб бориши ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувига ва ишлатилган газларда тутун миқдори ортишиға олиб келиши мумкин, чунки айланиш частотаси кам бўлганда тўлдириш коэффициенти кичиклаша бошлайди. Бундан ташқари, айланиш частотаси кам бўлганда аралашма ҳосил бўлиш энергияси анчагина камаяди ва иссиқликдан фойдаланишнинг қониқарли бўлишиға эришиш қийинлашади. Паст айланиш частоталари кўриб чиқиладиган мақсадға мўлжалланган дизелларда кўпроқ қўлланилгани сабабли уларнинг кўрсаткичларини ошириш учун кўпинча паст айланиш частоталари соҳасида циклик ёнилғи узатишга тўғри тузатиш киритиш су-сайтирилади ёки корректорлар ёрдамида тескарн тузатиш киритиш усулидан фойдаланилади. Бунда корректорлар тезлик



10.27- расм. Ёнилғи узатишнинг тезлик характеристикалари:

а — коррекцияси; б — тўғри коррекцияли;
в — тескарн коррекцияли

пасайганда циклик ёнилғи узатишни камайтиради. Тескари тузатиш киритиш усулидан турбонаддувли дизелларда ҳам ИЕД ва турбокомпрессор характеристикаларини яхшироқ мувофиқлаштириш учун фойдаланилади (10.27-расмдаги *в* чизиққа қаранг). Ана шундай тузилмалардан бири сифатида, юқорида кўриб чиқилган бирор конструкциядаги ҳайдаш клапан-корректоридан фойдаланилади (10.22-расм, *в* га қаранг). Юксизлантириш белбоғчасининг кесилган қисмининг ўтиш кесимини ўзгартириш орқали клапаннинг тузатиш киритиш самарадорлигини ўзгартириш мумкин. Корректорларнинг бошқа турлари 12-бобда кўриб чиқилади.

10.2.8. Ишлатиш шароитларининг дизель ёнилғи системасининг ишига таъсири

Ёнилғи узатиш аппаратларининг иш жараёнида қизиган газлар ёниш камерасининг ичига туртиб чиққан форсунка тўзиткичининг тумшуғига даврий равишда тегиб ўтади ва ҳатто унинг ичига кириб қудуқчадаги ва сопло тешикларидаги ёнилғини оксидлайди. Аста-секин сўхта тўпланиб бориши (қўшимча пуркалишлар бўлганда, ёнилғи узатиш тезлиги паст бўлган режимларда узоқ вақт ишлаганда ва беркитувчи игнанинг беркитиш зичлиги етарли бўлмаганда бу ҳодиса жадаллашади) сопло тешиклари ўтиш кесимининг кичиклашиб қолишига олиб келади. Игнанинг тўзиткич уясига урилиши (игнанинг уяга ўтиришида) конуссимон юзаларнинг ейилиши ва парчинлашувига сабаб бўлади, натижада игнанинг конструкцияда кўзда тутилган энг баланд кўтарилиш қиймати ўзгаради. Ёнилғи ва пружина кучи таъсирида бўлувчи форсунка деталлари таянч юзаларининг ейилиши пружина таранглигининг ҳам ўзгаришига олиб келади. Бунинг устига, пружина ўзининг эластиклиги ва қаттиқлигини тобора ўзгартириб боради.

Ёнилғи насосининг иш жараёнида плунжерли жуфтликнинг прецизион сиртлари ейилади. Натижада ёнилғининг сизилиши ортади. Бундан ташқари, валнинг кулачоклари ва таянч подшипниклари ейилади (бу ҳол плунжернинг ёнилғи узатиш тезлигига таъсир қилади), шунингдек, ҳайдаш клапанининг зичловчи сиртлари ейилади. Ейилиш натижасида юқори босим бўшлиғининг юксизланиш хусусиятлари ва тузатиш киритиш самарадорлиги ўзгаради. Бу ҳол пуркаш характеристикаларининг ўзгаришига ҳамда уларнинг иш режимига боғлиқ ҳолда кечинишга сезиларли таъсир кўрсатади. Дизелнинг иш кўрсаткичлари кўп жиҳатдан ёнилғи аппаратларига боғлиқ бўлгани учун ИЕД ни ишлатиш давомида вақт-вақтида уларнинг ҳолатини текшириб туриш ва дастлабки ростланишларини тиклаб туриш лозим.

Урта Осиё регионига хос бўлган атроф ҳавосининг юқори ҳарорати ва жадал қуёш радиацияси биргаликда системадаги ёнилғининг ҳароратини анча оширади, оқибатда унинг зичлиги

ва қовушоқлиги пасаяди. Тажриба маълумотларига кўра, ёнилғи сизилишининг кўпайиши ва зичлигининг камайиши оқибатида циклик ёнилғи узатиш ёнилғи ҳароратининг ҳар 10° кўтарилишида 1,5% камаёди. Регионнинг ёз мавсумида ёнилғининг ҳарорати дизель филтрларида $73-78^{\circ}\text{C}$ га, ёнилғи насосида $85-90^{\circ}\text{C}$ га етади, бу эса мамлакатимизнинг ўрта минтақасига хос ҳароратдан $40-50^{\circ}$ зиёддир. Фақат ана шу омилнинг таъсири ИЕД қувватининг анчагина камайишига ва ёнилғи тежамкорлигининг сезиларли даражада ёмонлашувига сабаб бўлади.

Ёнилғининг ҳарорати кўтарилганда унинг мойлаш хусусияти пасаяди ва чегаравий ишқаланишнинг пайдо бўлиш эҳтимоли ортади. Бундай ишқаланиш ейилишга олиб келади, натижада ёнилғи аппаратларидаги прецизион элементларнинг ишлаш шароити ёмонлашади. Ёнилғи буғланишининг кучайиши суюқликда узиб қўйиш натижасида пайдо бўлувчи буғ пуфакчалари миқдорини ошириб юборади, бунинг оқибатида ёнилғининг сиқилувчанлик коэффициентини катталашади, бинобарин, ушбу омилнинг пуркаш характеристикасига бузувчи таъсири кучаяди.

Ўрта Осиё регионини шароитида йўл сиртидаги ҳаво қатламнинг серчанг бўлиши, кўпгина тупроқларга хос бўлган кварц чангининг майда заррачаларга бўлиниши (дисперслилиги) ва уларнинг абразив хоссалари юқорилиги ёнилғи аппаратларининг ишига кескин салбий таъсир қилади. Бензинда ишлайдиган ИЕДлардаги каби дизелларнинг ёнилғи системасига ҳам чанг унга ёнилғи қуйиш пайтида, шунингдек машина ишлаётган вақтда ёнилғи баки бўшагани сари унинг қопқоғи орқали атмосфера ҳавоси билан бирга киради. Ёнилғини майин тозалайдиган стандарт филтрлар 3 мкм дан йирикроқ зарраларни ушлаб қолишга мўлжалланган. Шу сабабли чангнинг асосий қисми филтрларда ушланиб қолиб уларнинг тешикларини беркитади ва ички қаршилигини оширади. Бироқ тажриба шунини кўрсатадики, серчанг шароитда 200—300 соат ишлагандан кейинроқ филтрлар ўз сифатларини йўқотади ва ёнилғи насосининг прецизион деталлари учун энг хавфли ҳисобланган 5—7 мкм ли чанг зарраларини ўтказиб юбораверади.

Ёнилғида абразив чангнинг бўлиши насос бўлинмаларидаги прецизион жуфтликлар ва ёнилғи насосидаги ҳайдаш клапанларининг ейилишини бир неча баравар тезлаштириб, айниқса, паст айланиш частоталари ҳамда кичик циклик узатишларда ёнилғи пуркаш характеристикаларини батамом бузади. Абразив чанг тўзиткичининг йўналтирувчи игнаси, конуссимон беркитувчи юзалар ва сопло тешикларининг ейилишига ҳам шунга ўхшаш таъсир кўрсатади. Таъминлаш системасида механик қўшилмаларнинг юқори даражада майин тозаланишини таъминлайдиган ёнилғини майин тозалаш филтри мавжуд бўлганида форсункалар серчанг шароитда ҳатто узоқ вақт ишлаганида ҳам абразив зарралар таъсирида ейилиш жуда кам бўлиши, ҳолбуки, ифлосланган ёнилғи ишлатилганда 200—300 соатдан

кейинноқ тўзиткич батамом ишдан чиқиши мумкинлиги аниқланган.

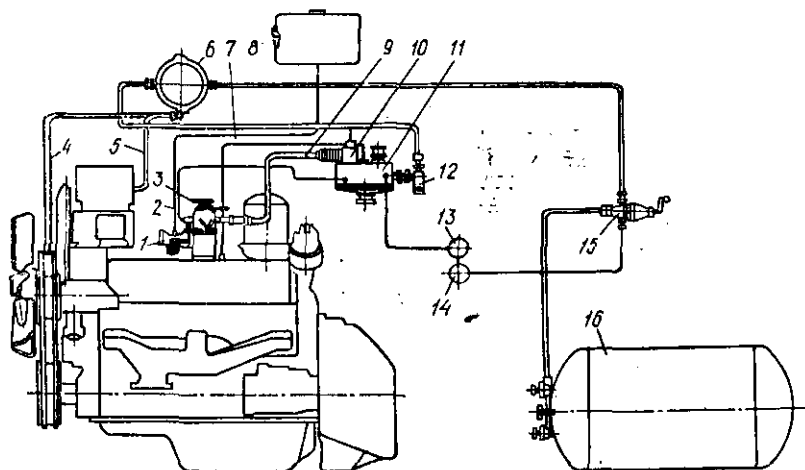
Машиналар серчанг шаронда ишлаётганда (йўл қурилиши, очиқ кон, мелиорация, қишлоқ хўжалиги ишларида) ёнилғи аппаратлари ҳаддан ташқари ейилишининг олдини олиш мақсадида филтрлаш элементларини алмаштириш муддатларини қисқартириш, ёнилғини бакка қўйишдан олдин 8—10 кун давомида тиндириб қўйиш йўли билан дастлабки тозалашдан фойдаланиш, ҳар кун филтр ва баклардаги қўйқани тўкиб ташлаш зарур. Махсус филтрлар ёки узунроқ ҳаво киритиш найларидан фойдаланиш орқали ёнилғи қўйиш бўғизларининг қопқоғини герметиклаштириш ва ёнилғи бакларида ҳолати сўюқлик сатҳига қараб ўзгарувчи қабул қилгичларни қўллаш ИЁДга кирувчи ифлослагичлар миқдорини икки мартагача камайтириш, уларнинг ёнилғини майин тозалаш филтрларида чўкишини камайтириш ва мос равишда филтрларнинг самарали ишлаш муддатини узайтириш имконини беради.

Ёнилғининг ҳарорати ўзгариб турадиган шароитда унга сув аралashi жиддий муаммодир. Бу ҳодиса биринчи навбатда дизелларнинг ёнилғи системаси учун хосдир. Ёнилғида сув миқдори кўпайишининг асосий сабабларига системадан қайтаётган иссиқ ёнилғининг бакка ёки филтрга қўйилишини, ҳавода, бак деворларида ва ёнилғи сиртидаги намнинг сувга айланишини кўрсатиш мумкин. Сув ёнилғи филтрларининг филтрлаш хусусиятини ёмонлаштиради, аппаратларнинг коррозиясини кучайтиради, ёнилғининг қовушоқлигини ўзгартиради ва унинг мойлаш хусусиятини пасайтиради, унинг ифлосликлар тўпланишига ҳамда уларда микроорганизмлар миқдорининг кўпайишига мойиллигини оширади. Ўрта Осиё регионига хос бўлган охирги таъсир ёнилғининг коррозиялаш хусусиятини қўшимча равишда кучайтиради. Сув ёнилғининг лойқаланиш ва кристалланиш нуқталарини кўлайтиради, унинг паст температураларда ҳайдалувчанлиги ва филтрланувчанлигини камайтиради.

Трактор дизелларидан амалда фойдаланиш жараёнида ёнилғини майин тозалаш филтрларининг 10—18% га яқини ёнилғида сув борлиги туфайли ишшади ва деформацияланади, 35% га яқини эса шу сабаб туфайли муддатидан илгари ишга яроқсиз бўлиб қолади. Айрим ҳолларда майин тозалаш филтрларининг муддати 1500 дан 200—300 соатгача камаяди. Сув коррозия ва ишқаланиш туфайли тўзиткич соплоси тешикларининг ейилишини тезлаштиради, дизель ишламай туриб қолганида ёнилғи баклари деворларининг ва насос плунжери ҳамда втулкаси прецизион сиртларининг занглашига сабаб бўлади. Механик ифлосликлар каби сув ҳам филтр ва баклар туби яқинидаги қатламларга чўкади, шу сабабли унинг миқдорини камайтириш учун юқорида айtilган тадбирларни кўриш лозим. Бундан ташқари, ёнилғи бакнинг конструкцияси такомиллаштирилиши, яъни унга кир ва намни тутиб қоладиган мосламалар ўрнатилиши керак.

Оғир газ конденсатлари дизель ёнилғисидан снйилроқлиги ва қовушоқлигининг камлиги билан ажралиб туради. Ёнилғи аппаратларининг зичловчи жуфтликларидан ёнилғи сизишининг ортиши ва ёнилғи зичлигининг кичиклиги энг кўп циклик ёнилғи узатишнинг масса бўйича 7—9% камайишига, шунга яраша ИЕД нинг ҳам қуввати камайишига, шунингдек, энг юқори пуркаш босимининг ҳамда умумий ёнилғи узатилиш босимининг 2—8% пасайишига сабаб бўлади. ИЕД қуввати камайишининг ўрнини қоплаш учун ёнилғи насосининг рейкаси йўлидаги тиракни стандарт дизель ёнилғисига мослаб ростлашдагига нисбатан узатиш кўпаядиган томонга 1—2 мм силжитиб қўйиш мумкин.

Ёз мавсумида газ конденсатларидан фойдаланилганда системада буғ тикчилари пайдо бўлиши сабабли системанинг ёнилғи билан таъминланиши бузилиши мумкин. Бунн бартараф этиш учун системадаги ёнилғи ҳайдаш босими оширилади. Газ конденсатларининг мойлаш хусусиятлари дизель ёнилғисиникидан пастроқлиги туфайли ёнилғи аппаратларидаги прецизион деталларнинг мойланиш шаронти ҳам ёмонлашади. Бу ҳол айниқса деталлар ва ҳавонинг ҳарорати юқори бўладиган шаронтда чегаравий ишқаланиш пайдо бўлишига ва ейиллишларнинг кучаишига мойилликни оширади.



10.28-расм. Суюлтирилган газда ишлайдиган автомобиль ички ёнув двигателининг таъминлаш системаси:

1 — карбюратор; 2 — салт ишлаш газ найи; 3 — газ аралаштиргич; 4 — буланттиргичдан сувни чиқариб юборадиган шланг; 5 — сув келтирадиган шланг; 6 — буғлаткич; 7 — двигателнинг киритиш коллекторини редуктор билан бирлаштирувчи най; 8 — сензин баки; 9 — редуктор билан газ аралаштиргични бирлаштирувчи паст босимли газ найи; 10 — дозаловчи экономайзер тузилмаси; 11 — газ редуктори; 12 — газ фильтри; 13 — газ редукторининг монометри; 14 — баллон монометри; 15 — магистрал вентили, 16 — суюлтирилган газ баллон

10.3. ГАЗДА ИШЛАЙДИГАН ИЕД ЛАРНИНГ ЁНИЛГИ СИСТЕМАЛАРИ

Газда ишлайдиган двигателлар таъминлаш системаларининг конструктив хусусиятлари газ жамғармасининг машинада сақланиш усулига ҳамда ИЕД нинг газ ёнилғисиди ишлашга мослашганлик даражасига боғлиқ. 10.28-расмда суюлтирилган пропан-бутан газида ишлайдиган автомобиль двигатели таъминлаш системасининг типавий схемаси келтирилган. Газ жамғармаси (запаси) юпқа деворли пўлат баллон 16 да 1,57 МПа га тенг босим остида сақланади. Баллондан чиқаётган газ магистрал вентиль 15 дан ўтиб, ИЕД совитиш системасининг (найлар 4, 5) суюқлиги таъсирида исийдиган буғлаткич 6 га келади ва бу ерда буғсимон ҳолатга ўтади. Кейин фильтр 12 орқали редуктор 11 га киради, ундан эса босими бироз пасайгани ҳолда газ аралаштиргич 3 га келади. Манометрлар 13 ва 14 редуктор ва баллондаги газ босимини кўрсатади. ИЕД нинг таъминлаш системасида газ бўлмаганда ёки газ системаси бузилганда ИЕД нинг ишлашини таъминлаш учун суюқ ёнилғининг резервуар 8 дан кабюратор 1 га узатилиши кўзда тутилган. Редуктор 11 системадаги газ босимини энг юқори қийматдан атмосфера босимига нисбатан ± 10 дан ± 50 мм сув устунига қадар пасайтириш учун мўлжалланган.

Сиқилган газли ёнилги системаларида газ баллонларда 19,6 МПа босим остида сақланади. Шунинг учун редукторда газ жуда кенгайди, натижада у кучли совийди. Бу ҳол газ таркибидаги сувнинг музлаб қолишига ва таъминлаш системаси ишининг бузилишига олиб келиши мумкин. Бунинг олдини олиш мақсадида бундай системаларда буғлаткич ўрнига иситкич (редуктордан олдин) ўрнатилади. Мазкур иситкичда ишлатилган газларнинг иссиқлигидан фойдаланилади.

ИЕД га газни сийракланиш остида узатадиган икки босқичли редуктор схемаси 10.29-расмда кўрсатилган. Магистрал вентиль очилгандан сўнг газ патрубок 1 ва очик клапан 5 орқали биринчи босқич камераси 2 га келади. Камерада мўлжалдаги босим (0,2—0,4 МПа) ҳосил бўлганда мембрана 3 эгилиб пружина 4 ни сиқади, шунда клапан 5 ёпилади. Иккинчи босқич камераси 6 нинг клапани 9, агар ИЕД ишламаётган ва патрубок 10 даги босим атмосфера босимига тенг бўлса, мембрана 8 га таъсир қилувчи пружина 7 нинг кучи таъсирида ёпиқлигича қолади. ИЕД ишга тушганидан кейин камера 6 да сийракланиш юзага келади ва мембрана 8 камера ичига томон эгилиб пружина 7 ни сиқади ва клапан 9 орқали патрубок 10 га газ ўтиши учун йўл очади.

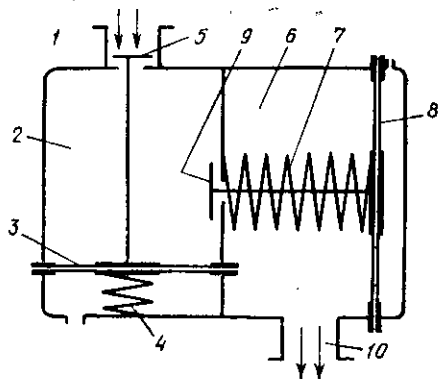
Бундай редукторлардан сиқилган газ учун ҳам, суюлтирилган газ учун ҳам фойдаланилади. Газларнинг таркиби ва хоссалари ўзгариб туришини ҳисобга олиб, редукторлар кўпинча *дрессель-дозаторлар* билан ускуналанади. Улар редукторнинг

иссиқлик хусусиятига қараб газнинг узатилишини ростлаб туради. ИЕД ишламаётганда аралаштиргичга газ ёриб киришининг олдин олиш учун системаларда одатда вакуумли, электровакуумли ёки электромагнитли беркитувчи тузилмалар кўзда тутилади. Электр тузилмалари одатда ўт олдириш системаси билан блокировкаланади ва ўт олдириш узилганда газ узатилишини тўхтатади.

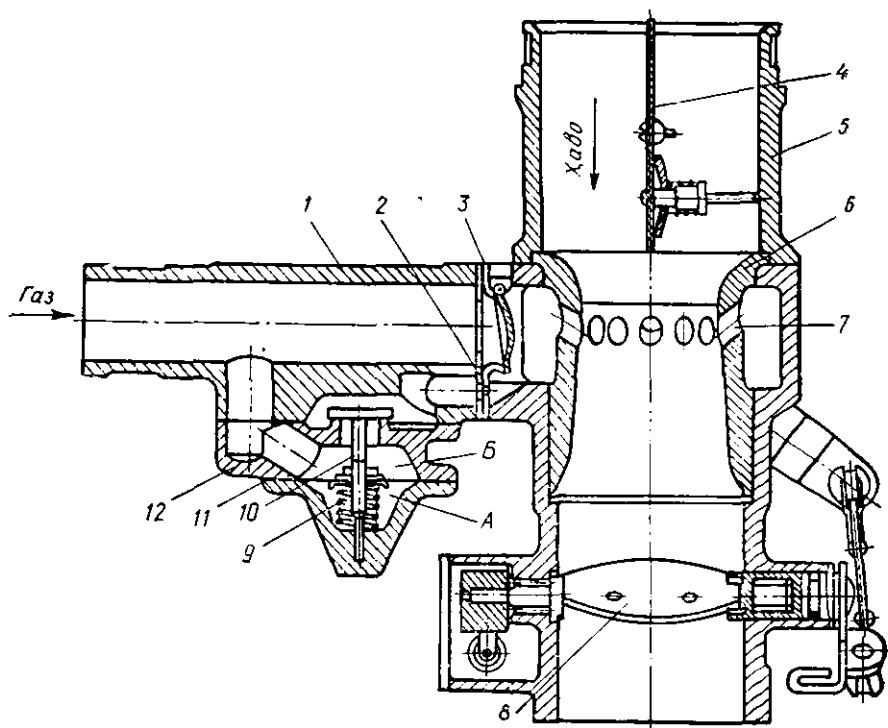
Газ-ҳаво аралаштиргич конструкцияси анча содда бўлади, чунки икки хил газ-

дан аралашма ҳосил қилиш газ ва суюқликдан аралашма ҳосил қилишга қараганда анча осондир. Бундан ташқари, газ ёнилғилари учун аланга тарқалишининг концентрацион чегаралари бензинникига нисбатан анча кенг бўлганидан аралашманинг $\alpha = 1-1,4$ да ишончли аланга олишини таъминлайди. Бир жинслилиги зарур даражада бўлган ёнувчи аралашма ҳосил бўлиши учун аралаштиргичдаги ҳавонинг тезлиги 30—65 м/с атрофида ва чиқиш патрубогидagi тайёр аралашманинг тезлиги 25—50 м/с атрофида тутиб турилади. Бу билан аралашма ҳосил бўлаётганда гидравлик қаршилиқнинг пасайишига эришилади ва тўлдириш коэффициенти юқори бўлиши таъминланади.

Автотрактор двигателларига одатда ҳамма цилиндрларга хизмат кўрсатувчи битта аралаштиргич ўрнатилади. Газ-ҳаво аралаштиргич конструкцияларидан бири 10.30- расмда кўрсатилган. Дастлабки аралашини газ ўтиши учун радиал тешиклари бўлган диффузор 6 да содир бўлади. Бу тешиклар газнинг патрубок 5 орқали келадиган ҳавода бир текисроқ тақсимланишини таъминлайди. Аралаштиргичда тескари клапан 3 бўлиб, у ИЕД ишламаётганда киритиш системасига газ узатилишига ва газнинг тескари зарбларига йўл қўймайди. Дроссель-заслонка 8 узатилаётган ёнилғини миқдор жиҳатдан ростлаш учун хизмат қилади. ИЕД кичик ва ўртача юкланиш билан ишлаётганда ҳаво заслонкаси 4 дан аралашма таркибини ўзгартириш учун фойдаланилади. Аралаштиргич тўлиқ юкланишларда аралашмани қуюқлаштириш учун мўлжалланган вакуумли экономайзер 12 билан таъминланган. Диафрагма 11 экономайзер бўшлиғини А ва Б камераларга ажратади. А камера дроссель ортидаги бўшлиқ билан туташган бўлиб, оралиқ юкланишларда унда сийракланиш юзага келади, бу сийракланиш клапан 10 ни ёпиқ



10.29- расм. Икки бeсқичли редуктор схемаси



10.30-рasm. Автомобиль ички ёнув двигателининг газ-ҳаво аралаштиргичи:

А — Экономайзернинг вакуумли қисми; *Б* — Экономайзернинг газли қисми; *1* — газ кириш труба; *2* — дозаловчи шайба; *3* — қисмий юкланиш режимлари учун дозаловчи шайба; *4* — тескари клапан; *5* — ҳаво кирадиган бўғизнинг корпуси; *6* — газ чиқиш учун тешик; *7* — аралаштиргич камерасининг корпуси; *8* — экономайзер қопқоғи; *9* — пружина; *10* — экономайзер клапани; *11* — мембрана; *12* — экономайзер корпуси

ҳолатда тутиб туради. Дроссель-заслонка *8* охиригача очиқ бўлганда *А* камерадаги сийракланиш камаяди ва сиқилган пружина *9* таъсирида клапан *10* очилиб, дозалаш шайбаси *2* даги тешик орқали диффузорга қўшимча газ ўтишини таъминлайди. Шунга ўхшаш тузилмалар баъзан редукторга ҳам ўрнатилади (10.29-рasmдаги позиция *10* га қаранг).

Шундай қилиб, аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган, газда ишлайдиган ИЕД ларда юкланишни аралаш усулда ростлаш қўлланилади. Қўпгина икки ёнилғили таъминлаш системаларида газ аралаштириш тузилмаси махсус тагликда жойлаштирилади. Бу таглик бензин-ҳаво аралашмасини узатадиган одатдаги карбюраторли системага киради. Баъзан аралаш тарздаги карбюратор-аралаштиргичлар тайёрланиб, улар газда ишлаш учун мўлжалланган асосий дозалаш системаси, салт ишлаш тузилмаси ва эконоустат билан ускуналанади.

11-БОБ. ИЕД ИШИНИНГ ЭКОЛОГИК КУРСАТКИЧЛАРИ

11.1. ЗАҲАРЛИ МОДДАЛАРНИНГ ЧИҚАРИБ ТАШЛАНИШИ

11.1.1. Умумий маълумотлар

Кўпгина саноат ва энергетика қурилмалари, шунингдек транспорт машиналари, шу жумладан, ИЕД ли машиналар ҳам атмосферага турли газларни чиқариб ташлайди. Мазкур газларнинг кўпчилиги заҳарли, яъни кишилар саломатлиги учун хавфлидир. Чиқариб ташланадиган газлар атроф-муҳитни ифлослантириб, табиатдаги экологик мувозанатни маълум даражада бузади ва аҳоли учун ноқулай шароитни юзага келтиради. ИЕД ли машиналар паркиннинг узлуксиз кўпайиб ва саноатнинг тез ривожланиб бориши муносабати билан кейинги ўн йилликларда заҳарли моддалар ва ифлослантиргичларнинг атмосферага чиқариб ташланиши жуда кўпайди, бу эса айниқса аҳоли зич яшайдиган жойлар — йирик шаҳарлар, саноат марказлари, саноати ривожланган районларда одамларнинг яшаш шароитини сезиларли даражада ёмонлаштирди ва бўлажак авлодлар учун катта хавф туғдирди.

Атмосфера ва атроф-муҳитнинг заҳарланиш ва ифлосланиш муаммоси саноати ривожланган мамлакатларда 60-йиллардан эътиборан анча долзарб масалага айланди. 1959 йилдан бошлаб АҚШ ва Ғарбий Европада атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг чекли нормативлари жорий этилди. Уларда, хусусан, автомобиль ёки ИЕД лар чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини тегншли усулларда албатта текшириш кўзда тутилган. Ўша пайтдан эътиборан ҳозирга қадар, турли мамлакатлар ва районларда юзага келган вазиятларни ҳисобга олган ҳолда, баъзи ҳолларда эса ёнилги тежамкорлиги ҳамда автомобиль ва ИЕД ларни ишлаб чиқариш таннархи жиҳатдан зарар кўриш ҳисобига бўлса ҳам, чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг жонз чекли нормалари тобора қатъийлаштирилмоқда. Айни вақтда атроф-муҳитнинг ифлосланишини камайтириш чоралари программалари ишлаб чиқиляётир.

СССР да автомобиль двигателлари учун чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг чекли миқдорлари 1971 йилда қонун тариқасида жорий этилган. Ўша пайтдан ҳозирга қадар бу нормативлар бир неча бор қатъийлаштирилди. Ҳозирги вақтда СССР стандартларида янгитдан ишлаб чиқариляётган барча енгил ва юк автомобиллари, автобус ҳамда тракторларнинг двигателлари чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини белгиланган усуллар билан мунтазам равишда текшириб туриш кўзда тутилган. Бундан ташқари, фойдаланиляётган, бензинда ишловчи автомобиль двигателлари салт ишлаганда чиқариб ташлайдиган ис гази (СО) миқдорини, шунингдек автомо-

биль дизелларида ишлатилган газлардаги тутун миқдорини даврий равишда текшириб туриш жорий этилган.

ИЕД ли транспорт машиналарининг атроф-муҳитни ифлослантиришига қарши кураш комплекс программаси ишлаб чиқилди ва амалга оширилмоқда. Унда халқ хўжалигини илмий асосда ташкил қилишнинг афзалликларини ҳисобга олган ҳолда қатор чора-тадбирларни амалга ошириш кўзда тутилган. Жорий этилган чеклашлар ва кўрилатган чора-тадбирлар атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар ҳамда ифлослантиргичлар миқдорини дастлабки даражага қараганда 50—70% камайтиришга имкон беради, аммо иқтисодиёт ва транспортнинг жадал ривожланиб бориши муносабати билан бу муаммо ҳозир ҳам биринчи даражали аҳамиятга эга бўлиб қолаётир.

11.1.2. ИЕД лар чиқариб ташлайдиган асосий заҳарли моддалар

ИЕД лар атмосферага чиқариб ташлайдиган ёнғиш маҳсулларни ёки ёнғиш ва мойнинг чала оксидланиш маҳсуллариининг одам организмни заҳарлайдиган ва атроф-муҳитни ифлослантирадиган ўнлаб компонентлари ичидаги асосий моддаларга СО, азот оксидлари, ёнмай қолган углеводородлар, альдегидлар, олтингугурт бирикмалари, қўрғошин бирикмалари ва қурумни кўрсатиш мумкин.

СО углеводородли ёнғилар кислород етарли бўлмаган шароитларда ёнганда ҳосил бўлади. Учқундан ўт олдирилладиган ИЕД ларда қуюқ ёнувчи аралашмалардан фойдаланилганда атмосферага чиқариб ташланадиган СО миқдори карбонат ангидрид миқдорига тенг бўлиши ва барча ёнғиш маҳсулотлари ҳажмининг 10% ига етиши мумкин. Аралашма ҳосил қилишнинг ташкил этилиши мукаммал бўлмаганда стехиометрик ёҳуд ҳатто суюқлашган ёнғиш ёнғиш натижасида, яъни аралашманинг маҳаллий қуюқлашиши мавжуд бўлганда (ёнғиш пардасининг ёки ёнғишнинг чала буғланиши таъсири) ҳам СО юзага келиши мумкин. Аралашма ҳатто сифатли ҳосил қилинганда ва ёнғишнинг ёнғиш учун кислород миқдори етарли бўлганда ҳам СО маълум миқдорда чиқиши мумкин. Мазкур ҳодиса карбонат ангидрид молекулаларининг диссоциацияланиши ҳамда карбонат ангидридга қайта рекомбинацияланиш (СО зарраларининг «музлаш» ҳодисаси) учун шарт-шароитларнинг мавжуд эмаслиги натижасида содир бўлиши мумкин. Дизелларда СО аралашма ҳосил бўлишидаги камчиликлар ва аралашманинг ўта қуюқлашуви туфайли, шунингдек совуқ алангали реакцияларда углеводород молекулаларининг ўзгариши оқибатида ҳосил бўлади. Ёнғишнинг кейинги ёнғиш давомида углерод оксиднинг кўп қисми карбонат ангидридга оксидланади, маълум қисми эса ноқулай шароитга тушиб, ишлатилган газлар билан бирга атмосферага чиқарилади.

Углерод (II)-оксид (СО) гемоглобин ҳосил қилувчи

фаол марказлар ишнини тўхтатиб қўяди, бунинг оқибатида инсон организмда оксидланиш жараёнлари бузилади, бу эса ўлимга олиб келиши мумкин. Углерод (II)-оксиднинг ҳавода ҳамж бўйича миқдори 0,01% дан зиёд бўлганда организм сезиларли даражада заҳарланади. Бунда биринчи босқичда бош оғриғи пайдо бўлади, юрак уриши тезлашади, нафас қисади, одам қайт қилади. Иккинчи босқичда кишини уйқу босиб, кейин ҳушдан кетиши мумкин. Кам миқдордаги СО билан сурункали заҳарланиш ҳодисасига алоҳида эътиборни қаратиш зарур. Бундай ҳол СО нинг ҳавода ҳамж бўйича миқдори 0,01% гача бўлганда юзага келади. Ҳайдовчилар, йўл ҳаракати хизмати ходимлари, катта шаҳарлардаги пиёдалар ана шундай заҳарланишга дучор бўлишлари мумкин. Сурункали заҳарланиш бош оғриғи, қулоқ шанғиллаши пайдо бўлишида, нафас олиш қийинлашишида, умумий ҳолсизланиш ва ҳаёт тонуси пасайишида намоён бўлади.

Азот оксидлари. Ёниш доирасига хос ҳароратларда, яъни 2400—2200 К дан баланд ҳароратда нейтрал азот оксидланади, натижада асосан NO юзага келади ва жуда кам миқдорларда азотнинг бошқа оксидлари ҳосил бўлади. Азот оксидлари аланга ортида, эркин кислород мавжуд бўлганда юзага келади. Бунда ёниш ҳарорати қанча юқори бўлса, шунча кўп миқдорда азот оксидлари ҳосил бўлади. Аралашманинг таркиби $\alpha = 1,05—1,07$ га тенг бўлганда азот оксидлари энг кўп миқдорда ҳосил бўлади. Одатда, ёниш жараёни жадаллашуви билан азот оксидларининг юзага келиши ортади. Ёнишдан сўнг газ ҳароратининг тез пасайиши цилиндрда кенгайиш бўлганда энг кўп миқдорда юзага келган азот оксидларининг «музлашига» олиб келади.

Кейинроқ, чиқариш системасида ва атмосферада азот (II)-оксид NO₂ ҳамда N₂O₅ га айланади, бунда азотнинг валентлигини ортиши билан азот оксидларининг заҳарлилик даражаси зиёдлашади. Охириги оксид (азот ангидрид) нам билан бирикиб кучли заҳарли нитрат кислотани ҳосил қилиши мумкин. Бу кислота ўпка тўқималарини емириб, сурункали касалликларга сабаб бўлиши мумкин. Азот (II)-оксид кўзнинг шиллиқ пардасини, ўпкани яллиғлантиради, юрак-қон томир системасида тугатиб бўлмайдиган ўзгаришларга сабаб бўлади ва ҳоказо. Азот оксидларининг жуда кам миқдори ҳам $(1—2) \cdot 10^{-4}\%$ хавфли ҳисобланади. Азот оксидлари углеводородлар билан бирикиб заҳарли нитроолефинлар ҳосил қилади. Уларнинг организмга зарарли таъсирини ҳеч қандай воситалар билан йўқотиб бўлмайди.

Углеводородлар. Зарядда ҳаддан ташқари қуюқ ёки суюқ аралашмали зоналар мавжуд бўлганда бензинда ишлайдиган ИЕД ва дизелларнинг ишлатилган газларида ёнмай қолган углеводородлар пайдо бўлади. Чунки бундай зоналарда ёниш жараёни етарли тезлик билан ёки етарлича тўлиқлик билан тугаллана олмайди. Бундан ташқари, улар цилиндрда маълум сабабларга кўра алангаланиш бўлмаганда ҳам юзага кетади. Бензинда ишлайдиган ИЕДларда аланга совуқ девор-

га тегадиган жойда (қалинлиги 0,005—0,35 мм ни ташкил этадиган ўчиш зонасида) кўп миқдорда ёнмай қолган углеводородлар пайдо бўлади. СН нинг кўп миқдорда юзага келишига поршень туби билан цилиндр устёпмасининг ҳаво (газ) сиқиб чиқаргичи орасидаги тирқиш, поршень каллагига атрофи бўйлаб устки компрессор ҳалқага қадар бўшлиқ, шунингдек бошқа тор «чўнтаклар» ва тирқишлар мавжудлиги сабаб бўлади.

Мажбурий салт ишлаш режимларида киритиш системасидagi юқори босим туфайли, айниқса, клапанларнинг бир йўла очиқ бўлиш даври узайиб кетганда, янги аралашма ишла тилган газлар қўшилиши оқибатида жуда суюлиб кетади, бу эса алангаланишнинг ёмонлашуви ва ёнишнинг секинлашувига олиб келади. Шунда атмосферага чиқарилаётган СН миқдори кескин кўпаяди. Ниҳоят, бак ва карбюратордан ёнилғининг тўғридан-тўғри бугланиши, шунингдек таркибида мой ҳамда ёнилғи буглари ва парчаланиш маҳсуллари бўлган карбюратор газларининг чиқиши (картерни сапун орқали шамоллатувчи берк система бўлмаганда) бензинда ишлайдиган ИЕД ларда атмосфeрани ифлослантирувчи қўшимча манбалар ҳисобланади.

Дизелларда углеводородлар ёнилғининг ёмон тўзитилиши ҳамда чала ёниш туфайли салт ишлаш режимида ва жуда кичик юкланишларда атроф-муҳитга чиқариб ташланиши мумкин. Пуркаш охирида тўзиткич соплоси тешиклари орқали ёнилғи сизилиш углеводородлар чиқишининг катта манбаларидан биридир. Бунда форсунка игناسининг беркитувчи конусидан қуйироқдаги қудуқчанинг ҳажми катталашганда тешиклар орқали ёнилғи сизилиш ортади. Совуқлайин ишга тушириш режимларида ва ИЕД қиздирилмасдан ишлатилганда ёниш камерасининг паст ҳароратли деворлари ёки бошқа соҳаларига ёнилғи тушилиш оқибатида ёнмай қолган углеводородлар кўп миқдорда ажралиб чиқади. Улар сув буглари билан бириккиб оқ тутун ҳосил қилади. Умуман, дизель мунтазам равишда ишлаб турганида углеводородлар кам ажралиб чиқади.

Ёнмай қолган углеводородлар бир неча юз химиявий бирикмалар аралашмасидан иборатдир. Аралашма ёқимсиз ҳидга эга бўлиб, кўпгина сурункали касалликларни келтириб чиқаради. Айрим ароматик углеводородлар кучли заҳарлаш хусусиятларига эга бўлиб, қон ҳосил бўлишига, шунингдек марказий асаб ва мушак системасига таъсир қилади. Алифатик углеводородларнинг заҳарлилик даражаси пастроқ бўлиб, улар марказий асаб системасига наркотик таъсир кўрсатади. Атмосферага чиқариб ташланган углеводородлар тутун билан биргаликда смог (узоқ вақт тарқалмайдиган аччиқ тутун) ҳосил қилади. Қуёш нури таъсирида углеводородлар азот оксидлари билан фотохимиявий реакцияга киришиб, одам организмига кучли заҳарловчи ва яллиғлантирувчи таъсир кўрсатиш хусусиятига эга бўлган озон ва пероксидларни ҳосил қилади.

Қ у р у м. Дизеллар ишлаганда қора тутун чиқиши ишлатил-

ган газларда қурум борлиги билан тушунтирилади. Қурум зарраларининг бошланғич ўлчамлари 0,02—0,2 мкм га тенг ва углерод ҳамда оғир углеводородлардан ташкил топади. Улар углеводородли ёнилғиларнинг чала ёниш маҳсулларидир. Улар диффузион ёнишда аралашманинг бир жинсли бўлмаслиги натижасида юзага келади, чунки бундай шароитда ёнилғи оқим тарзида тўзитилганда кислород етишмайдиган маҳаллий зоналар ҳамма вақт мавжуд бўлади. Аланганинг мавжудлиги уларда 1300 К дан юқори ҳароратда ёнилғи парчаланиб (пироллиз), қаттиқ углерод юзага келиши учун шароит яратади. Қаттиқ углероднинг кўп қисми ёнишнинг кейинги босқичларида карбонат ангидридга айланишга қадар оксидланади, кам қисми эса мос шароит юзага келганда йириклашиб, 0,4—50 мкм ва бундан катта ўлчамли тугун зарраларига айланади. Ёнилғининг охириги қисмлари ёмон пуркалганда (пуркаш босими паст бўлганда, тўзиткичдан ёнилғи томганда ва ҳоказо), яъни ёниш жараёни охирилашиб, цилиндрдаги ёнилғи ёниб тугаётганида қора тугуннинг пайдо бўлиш эҳтимоли ортади.

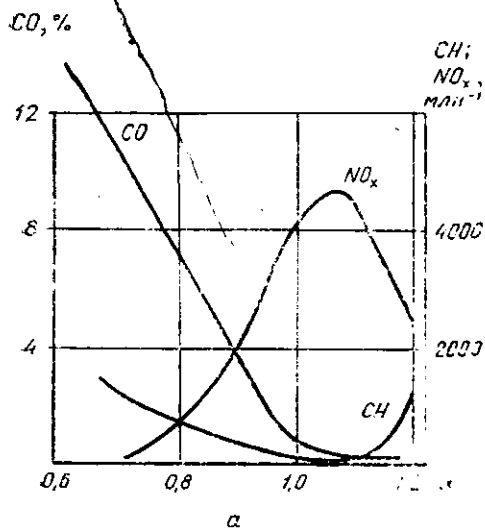
Бензинда ишлайдиган ИЕД лардан қурум кам чиқади ва унинг миқдори нормаланмаган. Қурум, масалан, детонацион ёнишда пайдо бўлиши мумкин. Қурумнинг ўзи одам организм учун заҳарли эмас, аммо у дизелда аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларининг амалга ошиш сифатини, шунингдек ёнилғи аппаратларининг ростилаш даражаси ҳамда ҳолатини кўрсатувчи индикатор сифатида қаралади. Бироқ, қурум қатор заҳарли углеводородлар, шу жумладан, ИЕД жуда кам миқдорда чиқарадиган ва канцероген сифатида қараладиган бензпирен адсорбенти сифатида хавфли ҳисобланади.

Альдегидлар таркибида (структурасида) кислород молекулалари бўлади ва улар қисман оксидланган углеводородларга киради. ИЕД ларнинг ишлатилган газлари таркибида асосан формальдегид ва акролеинлар бўлади. Дизелларда альдегидлар алангаланишининг кечикиш даврида алангаланиш олдидаи бўладиган реакциялар давомида юзага келади, аммо кейинчалик деярли батамом ёниб кетади, шу сабабли уларнинг ишлатилган газларда пайдо бўлиши одатда ёниш жараёни билан боғлиқ бўлмайди. Кенгайиш жараёнида цилиндр деворида қолган мой пардасининг оксидланиши, шунингдек форсункадан ёнилғи берилиши тугагандан сўнг тузиткичдан томаётган ёнилғининг оксидланиши альдегидлар манбаи бўлиши мумкин. ИЕД кичик юкланиш билан ишлаганида ёки совуқлайин ишга туширилганида альдегидлар энг кўп миқдорда чиқарилади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда улар детонацион ёнишда ҳам ажралиб чиқади. Кислородли углеводородлар — формальдегид ва акролеинлар нафас олиш йўллари ва шиллиқ пардаларни яллиғлантиради. Формальдегид марказий асаб системаси, жигар, буйракни шикастлайди ва олтингугурт бирикмалари билан димоғни ёрадиган ёқимсиз ҳид тарқатади.

ИЕД ишлаганида атмосферага чиқариладиган олтингу-
гурт бирикмалари унинг цилиндрларида амалга ошув-
чи жараённинг ўзига алоқадор бўлмасдан, таркибида у ёки бу
турдаги олтингурут бўлган ёнилғилардан фойдаланилганда юза-
га келади. Бунда ёниш жараёнида сульфит ангидрид ва водо-
род сульфид ҳосил бўлади. Олтингурут (II)-оксид нам билан
бирикиб сульфат кислота ҳосил қилади. Бу кислота одам орга-
низмини заҳарлабгина қолмасдан, балки ёнилғи аппаратлари-
нинг деталларини, цилиндрлар юзасини, клапанлар ва уларнинг
уясини емиради ҳам. Олтингурут бирикмаларини асосан дизел-
лар чиқариб ташлайди. чунки уларда ишлатиладиган арзон
ёнилғилар таркибида олтингурут кўпроқ бўлади. Сульфит ан-
гидрид қон ишлаб чиқарувчи органлар — илик ва қоражигарни
яллиғлантириб, углеводлар алмашувини бузади. Унинг кичик-
кичик миқдорлари билан сурункали равишда заҳарланиш бош
оғриғини, уйқусизликни келтириб чиқаради, шидлиқ пардани
яллиғлантиради, баъзи ҳолларда эса бронхит, кўз шидлиқ пар-
дасининг яллиғланиши (конъюнктивит) каби касалликларга са-
баб бўлади.

Қўрғошин бирикмалари. Қўрғошин бензинга унинг
детонацияга чидамлилигини ошириш учун қўшиладиган этил
суюқлигида (тетраэтилқўрғошин) химиявий боғланган тарзда
бўлади. Цилиндрдаги аралашма ёнганида қўрғошин заҳарли
бирикмалар ҳосил қилади. Бу бирикмалар атмосферага чиқа-
рилади (қўрғошиннинг миқдорига кўра 80% гача қисми) ёки
сўхта билан бирга ёниш камерасининг деворларига ўтиради.
Шу билан қўрғошин бирикмалари фақат атрофдаги аҳоли
учунгина эмас, балки автомобилларни ишлатадиган ва ИЕД
ларга техник хизмат кўрсатадиган кишилар учун ҳам хавфли-
дир. Улар организмда тўпланиб, моддалар алмашинувида ва
қон ҳосил бўлиш жараёнида бузилиш бўлишига олиб кела-
ди. Шу сабабли кейинги вақтда бензинларда этил суюқлиги
миқдори кескин чеклаб қўйилди, йирик шаҳарларда ишлатила-
диган автомобилларда эса этилланган бензинлардан фойдала-
ниш умуман тақиқлаб қўйилди. Бунинг ўрнига дастлабки ёки
оралиқ нефть маҳсулотларини термохимиявий усулда қайта
ишлаш йўли билан ёнилғиларнинг октан сонини ошириш қўлла-
нилаётир.

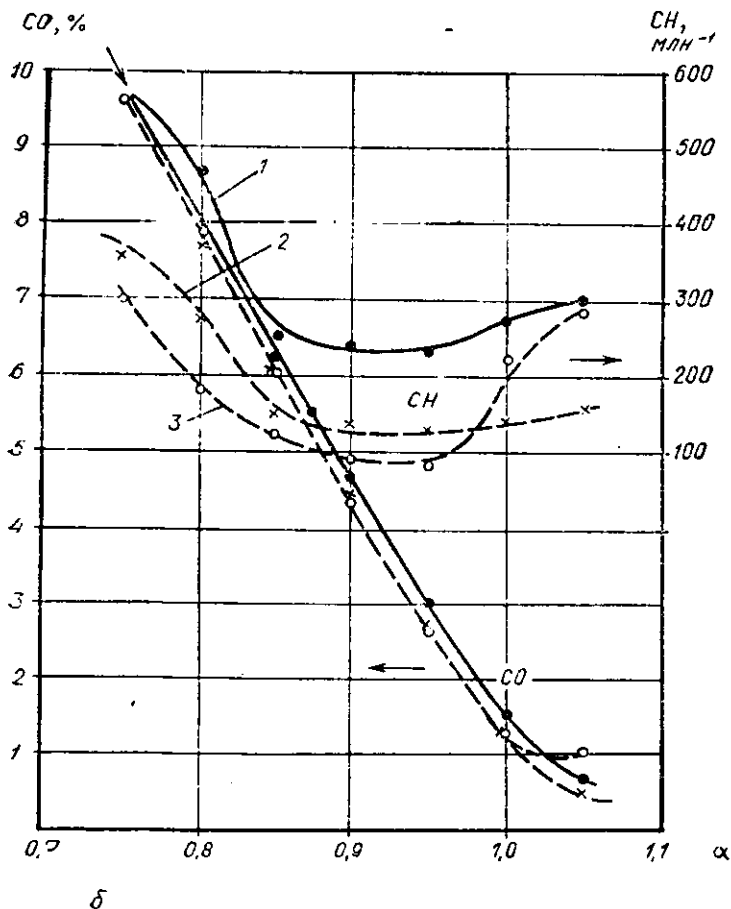
ИЕД чиқариб ташлайдиган кўпгина заҳарли моддалар одам
организмининг заҳарлаб қолмасдан, балки табиатга салбий
таъсир кўрсатади, ўсимликларнинг ривожланишини секинлаш-
тиради, ернинг ҳосилдорлигини камайтиради. Чунончи, сульфид
ангидрид хлорофилл доналарини емиради, қўрғошин ва унинг
бирикмалари ўсимликларда тўпланиб, уларни инсон ва ҳайвонот
дунёси учун хавфли қилиб қўяди. Углеводородлар пардаси сув
бетини қоплаб оксидланиш жараёнларини қийинлаштиради, ти-
рик организмларга салбий таъсир кўрсатади. Азот оксидлари
ўсимликлар учун заҳарли бўлиб, озон ҳосил бўлишига шароит



11.1-расм. Бензинли ИЕД нинг ишлатилган газларидаги заҳарли моддалар миқдорининг аралашма таркиби бўйича ўзгариши:

а — тўла юкланишда; б — салт иш-
лашда;

1 — $n=600 \text{ мин}^{-1}$, 2 — $n=700 \text{ мин}^{-1}$,
3 — $n=800 \text{ мин}^{-1}$



яратади, у эса, ўз навбатида, ўсимлик дунёси учун зарарли бўлган бирикмаларни ҳосил қилади.

Моддаларнинг заҳарлилик даражаси уларнинг ҳавода санитария нормалари бўйича рухсат этилган чекли миқдорига боғлиқ. Бу нормалар турли мамлакатларда маҳаллий шароитнинг ўзига хос хусусиятларини эътиборга олган ҳолда белгиланади. Масалан СССР да амал қилувчи нормаларга кўра, ИЕД чиқариб ташлайдиган газлар баъзи таркибий қисмларининг нисбий заҳарлилик даражаси ушбу нисбатдан аниқланади:

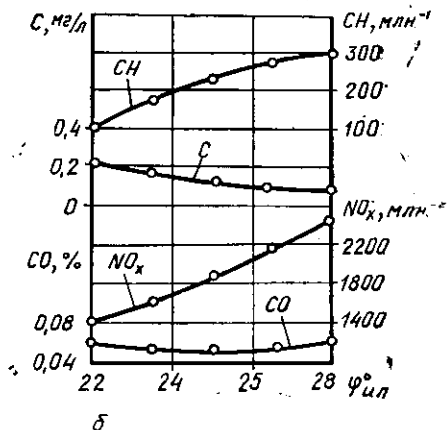
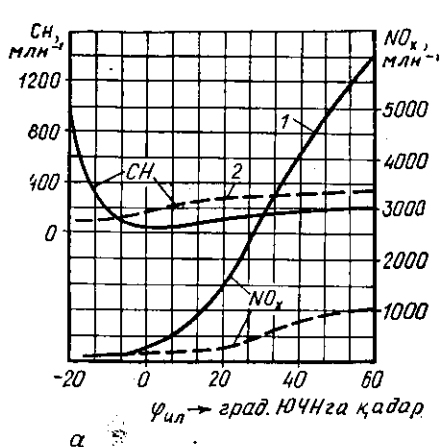
$$\text{CO} : \text{NO}_x : \text{CH} : \text{SO}_2 = 1 : 75 : 2 : 60$$

11.1.3. ИЕД чиқариб ташлайдиган моддаларнинг заҳарлилик даражаси

Ишлатилган газларда заҳарли моддаларнинг борлиги уларнинг миқдори билан аниқланади. Бу миқдор ҳажм бўйича фонзда, миллион улушларида (1 млн^{-1} — ҳажм бўйича $10^{-4}\%$ га тенг) ёки мг/л (1 мг/л — ҳажм бўйича $\mu/2,24\%$ га тенг, бу ерда μ — газнинг граммдаги моляр массаси) да ифодаланади.

Биргина двигателининг ишлатилган газларидаги заҳарли моддалар миқдори иш жараёнида ўзгариб туради ва унинг ростланишлари, иш режими ҳамда техник ҳолатига боғлиқ бўлади. 11.1-расмда бензинда ишлайдиган ИЕД тўлиқ юкланиш билан ишлаганда (11.1-расм, а) ва салт ишлаганда (11.1-расм, б) чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдорининг аралашма таркибига қараб ўзгариши кўрсатилган. Кўрнниб турибдики, двигатель тўлиқ юкланиш билан ишлаганда, яъни камерадаги ҳарорат юқори бўлганда ва ёниш маҳсулотларида ҳаводаги азотнинг оксидланишига ёрдам берувчи ортқича кислород мавжуд бўлганда атмосферага энг кўп миқдорда азот оксидлари чиқарилган бўлади. Бу ҳодиса суюқ аралашмада ишлаганда рўй беради. Аралашма янада суюқлашганда реакциялар тезлиги ва ёниш ҳарорати пасайиши туфайли азот оксидлари миқдори камаяди. Қуюқ аралашмалардан фойдаланилганда ёниш маҳсулларида эркин кислород бўлмайди, бу ҳам азот оксидлари ажралиб чиқишининг камайишига сабаб бўлади.

Аралашма суюқлашгани сари углерод (II)-оксид миқдори жадал камайиб боради, аммо $\alpha > 1$ бўлганда аралашма таркибининг ҳажм бўйича бир хил бўлмаслиги туфайли СО оз миқдорда ажралиб чиқаверади. Аралашма бирмунча суюқ бўлганда ($\alpha = 1,08—1,12$) ундаги СН миқдори энг кам бўлади, бунда ҳавонинг ортқилиги ошиб бориши билан ёнилғи алангаланишининг ёмонлашуви ва ёнишининг секинлашуви туфайли, аралашма қуюқ бўлганда эса — чала ёниши туфайли СН миқдори кўпаяди. Ута қуюқ аралашмаларда ишлаганда алангаланишнинг ёмонлашуви ва ёниш жараёнининг чўзилиши ҳам бунга таъсир кўрсатади. Салт ишлаш режими учун умуман юқорида айтилган қонуниятлар ҳосдир, лекин аралашма суюқлашганда ёнишнинг ёмонлашуви α нинг кичик қийматларида намо-

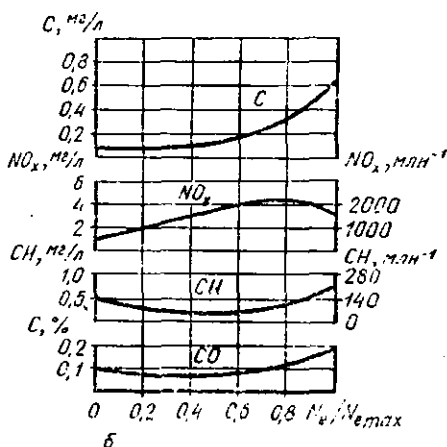
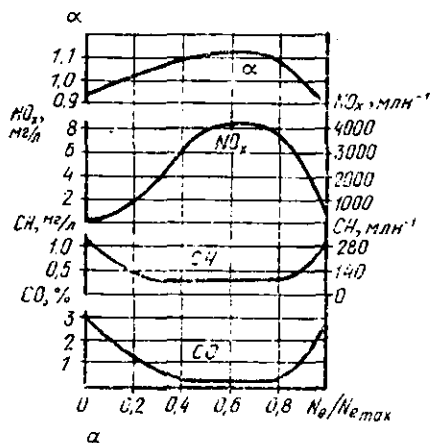


11.2- расм. Ишлатилган газлардаги захарли моддалар миқдорига илгарилатиш бурчаги $\psi_{\text{ил}}$ нинг таъсири:

α — бензинли ИЕД: 1 — $\alpha = 1,09$, 2 — $\alpha = 0,82$; б — дизель

ён бўлади ва шу сабабли $\alpha = 0,88—0,95$ ли қуюқ аралашмада ишлаганда СН энг кам миқдорда ажралиб чиқади. Ёниш ҳароратининг пастлиги туфайли, салт ишлаганда азот оксидлари миқдори кам бўлади ва эътиборга олинмайди, аммо $\alpha = 1,03—1,05$ ли қуюқ аралашмада унинг миқдори энг юқори қийматга етади.

11.2- расмда чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг миқдорига ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги (11.2- расм, а) ва ёнилғи пуркашни илгарилатиш бурчагининг (11.2- расм, б) таъсири кўрсатилган. Иккала ИЕД да ҳам илгарилатиш бурчаги катталашини билан ёниш ҳарорати кўтарилниши туфайли азот оксидлари миқдори ортади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда α нинг қиймати катталашганда азот оксидларининг чиқиш жадаллиги орта бориб, аралашма таркиби функциясига мос ҳолда энг юқори қийматга етади. Иккала ҳолда илгарилатиш бурчаги катталашгандан СН нинг чиқиши ҳам кўпаяди. Аммо бензинда ишлайдиган ИЕД ларда суяқ аралашмадан фойдаланилганда учқун жуда кечикиб узатиладиган бўлса (11.2- расм, а га кўра ЮЧН дан 20° кейин), аралашма охиригача ёнишга улгурмайди, бунинг оқибатида СН миқдори кескин кўпаяди. Қуюқ аралашмада ишлаганда ва учқун бериш бурчаги кеч бўлганда ҳам ёниш тугалланади, аммо кенгайиш тактида ёниш маҳсуллари нинг ҳарорати юқори бўлади, бу ҳол ҳосил бўлган углеводородларнинг оксидланишига шаронт яратиб, уларнинг ишлатилган газлар билан чиқиб кетишини камайтиради. Илгарилатиш бурчаги ўзгартирилганда СО миқдори иккала ҳолда ҳам жуда кам ўзгаради. Дизелда ёнилғи беришни илгарилатиш бурчаги кичиклашганда ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши туфайли ишлатилган газларда қурум миқдори ортади.



11.3- расм. Ишлатилган газлардаги заҳарли моддалар миқдорига юкланишнинг таъсири:

а — бензинли ИЕД; б — дизель

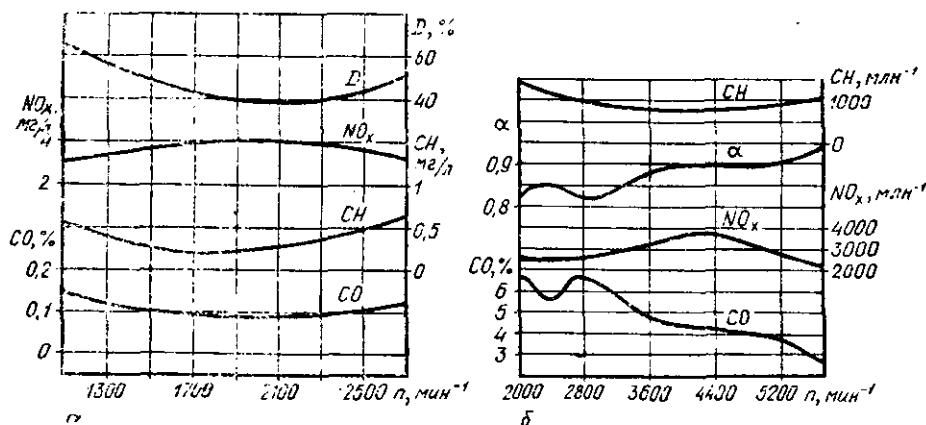
11.3- расмда айланиш частотаси ўзгармас бўлганда ИЕД юкланишнинг таъсири кўрсатилган. Бензинда ишлайдиган ИЕД да (11.3- расм, а) азот оксидларининг энг кўп миқдорда ҳамда СН ва СО нинг энг кам миқдорда чиқиши двигатель 50—70% қувват билан ишлаганда, яъни у суюқ аралашмада ишлаганда ва ёниш ҳарорати анча юқори бўлганда кузатилади. Юкланиш ортиши билан аралашма қуюқлашади (карбюраторнинг одатдаги ростланиши), бу эса азот оксидлари миқдорининг камайиши ҳамда СО ва СН миқдорининг ортишини таъминлайди. Қувват камайганда (қисман ва кичик юкланишлар билан ишлаганда) ёниш камерасидаги ҳарорат пасаяди, бундан ташқари, аралашма қуюқлашиши учун шаронт юзага келади, бу ҳол азот оксидларининг камайиши ҳамда СО ва СН нинг ортишига олиб келади.

Дизелда (11.3- расм, б) ишлатилган газларнинг ана шу таркибий қисмлари чиқишига юкланишнинг таъсири анча кучсиздир. Катта юкланиш билан ишлаганда азот оксидлари ҳамда СН ва СО миқдорининг камайишини аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашуви, ёниш соҳасида аралашма маҳаллий қуюқлашадиган ҳажмлар сонининг ортиши билан тушунтириш мумкин. Қувват камайганда (юкланиш кичик бўлганда) азот оксидларининг камайиши, шунингдек углерод (II)-оксид ва углеводородларнинг ортишига ёниш ҳароратининг пасайиши ҳамда ёнилғи тўзитилишининг сифати ёмонлашуви ва камерада ёнилғининг тўлиқ ёниши учун ноқулай шаронтли (ҳавода ёнилғи миқдори кам) соҳаларнинг нисбий ҳажмий катталашуви сабаб бўлади. Қувват ортиши билан камера бўйича умумий ҳаво ортиқлигининг камайиши ва аралашма ҳосил бўлишнинг мукам-

мал эмаслиги ҳамда ёнилғининг ёниб тугаш жараёни чўзилиб кетганлиги оқибатида ишлатилган газларда тутун миқдори жадал кўпаяди.

11.4-расмда заҳарли моддалар ажралиб чиқишининг тезлик режими (тўлиқ юкланиш билан ишлаганда) қараб ўзгариши кўрсатилган. Дизелда (11.4-расм, а) ишлатилган газларда чала ёниш маҳсулларининг энг кам миқдори ўртача айланиш частоталари доирасида (мазкур ҳолда 1700—2300 мин⁻¹ да) кузатилади. Тезлик пасайганда ёнилғининг тўзитилиш ва аралашма ҳосил бўлиш сифати ёмонлашиши (чала уюрмаланиш, пуркаш босими пасайиши натижасида ёнилғи оқимларининг керакли узоқликка пуркалмаслиги) туфайли чала ёниш маҳсулларининг миқдори ортади. Юқори айланиш частоталарида ана шу таркибий қисмлар (компонентлар) заҳарлилиқ кўрсаткичларининг ёмонлашувига ёниб тугалланиш босқичининг чўзилиб кетиши ва аралашма ҳосил бўлиш жараёнида заряднинг ўта уюрмаланиши сабаб бўлади.

Бензинда ишлайдиган ИЕД да (11.4-расм, б) айланиш частотаси ортиши билан ишлатилган газларда углерод (II)-оксид миқдори узлуксиз равишда камайиб боради. Бунн ёнишнинг жадаллашуви ва ҳаво ортиқлигининг кўпайиши билан тушунтириш мумкин. Кейинги сабаб ИЕДнинг ўзига хос хусусиятидир. Оралиқ айланиш частотасида азот оксидлари миқдори энг юқори қийматга етади, бу — мазкур режимдаги ёниш ҳароратининг энг юқори даражасига эришиш оқибати бўлиши мумкин. Азот оксидларининг энг юқори миқдорига мос келувчи айланиш частотаси кўпгина омиллар, хусусан, заряд турбулентлиги жадаллигининг ўт олдириши илгарилатиш бурчагининг катталиги билан уйғунлашишига боғлиқ. Ёниш ҳарорати энг юқори бўладиган частоталар доирасида СII энг кам миқдорда



11.4-расм. Ишлатилган газлардаги заҳарли моддалар миқдорига тезлик режими-нинг таъсири:

а — дизел; б — бензинли ИЕД

ҳосил бўлади. Паст айланиш частоталарида аралашма ёнаётганда пульсациялар турбулентлигининг жадаллиги пасайиши оқибатида СН миқдори кўпаяди. Юқори айланиш частоталарида углеводородлар чиқишининг бирмунча кўпайишини аралашма ҳажмларида бўлган, жадал турбулент ёнишда аланга ортида қолган ораллиқ маҳсулотларнинг ёниб тугашига вақт етишмаслиги билан тушунтириш мумкин.

Чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар даражаси, ростлашлар ва иш режимидан ташқари, бошқа кўпгина омилларга ҳам боғлиқ.

Дизелларда заҳарли моддалар даражаси ва таркиби кўп жиҳатдан қабул қилинган аралашма ҳосил қилиш усули ва унинг мукамаллик даражасига боғлиқ. Масалан, М-жараёнда (пардали аралашма ҳосил бўлиши) ёнишнинг ташкил қилиниши камералари ажратилмаган бошқа дизеллардагига нисбатан ўзига хос хусусиятларга эгаллиги туфайли, ишлатилган газлардаги тутун миқдорининг кичик қийматларига қадар камайтириш учун шароит юзага келади. Шу билан бирга, жадал ва яхши ташкил этилган ёниш жараёни кўп миқдорда азот оксидлари чиқишига шароит яратади. Дизель яхши қиздирилмасдан ишлатилганда эса, аксинча, чала ёниш маҳсуллари, хусусан, СН чиқиши кўпаяди, улар оқ тутун пайдо бўлишига ёрдам беради.

Камералари ажратилган дизелларнинг заҳарлилик кўрсаткичлари камералари ажратилмаган ИЕДларникига қараганда пастроқ бўлади. Синов маълумотларига кўра, уларда СО чиқиши 2—3 марта, СН чиқиши 1,5—2 марта, азот оксидлари чиқиши 2—2,5 марта, қурум чиқиши 3 мартагача камроқдир. Чала ёниш маҳсуллари миқдорининг камайтилиши аралашма ҳосил бўлиш жараёни икки босқичли ва жадалроқ эканлиги билан тушунтириш мумкин. Азот оксидлари чиқишининг камайтилишига сабаб шуки, ёнишнинг бошланғич босқичи ёрдамчи камерада кислород етишмаган шароитда ўтади; газлар асосий камерага чиқариб ташланганда эса ёниш кислород ортиқ бўлган шароитда, аммо азотнинг яхши оксидланиши учун кам бўлган нисбатан паст ҳароратда кечади.

Ёниш камерасида ҳавонинг ҳаракатланиш жадаллиги ҳам чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар даражасига катта таъсир кўрсатади. «Чала уюрмаланиш» бўлганда камерадаги ҳаводан етарлича фойдаланилмайди, натижада зона ёнилган билан ўта қуюқлашади ёки ўта суюқлашади. Биринчи ҳолда қурум, СО ва СН ҳосил бўлади, иккинчи ҳолда эса ёнилган тўла ёнмаслиги оқибатида СН юзага келади. Агар кейинчалик бу маҳсулотлар оксидланишга улгурмаса, улар ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетади. «Ўта уюрмаланиш» бўлганда ҳам ёниш жараёни бузилади, натижада ишлатилган газларда тутун ҳамда чала ёниш маҳсуллари кескин кўпаяди.

Дизелнинг тезлик режими ўзгарганида ёнилгининг пуркалиш ва тўзитилиш хусусиятлари ҳам, ҳавонинг ёниш камера-

сида ҳаракатланиш жадаллиги ҳам ўзгаргани сабабли кўп ҳолларда заряднинг «чала уюрмаланиши» (паст тезлик режимлари) ва «ўта уюрмаланиши» (юқори тезлик режимлари) содир бўладиган частоталар доираси юзага келади. Бунда циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашуви билан бир қаторда ишлатилган газларда заҳарли чала ёниш маҳсуллари миқдори ортади. Кўпинча ҳатто ёнилғи тежамкорлигининг ёки ИЕД қувватининг жуда оз ёмонлашуви ҳам ишлатилган газларда тутун миқдори ёки бошқа чала ёниш маҳсуллари миқдори жадал кўпайишига олиб келади.

Ёнилғининг физик-химиявий хоссалари ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Одатда, ёнилғининг енгиллашуви (яъни фракциялар ҳайдалиш температураларининг пасайиши) ишлатилган газларда тутун миқдори камайишига олиб келади (агар бунда аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилмаса), ёнилғи цетан сонининг муайян чегарадан ортиб кетиши эса дизелнинг ишлатилган газларида тутун миқдори кўпайишига сабаб бўлади.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД-ларда заряднинг цилиндрда ҳаракатланиш тезлиги жадаллашуви ва унинг тартибсиз ҳаракатланиши ёниш жараёнини тезлаштиради, суюқ ёнувчи аралашмалардан фойдаланишга имконият яратади, натижада СО ва СН чиқиши камаёди. Бироқ ёниш тезлиги ортиши билан ҳарорат кўтарилади ва чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдори кўпаяди.

Ёниш камерасининг шакли ва тури ҳам катта таъсир кўрсатади. Бу таъсир сиқиш жараёнида аралашманинг тартибсиз ҳаракатланишида, камера сирти юзининг унинг ҳажмига нисбатида ва металл деворлар орасидаги тор тирқишларда тўпланган заряд миқдорида намоён бўлади. Кейинги икки омил ортганда ишлатилган газлар билан чиқиб кетувчи чала ёнган углеводородлар миқдори кўпаяди.

Сиқиш даражаси чиқариб ташланадиган моддаларнинг заҳарлилик даражасига ҳам таъсир қилади. Сиқиш даражаси ортиши билан ёниш жараёни жадаллашади, бу эса, айниқса, суюқ аралашмалардан фойдаланилганда азот оксидлари чиқишининг кўпайишига олиб келади. Тўлиқ оксидланиш қийин бўлган металл сиртлар орасидаги тирқишларда тўпланадиган аралашма улушининг ортиши ва кенгайиш охирида ёниш маҳсуллари ҳароратининг пасайиши (натижада СН нинг қўшимча оксидланиши учун шароит юзага келади) оқибатида СН миқдори ортади.

Киритиш жараёни бошида клапанларнинг бир вақтда очиқ бўлиши ҳам маълум даражада таъсир кўрсатади. Очиқ бўлиш даражаси ортиши билан янги аралашманинг ишлатилган газлар қўшилиб суюлиши ортади, бу эса ёниш ҳароратининг пасайиши ва кислород ортиқлигининг камайишига олиб келади,

Ишлатилган газлардаги заҳарли
моддалар концентрацияси

Заҳарли моддалар	Ўлчов бирли- ги	Ички ёнув двигателининг ишлаш режими							
		Салт ишлаш		Тирсакли валнинг ўзгармас айла- ниш ҳолатида		Тезланиш жа- даллаштирил- ган		Секинлашти- рилган	
		Б	Д	Б	Д	Б	Д	Б	Д
Углерод (II)-ок- сиди (ис газ)	%	7,0	—	2,5	0,1	1,8	—	2,0	—
Углеводородлар	%	0,5	0,04	0,2	0,02	0,1	0,01	1,0	0,03
Азот оксидлари	млн ⁻¹	30	60	1050	850	650	250	20	30
Альдегидлар	млн ⁻¹	30	10	20	20	10	10	300	30

натихада ишлатилган газларда азот оксидлари миқдори ка-
маяди, аммо СН чиқиши ортади. Бу таъсир бир хилда бўлмас-
дан, ҳар хил юкланиш ва айланиш частоталарида турлича на-
моён бўлади.

Чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг умумий миқ-
дорида транспорт машиналарининг двигателлари ишида катта
ўринни эгалловчи ўтиш жараёнлари муҳим роль ўйнайди. 11.1-
жадвалда автомобиль дизели (Д) ва бензинда ишловчи ИЕД
(Б) га хос баъзи режимларда ишлаганда бир неча заҳарли мод-
даларнинг ишлатилган газлардаги миқдорлари келтирилган.
Жадвалдан кўриниб турибдики, аксарият режимларда дизел-
нинг ишлатилган газларида заҳарли моддалар миқдори кам бў-
лади. Секинлашиш режимида (мажбурий салт ишлашда) ва
паст айланиш частотаси билан салт ишлаш режимида заҳарли
моддалар миқдори орасидаги фарқ айниқса катта бўлади.

Бензинда ишлайдиган ИЕД да дроссель-заслонка берк ҳо-
латида бўлгани, ҳарорат ва босим паст бўлгани туфайли ёниш
тезлиги пастлиги, янги аралашманинг қолдиқ газлар қўшилиб
суюқлашиши, қуюқ ёнувчи аралашмадан фойдаланилиши оқи-
батида чала ёниш маҳсуллари (СО, СН ва альдегидлар) кўп
миқдорда чиқади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД да шифов
олиш режимида ва ўзгармас айланиш частотаси билан тўлиқ
юкланишда ишлаш режимида ҳам қуюқ ёнувчи аралашма иш-
латилади. Бу аралашма чала ёнганда заҳарли моддалар чи-
қиши кўпаяди.

Атмосферанинг ифлосланиш ва заҳарли моддаларнинг за-
рарлилик даражаси уларнинг нисбий заҳарлилиги ҳамда иш-
латилган газлардаги миқдори билангина эмас, балки атмосфе-
рага чиқариб ташлаш жадаллиги билан ҳам белгиланади. Бу
кўрсаткич эса куч агрегатининг иш режими ва қувватига бог-
лиқ. Машиналар ишлаётганда ИЕД чиқариб ташлайдиган мод-

Ишлатилган газлардаги заҳарли моддалар миқдори

Заҳарли моддалар	Селиштирма чиқинди, г/кВт·соат		Ҳажм бўйича концентрация, %	
	бензинли ИЕД	дизеллар	бензинли ИЕД	дизеллар
Углерод (II)-оксиди (исгази)	70—180	4—5,5	6 гача	0,2 дан кам
Азот оксидлари	27	12—19	0,5	0,25
Углеводородлар (жами)	14—140	2—4	0,05 гача	0,01 дан кам
Альдегидлар	3,4	0,14—0,2	0,03	0,002
Олтингурут ангидриди	0,28	0,95	0,008	0,03
Қурум	0,4	1,4—2,0	0,05*	0,25*
Бензпирен (мг/кВт·соат)	0,02	0,0014—0,002	—	—

*) г/м³

даларнинг заҳарлилик даражасини энг аниқ тарзда баҳолаш учун амалдаги стандартларда кўзда тутилган тўлиқ синов цикллари ИЕД нинг турли иш режимларини ўз ичига олади. Бу режимлар енгил автомобиллар учун шаҳарда ҳаракатланиш шaroитига кўра, юк автомобиллари, автобус ва тракторлар учун эса энг характерли бўлган заҳарли моддалар турига кўра олинади. Синовлар жараёнида нормаланаётган заҳарли моддаларнинг умумий чиқиш миқдори белгиланади ва шу асосда босиб ўтилган йўлнинг ҳар километри учун (енгил автомобиль бўлса) чиқариб ташланган заҳарли моддаларнинг миқдори г/км ҳисобида ёки г/кВт·соат ҳисобида (юк автомобиллари ва трактор учун) аниқланади. Ишлатилган газлардаги тутун миқдори одатда асбоб шкаласи бўйича % да ифодаланади.

11.2-жадвалда дизеллар ва бензинли ИЕДлар номинал режимда ишлаганда чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдорига доир ўртача қиёсий маълумотлар келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, ишлатилган газларнинг заҳарлилигини белгиловчи асосий таркибий қисмлар бензинда ишлайдиган ИЕДларда азот оксидлари ва углерод (II)-оксиддан, дизелларда эса азот оксидлари ва қурумдан иборат экан (турли хил заҳарли моддаларнинг ҳавода жоиз чекли миқдорига доир санитария нормаларига қаранг). Шундай қилиб, ушбу жадвал, биз юқорида айтган, дизеллар ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси бензинда ишлайдиган ИЕДларникига қараганда пастроқ бўлади, деган хулосамизнинг тўғрилигини тасдиқлайди.

11.1.4. Чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдорини нормалаш

СССР да ишлаб чиқариладиган, умумий ишларга мўлжалланган енгил ва юк автомобиллари, автобуслар, тракторларнинг двигателлари чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдори тегишли тармоқ стандартлари томонидан қатъий тарзда белгилаб қўйилади. Бу стандартларда синов режими ва ша-роитлари, шунингдек қўлланиладиган аппаратлар ҳамда чиқариб ташланадиган ёниш маҳсулларининг асосий таркибий қисмлари: СО, СН, азот оксидлари ва қурумнинг жониз чекли миқдорлари (ишлатилган газларнинг тутунлилик даражасига кўра) кўрсатилади. Стандартлар заҳарли моддаларнинг жониз чекли миқдорларини босқичма-босқич камайтириб боришни кўзда тутди.

Енгил ва кичик юк автомобиллари, шунингдек 12 тагача йўловчи учун мўлжалланган микроавтобуслар БМТ ЯЭКнинг 15-сонли Қондаларига мувофиқ айланиш барабанлари бўлган махсус стендларда, 4 марта такрорланувчи юриш цикли бўйича синовдан ўтказилади. Мазкур Қондаларда машиналарни шиғов олдириш, секинлатиш ва барқарорлашган режимларда синаш кўзда тутилган. Нормалар автомобилнинг массасига қараб табақалаштирилган. Салт ишлаш режимида СО миқдорини ва картер газлари билан бирга чиқиб кетадиган СН миқдорини (картерни очиқ усулда шамоллатиб турадиган системалари бўлган ИЕДлар учун) аниқлаш ҳам кўзда тутилади.

Тўлиқ массаси 3,5 т дан ошадиган юк автомобилларининг ва ўриндиқлари сонин 12 тадан кўп бўлган автобусларнинг бензинда ишлайдиган двигателлари моторли стендларда, 4 марта такрорланадиган (2 марта қиздирилаётган ҳолда ва 2 марта иссиқ ҳолда) 9-режимли цикл бўйича синаб кўрилади. Чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг сотиштирма миқдори синовнинг ҳар бир режими улушини эътиборга олган ҳолда г/кВт·соатда ҳисоблаб топилади. Синовлар программасига энг кичик айланиш частотаси билан ва номинал частотанинг 60% ини ташкил этувчи частота билан салт ишлаганда чиқариладиган СО миқдорини аниқлаш киради.

Автомобиль дизеллари стендларда 13 босқичли цикл бўйича синовдан ўтказилади. Бундан ташқари, ташқи тезлик хараakterистикаси бўйича ва эркин шиғов олиш режимида ишлатилган газлардаги тутун миқдори ҳам аниқланади.

Трактор дизеллари моторли стендларда 10 босқичли цикл бўйича синаб кўрилади. Қўшимча равишда, номинал қувватнинг 80% ига тенг қувват билан барқарорлашган режимда ишлаганда ишлатилган газлардаги тутун миқдори аниқланади.

Дизелларнинг ишлатилган газларидаги тутун миқдори мазкур газларнинг оптик зичлигига кўра махсус асбоб ёрдамида

аниқланади. Бу асбобнинг иши муайян қалинликдаги газ устунини ёритиб кўришга асосланган. Дизеллар чиқариб ташлайдиган заҳарли моддаларнинг ўртача солиштирама миқдори юк автомобилларининг бензинда ишлайдиган двигателлариники сингари, синовлар цикли давомида чиқадиغان заҳарли моддаларнинг умумий миқдоридан келиб чиққан ҳолда ҳисоблаб аниқланади.

Фойдаланишда бўлган, бензинда ишловчи ИЕД ларнинг асосий қисми ГОСТ 17.22.03—77 га мувофиқ текширувдан ўтказилади. Бунда уларни минимал частотада ва номинал частотанинг 60% га тенг частотада салт ишлатиб, чиқариб ташланадиган СО миқдори аниқланади. Иттифоқдош республикаларнинг пойтахтларида, курорт шаҳарларда ва аҳолиси 300 мингдан зиёд бўлган шаҳарларда ишлатилувчи автомобилларда ишлатилган газлардаги углерод (II)-оксид миқдори жонз чекли миқдорларга мос келиши-келмаслиги текширилади. Автокорхоналарда мазкур текширув 2-ТХК (техник хизмат кўрсатиш) дан сўнг, автомобиль тузатилгандан ёки ИЕД нинг таъминлаш системаси ростлангандан кейин, ГАИ томонидан ўтказиладиган техник кўрувлар пайтида, шунингдек автомобилларни тузатиш корхоналарида ўтказиладиган техник кўрувлар пайтида амалга оширилади.

Фойдаланилаётган автомобиль дизеллари ГОСТ 21392—75 га мувофиқ текширувдан ўтказилади. Бунда улар эркин шиғов олиш ва энг юқори айланиш частоталари режимларида салт ишлатилиб, ишлатилган газлардаги тутун миқдори аниқланади. Мазкур текширув автокорхоналарда 2-ТХК пайтида, шунингдек ёнилғи аппаратларини ва ишлатилган газлардаги тутун миқдорига, таъсир кўрсатувчи бошқа системаларни тузатишдан ёки ростлашдан сўнг ўтказилади. Синов ишлари ИЕД ни капитал тузатувчи заводларда ўтказилади (ГОСТ 19025—73). Ушбу стандарт стандарт ёнилғи ва мойларда ишлатилувчи юк автомобиллари ҳамда автобусларга тааллуқлидир. Эркин тезланиш режимида ўлчаш ишлари шиғов олдириш циклини 10 марта такрорлаган ҳолда айланиш частотасини энг кичик қийматдан энг катта қийматга ошириш орқали кўпи билан 15 с оралатиб ўтказилади. Тутун ўлчагичнинг кўрсаткичлари охириги тўрт циклда, асбоб стрелкасининг энг кўп оғиши бўйича ўлчанади. Энг юқори айланиш частотасида ўлчаш ишлари асбобнинг кўрсатишлари турғунлашгандан сўнг олиб борилади.

11.1.5. ИЕД чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини камайитириш усуллари

Умумий ишларга мўлжалланган транспорт машиналарининг двигателлари чиқариб ташлайдиган заҳарли моддаларни камайитиришга қаратилган чора-тадбирлар атроф-муҳитнинг муҳофаза қилинишини, кишиларнинг яшаш ва ишлаш шароитла-

ри соғломлаштирилишини, чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдорининг тегишли стандартларда белгилаб қўйилган чекли миқдорларга ёнилги тежамкорлигини жиддий ёмонлаштирмаган, ишлаб чиқариш ва техник хизмат кўрсатиш нархини оширмаган ҳолда мувофиқ қелишини, энг юқори қувватга эришишни ҳамда оммавий тарзда фойдаланишни таъминлашмоғи лозим. Махсус ишларга мўлжалланган, яъни атроф-муҳитга чиқариб ташланадиган моддаларнинг тозаллиги жуда катта аҳамиятга эга бўлган шароитда (ер ости ва тоғ конларида, ёниқ биноларда, шу жумладан, омборлар, трюмлар, цехлар ва ҳоказоларда) ишлайдиган машиналарнинг двигателлари учун ҳимоя чораларининг тўлароқ ва қимматроқ комплекслари қўлланилиши мумкин. Уларнинг ҳажми ва мақсадга мувофиқлиги муайян шароитга қараб аниқланади.

Заҳарли моддаларни камайтириш учун ҳозирги вақтда қўлланилаётган усулларни уч туркумга ажратиш мумкин: иш жараёнини, биринчи навбатда, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш; иш жараёнини махсус ростлаш ва ИЕД конструкциясига тегишлича ўзгартишлар киритиш; мақсадга қаратилган чораларни қўллаш. Буларнинг ичидан биринчи туркум чора-тадбирлари энг мақбул ва тўғриси ҳисобланади, чунки улар деярли ҳамиша ИЕДнинг барча кўрсаткичларини, чунончи, ёнилги тежамкорлигини яхшилашга қаратилгандир. Иш жараёнининг, конструкциянинг ёки заҳарли моддалар чиқишининг ўзига хос хусусиятлари билан боғлиқ бўлган дастлабки икки туркум чора-тадбирлари дизеллар ва учқундан ўт олдириладиган ИЕДлар учун турличадир. Муаммонинг ўткирлигини ёки заҳарли моддалар ҳосил бўлишининг умумий қонуниятларини акс эттирувчи учинчи туркум чоралари эса ўз асосига кўра двигателларнинг иккала тури учун ҳам бир хилда тааллуқдир.

Дизелларда ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини камайтириш. 1. Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш. Олдинги параграфларда циклнинг ва умуман дизелнинг кўрсаткичлари яхшиланиши учун ёниш камерасида ҳавонинг ҳаракатланиш жадаллиги ва ёнилги пуркаш хусусиятлари: пуркаш босими ва давомийлиги, тўзитилиш майинлиги, ёнилги оқимларининг сони ҳамда пуркаш масофаси билан мувофиқ бўлиши муҳим аҳамиятга эга эканлиги айтиб ўтилган эди. Аралашма ҳажм бўйича пардали усулда ҳосил бўладиган дизелларда ёнилги оқимларининг поршендаги ўйиқча баландлиги бўйича йўналганлиги, тўзиткич тумшуғи ёниш камерасининг марказига нисбатан сурилган бўлганда эса — оқимларнинг пландаги жойлашуви ҳам сезиларли таъсир кўратади. «Ўта уюрмаланиш» ҳам, «чала уюрмаланиш» ҳам кўрсаткичларнинг ёмонлашувига олиб келади. Одатда, циклда иссиқликдан фойдаланиш нуқтани назардан, аралашма ҳосил бўлиш жараёни энг мақбул тарзда ташкил этилганда ёниш тезлиги юқори бўлади, бу ҳол ишла-

тилган газларда тутун миқдори, шунингдек СН ва СО миқдори кам бўлишини таъминлайди. Айни чоғда, азот оксидлари миқдори ортади.

Кўпинча, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнлари ишлаб чиқилгандан ҳамда иссиқликдан фойдаланишда юксак кўрсаткичларга эришилгандан сўнг, ҳосил қилинган энг мақбул пуркашни илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади. Бу эса ажралиб чиқадиган азот оксидлари миқдорини 2—3 марта камайтиришга имкон беради, аммо буида ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади (3—6%) ва ишлатилган газларда тутун миқдори ортади. Ушбу усул билан эришиш мумкин бўлган муайян натижалар аралашма ҳосил бўлиш жараёнини ишлаб чиқишда эришилган муваффақиятларга боғлиқ. Дизеллар тайёрловчи қатор заводларда қўлланилаётган жараёнинг ростланишини шу тарзда ўзгартириш ёнишда босимнинг кўтарилиш жадалигини ва циклнинг энг юқори босимини пасайтиришга имкон беради. Агар дизель вазифасидан келиб чиққан ҳолда бунга имкон бўлса, сиқиш даражасини 2—3 бирликка камайтириш йўли билан ҳам ишлатилган газлардаги азот оксидлари миқдорини 60% гача камайтириш мумкин.

СО, СН ва қурум миқдорини камайтириш ҳамда цикл кўрсаткичларни яхшилаш учун ЮЧП да поршень тепасидаги тирқиш кичрайтирилади. Аммо бунинг учун дизель деталларини янада аниқ қилиб тайёрлаш, бинобарин, ишлаб чиқариш технологиясини ўзгартириш ёки яхшилаш талаб этилади. Қурум, СН ва альдегидлар миқдорини камайтиришнинг аниқланган имкониятлари иғнанинг беркитувчи конусидан пастроқдаги форсунка тўзиткичи қудуқчасининг ҳажминини камайтиришдан, шунингдек ёнилғининг қўшимча пуркалишларини ва ёнилғи охириги порцияларининг берилиши чўзилиб кетишини бартараф этишдан иборат. Бу усул ёнилғи аппаратлари элементларининг конструкциясини ўзгартиришни тақозо этади.

2. Аралашма ҳосил қилишнинг энг мақбул усулларини қўллаш. Аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган усули ва ёниш жараёнининг мукамаллиги тутун ҳамда заҳарли моддалар чиқишига катта таъсир кўрсатади. Биз камералари ажратилган ва ажратилмаган дизелларни мазкур кўрсаткичлар бўйича юқорида таққослаган эдик. Аммо ҳатто камералари бир хил бўлган ИЕД лар туркумида ҳам тўлиқ юкланиш билан ишлаш режимида чиқадиган қурум ва азот оксидлари миқдорида фарқ бўлиши мумкин. Шу сабабли дизелли транспорт машиналаридан фойдаланиш талабларидан келиб чиқиб, баъзи ҳолларда заҳарли моддаларнинг энг кам миқдорда чиқишини таъминлайдиган аралашма ҳосил қилиш усуллари қўлланиладиган ИЕД лардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин.

3. Туташга қарши қўшилмалар ишлатиш. Таркибида ишқорий-ер металллар, айниқса, барий бўлган ва ёнилғига масса бўйича 0,5—1% миқдорда қўшилаётган айрим мах-

сус қўшилмалар ишлатилган газлардаги тутун миқдорини 2—3 марта ва альдегидлар ҳамда бензпирен чиқишини анчагина камайтириш хусусиятига эга. Улар дизелнинг асосий кўрсаткичларига таъсир қилмайди ва атмосферага чиқариладиган нейтрал бирикмалар ҳосил қилади. Мазкур қўшилмаларнинг камчилиги шундаки, улар ёниш камераси ва тўзиткичларда қатламлар ҳосил қилади, шу сабабли улар ёнишга фақат ювувчи қўшилмалар билан бирга аралаштирилиши керак. Бундан ташқари, улар нисбатан қиммат туради.

4. Ишлатилган газларни филтрлаш. Ишлатилган газлардаги қурум зарралари миқдори қатъий чеклаб қўйилган шаронгта алюминий, кремний ва магний оксидлари асосида яратилган, қайта тикланиш (регенерация) хоссасига эга бўлган ғовак филтрлар қўллаш орқали қурум зарраларни миқдори самарали тарзда камайтирилиши мумкин. Дизель ишлаётганда филтр ғовакларининг қурум билан беркилиб қолиши натижасида уларнинг ички қаршилиги ортади ва ишлатилган газларни тозалаш самарадорлиги пасаяди. Шу сабабли қурум вақт-вақтида куйдириб турилиши лозим. Бу иш машина ишлаб турган вақтда горелка ёрдамида 500—700°C гача қиздириш билан бажарилади. Горелка ишлаши учун қўшимча равишда 5% гача ёнилғи сарфланади. Бунинг устига, мазкур филтрларни қўллаш ИЕДнинг нарҳини қимматлаштириб юборади.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕДлар чиқариб ташлайдиган захарли моддаларни камайтириш усуллари. 1. Ёниш жараёнини такомиллаштириш. Аралашманинг тартибсиз ҳаракати ва унинг ёниш камерасида керакли йўналишда ҳаракатланишини ташкил қилиш (8-бобга қаранг) ёниш тезлигини анча оширишга ва ҳатто суюқ аралашмалардан фойдаланилганда ёниш жараёнининг иобарқарорлигини циклдан-циклга камайтиришга имкон беради. Бунда циклнинг ф.и.к. яхшиланиши билан бир қаторда чала ёниш маҳсуллари (CO , CH ва альдегидлар)нинг чиқиши анча камаяди ҳамда азот оксидларининг чиқиши сезиларли даражада ортади (айниқса $\alpha \geq 1$ бўлганда).

ИЕД чиқариб ташлайдиган азот оксидлари миқдори чекли миқдорларга мос келиши учун шу мақсадга қаратилган тузилма ва усуллардан фойдаланилади. Улар қуйида кўриб чиқилади.

2. Карбюраторли ИЕДда аралашма ҳосил бўлишини яхшилаш. CO ва CH лар чиқишининг кўпайишига олиб келувчи аралашма таркибининг турли цилиндрларда бир хилда эмаслигини камайтириш учун карбюраторнинг конструкциясини такомиллаштириш эвазига (кўп камерали карбюраторлар, диффузоридаги сийракланиш доимий бўладиган карбюраторлар) карбюраторда ёнилғининг тўзителиши яхшиланади, шунингдек карбюратор ортидаги киритиш коллекторининг қизитилишини ИЕДнинг иш режимига қараб

ростланадиган қилиш ҳисобиға суюқ парда бартараф қилинади.

Одатдаги конструкцияли карбюраторлар ўрнатилган ИЕД ларнинг салт ишлаш режимида ишлатилган газларнинг заҳарлилигини камайтиришға салт ишлаш системасини синчиклаб ростлаш ва валнинг айланиш частотасини тегишлича танлаш йўли билан эришилади. Бунинг учун эса чиқариб ташланаётган заҳарли моддаларни қайд қилиб борадиган махсус аппаратлар керак бўлади. Мамлакатимизда ишлаб чиқарилган «Каскад» қурилмасиға ўхшаш алоҳида салт ишлаш системаси бўлган карбюраторлардан фойдаланилганда яхши натижаларға эришилади. Карбюраторни бошқаришнинг электрон системаларини қўллаш турли иш шаронтиларида ёнилғининг дозаланиш аниқлигини оширишға ва иш режими ўзгарганда унинг сарфини ўзгартиришға кетадиган вақтни қисқартириш ҳисобиға чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларни камайтиришға имкон беради.

3. Ёнилғи пуркаш системалари. Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усули айниқса электрон бошқариш системаси билан биргаликда фойдаланилса, заҳарли чала ёниш маҳсуллари чиқиши камаяди. Бу қуйидагича содир бўлади:

ИЕД нинг доимий иш режимларида — ёнилғининг цилиндрларға бир текис тақсимланиши яхшиланиши ва киритиш коллекторининг деворларидаги суюқ парда бартараф этилиши ҳисобиға;

оралиқ режимларда (ИЕД нинг тезлашуви ва секинлашуви) — режим ўзгарганда ёнилғи сарфини ўзгартиришға (корректировкалашға) кетадиган вақтнинг қисқариши туфайли; двигатель билан секинлатилганда (мажбурий салт ишлаш) — ёнилғи беришни узиб қўйиш эвазига;

салт ишлаш режимида — ИЕД нинг иссиқлик ҳолати ўзгаришини, шунингдек атрофдаги ҳавонинг босими ва ҳарорати ўзгаришини ҳисобға олган ҳолда ёнилғининг аниқ дозаланиши ҳисобиға.

4. Мажбурий салт ишлаш тузилмалари. Двигатель билан секинлатиш режимларида аралашманинг ўта қуюқлашуви оқибатида ёнилғи чала ёнади, аралашма алангаланмай қолади ва цилиндрларға кўп миқдорда мой сўрилади, натижада СО, СН ҳамда альдегидлар кўп миқдорда чиқарилади. Бунга қарши курашиш учун сийракланиши ростлагичлар ва дроссель-заслонканинг ёпилишини секинлаткичлардан фойдаланилади. Ростлагичлар аралашмани киритиш каналига кираётган қўшимча ҳаво билан суюлтиради, секинлаткичлар эса дроссель-заслонка кескин ёпилганда каналдаги сийракланишнинг ортиш тезлигини секинлатади. Ўққала ҳолда ҳам сийракланишнинг камайиши натижасида цилиндрға мой кириши камаяди. Кўп ҳолларда карбюраторлар мажбурий салт ишлашда ИЕД га ёнилғи берилишини тўхтатадиган ва айланиш частотаси одатдаги салт ишлашға мос келувчи қийматға қадар

камайганда ёнилғи беришни улайдиган тузилмалар билан таъминланади (юқорида қайд этилган салт ишлаш экономайзерлари).

5. Учқундан ўт олишни жадаллаштириш. Транзисторли ва тиристорли ўт олдириш системалари учқун разряди қувватининг ошишини таъминлайди. Бунинг натижа-сида ИЕД айниқса дросселлаш режимларида ишлаганда ва суюқ аралашмалардан фойдаланилганда аралашманинг ишонч-ли равишда алангаланишига эришилади. Бу ҳол СО ва СН лар чиқаришнинг камайишига олиб келади. Тиристорли система-лар учқун разрядида кучланиш ўсишининг анча тик олд фрон-тини ҳосил қилади, бу эса ўт олдириш свечаси сўхта ва мой билан ифлосланганда ўт олишнинг ишончлилигини оширади. Бирламчи ўт олдириш занжирини узувчи контактсиз система-ларини қўллаш ИЕД ни ишлатиш жараёнида унинг ишончли ишлашнинг оширади, чунки бунда кулачокларнинг ейилиши, контактлар куйиши, узгич ростланишининг бузилиши (булар ёнувчи аралашманинг қониқарсиз алангаланишига олиб ке-лувчи сабаблардир) ўз-ўзидан йўқолади.

Баъзан ўт олишнинг ишончлилигини ошириш ва ёнишнинг циклдан-циклга унумсиз бўлиб боришини камайтириш учун (айниқса, суюқ аралашмалардан фойдаланилганда ёки аралаш-ма ёниш маҳсуллари қўшилиб суюқлашганида) ёниш камера-сига бир хил тарзда ишловчи иккита ўт олдириш свечаси ўрнатилади. Бу ҳол ёниш жараёнини тезлаштириши ва камеранинг детонацияга қарши хусусиятларини яхшилаши би-лан бирга СО ва СН лар чиқишини камайтиради. Айни чоғда азот оксидлари чиқиши ортади.

6. Ўт олдиришни илгарилатишда электрон бошқариш системаларини қўллаш. Двигателнинг иш шароитлари ўзгарганида тезда ишга тушадиган бу система-лар ИЕД нинг ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш билан бир қа-торда, кўп сонли омилларни ҳисобга олган ҳолда учқун чиқа-ришнинг энг мос лаҳзаларини танлашга имкон беради. Агар ИЕД га детонация датчиклари ўрнатиладиган бўлса, улар, бир томондан, қўлланадиган ёнилғи хоссаларидан келиб чиқиб, сиқишнинг энг юқори чекли даражаларидан фойдаланиш, ик-кинчи томондан эса, қурум, СО ва СН чиқишининг кўпайишига ҳамда ёнишнинг бузилишига олиб келувчи детонацияга барҳам бериш имконини беради. Бу системаларни ёнилғи беришни бош-қаришнинг электрон системалари билан бирга қўллаш иш жа-раёнини сошлаш аниқлигини оширишга имкон беради. Бу эса чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг миқдори кўпли-ги билан ажралиб турувчи режимлар, хусусан, салт ишлаш режими учун жуда муҳимдир.

7. ИЕД ни газсимон ёнилғида ишлашга ўт-казиш. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда ёнилғи си-фатида газлардан фойдаланиш суюқ аралашмаларда ишлаш-га имкон беради, натижада ёниш камерасидаги ҳарорат па-

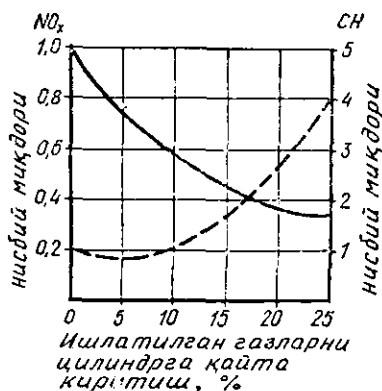
саяди. Газ ёнилғилари ишлатилганда, бундан ташқари, анча бир жинсли ёнувчи аралашма ҳосил бўлади, унинг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланади ва ИЕД нинг киритиш системасида суюқ парда мутлақо пайдо бўлмайди. Натижада чиқариб ташланадиган СО миқдори 3—5 марта, азот оксидлари икки мартагача камаяди, СН миқдори анчагина камаяди, шунингдек, ИЕД совуқлайини ишга туширилганда ва у қиздирилмасдан ишлатилганда ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси пасаяди. Табиийки, бунда газ билан таъминлаш системаси герметик бўлиши ва унинг нозик жойларидан атмосферага газ чиқишининг олди олиниши керак. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларни газда ишлаш учун қайта жиҳозлаш таъминлаш системасини ўзгартиришни ва муайян техник шартларни қаноатлантирувчи марказлаштирилган тарзда тайёрланган махсус аппаратлардан фойдаланишни тақозо этади.

8. Қўрғошин асосида тайёрланган антидетонаторлардан фойдаланишни чеклаш. Бу ҳақда юқорида айтиб ўтилган.

9. Картерни шамоллатишда берк система-лардан фойдаланиш ва цилиндрларга мой киришини бартараф этиш. Бунинг учун ИЕД конструкцияси чиқариб ташланадиган СН ва альдегидлар миқдори камайишини таъминлайдиган қилиб ўзгартирилади. Берк система қўлланилганда картер газлари ИЕД нинг киритиш канали томон йўналади. Бундай система ва тузилмалардан фойдаланиш чиқариб ташланадиган СН ва альдегидларни 20—30% камайитиришга, шунингдек ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетадиган азот оксидлари ҳамда СО миқдорини анчагина камайитиришга имкон беради, чунки чала ёниш маҳсулларининг картерга кириб қолган бир қисми яна ёниш камерасига қайтиб киради (яъни газларнинг қайта айланиши рўй беради).

Ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини пасайтиришнинг умумий усуллари. 1. Ишлатилган газларни қайта киргизиш (рециркуляция). Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, ишлатилган газларнинг маълум қисми чиқариш системасидан ажратиб олинади ва янги заряднинг бир қисмини эгаллаш учун ИЕД нинг киритиш каналига йўналтирилади. Ажратиб олинadиган газларнинг миқдори ИЕД нинг иш режими-га қараб махсус ростлаш тузилмалари воситасида ўзгартирилади. Камерага қайта киргизиладиган ишлатилган газларнинг ниссиқлик сифими катта бўлганидан ёниш ҳароратини пасайтиради, бу эса азот оксидлари чиқишини анчагина камайтиради. Бунда ёниш жараёни ёмонлашади, натижада СО ва СН миқдори бирмунча кўпаяди, дизелларда эса ишлатилган газлардаги тутун миқдори ортади. Қатор ҳолларда, кенгайиш охирида ёнишнинг чўзилиб кетиши ва ҳароратнинг кўтарилиши оқибатида СН миқдори ҳам камаяди.

Қайта киргизиш усулидан унқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда ҳам, дизелларда ҳам фойдаланилади. Биринчи ҳолда



11.5-расс. Дизелдан чиқариладиган заҳарли моддалар миқдорига ишлатилган газлар рециркуляциясининг таъсири

нинг камайишига сабаб бўлади; бунда ёниш жараёнининг ёмонлашуви циклда иссиқликдан ёмон фойдаланишга олиб келади. Қайта киргизиладиган ишлатилган газларнинг улуши (ишлатилган газларнинг умумий миқдорига нисбатан) 15% дан ошмайди, кўп ҳолларда эса кўпи билан 10% ни ташкил этади. Тажриба маълумотларига кўра, ишлатилган газларнинг 5% қисми қайта киргизилганда азот оксидларининг чиқиши дастлабки даражадан 40% гача, 15% қисми қайта киргизилганда эса —60—70% гача камайар экан (11.5-расс). Мазкур усул чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдори кескин чеклаб қўйилган мамлакатларда энгил автомобилларнинг двигателларида бошқа чора-тадбирлар, масалан, оксидловчи нейтраллаш усули билан биргаликда кенг кўламда қўлланилмоқда.

2. ИЕД цилиндрларига сув киритиш. Сувнинг иссиқлик сиғими юқори бўлади, шу сабабли унинг ИЕД цилиндрларига киритилиши (одатда буғ ҳолида) ёниш ҳарорати ва тезлиги пасайишига олиб келади, натижада, ишлатилган газларни қайта киргизишда бўлгани каби, азот оксидларининг чиқиши камайдиган ҳамда СО ва СН миқдори бирмунча кўпаяди. Бунда ИЕД нинг қуввати ва иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичлари камайдиган.

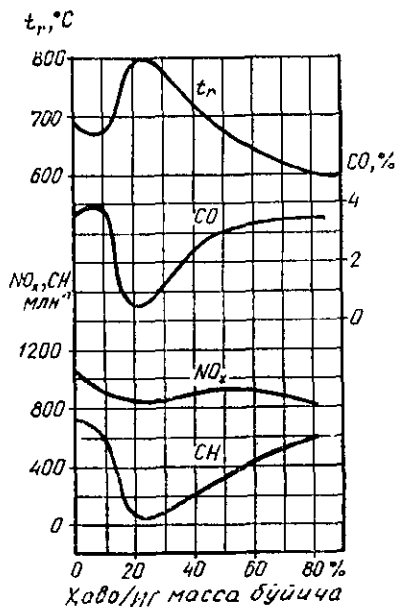
Сув киритиш дизелларда ишлатилган газларда тутун миқдори камайишига, бензинда ишлайдиган ИЕД ларда эса ёниш-ғаво аралашмасининг детонацияга мойиллиги пасайишига олиб келади. Маълумки, детонация билан ёнишда азот оксидларининг чиқиши одатдаги ёнишдагига нисбатан икки баравар кўпаяди. Шунинг назарда тутиш керакки, ИЕД га сув киритиш дозаланиш ёки ишнинг иссиқлик тартиби бузилганда цилиндр-поршень группасининг ва киритиш системаси деталларининг коррозияланишига сабаб бўлиши мумкин.

ишлатилган газлар киритиш системасига карбюратордан кейин узатилади, шундай қилинганда аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилмайди. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда ишлатилган газларни қайта киргизиш усулидан фойдаланишнинг кенгайиб бориши (тез ёниш камералари билан биргаликда) уларни суяқ аралашмаларда ишлашга ўтказишга ёрдам бериши. Бу эса азот оксидлари чиқишининг кўпайишига олиб келди. Қайта киргизилган ишлатилган газлар янги аралашманинг бир қисми ўрнини эгаллаб, қувват-

3. Ишлатилган газларни нейтраллаш. Бу усул ишлатилган газларни махсус тузилма — ИЕДнинг чиқариш системасига ўрнатиладиган нейтрализаторлар орқали ўтказишни назарда тутди. Ҳозирги вақтда қўлланилаётган нейтрализаторлар ишлаш принцинга кўра термик, суюқликли ва каталитик хилларга бўлинади.

Термик нейтрализаторларнинг иши CO , CII ва альдегидларни тўлиқ ёниш маҳсуллари: карбонат ангидрид ва сув буғига айланишга қадар куйдиришга асосланган. Мазкур жараён юқори ҳароратда ишловчи махсус камералар — реакторларда амалга оширилади. Агар ИЕД қуюқ аралашмада ишлаётган бўлса, реакция соҳасига қўшимча ҳаво киритилади (11.6-расм). CH 400°C да CO эса 500°C да оксидлана бошлайди ва бу жараён ўртача ва катта юкланишлар билан ишлайдиган ИЕД ларнинг чиқариш системаларида деярли ҳамма вақт содир бўлади. Оксидланиш тўлиқлиги ва тезлигини ошириш учун реакторнинг иш ҳарорати 600°C гача етказилади ва бундан ҳам оширилади. Шу мақсадда чиқариш патрубокларига зангламайдиган пўлатдан ясалган иссиқлик экранлари ўрнатилади, шунингдек реакция камералари иссиқлик ўтказмайдиган қилинади ёки ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади. Охириги тадбир ўз навбатида азот оксидлари чиқишини бирмунча камайтиради.

Двигатель катта юкланиш билан ишлаганда термик нейтрализаторларнинг самарадорлиги, яъни чала ёниш маҳсуллари бартараф этилишининг тўлиқлиги энг юксак даражада бўлади, кичик юкланиш билан ишлаганда (бунда реакция соҳасидаги ҳарорат етарли даражада бўлмайди) эса — камайтирилади. Уларнинг самарадорлигини ишлатилган газларнинг реакция соҳаси орқали ҳаракатланиш тезлигини пасайтириш эвазига кўтариш мумкин, аммо бунинг учун нейтрализаторнинг габарит ўлчамлари ва массасини катталаштириш талаб қилинади. Нейтрализаторларнинг хизмат муддати автомобилнинг босиб ўтган йўли ҳисобида 160 минг километрини ташкил этади. Этилланган



11.6-расм. Қўшимча ҳаво киритишга боғлиқ ҳолда иссиқлик нейтрализатори иши самарадорлигининг ўзгариши

бензинлардан фойдаланилганда нейтрализаторлар ўз самарадорлигини йўқотмайди, бироқ бунда уларнинг хизмат муддати қисқаради. Улар, асосан, учқундан ўт олдириладиган ИЕДларда, кўпинча ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини камайтиришнинг бошқа усуллари билан биргаликда қўлланилади, чунки уларнинг ўзи атмосферага чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдорини камайтирмайди. Дизелларда нейтрализаторларни қўллаш самарасиздир, чунки уларда СО ва СН кўп чиқмайди ҳамда ишлатилган газларнинг ҳарорати пастроқ бўлади, бу эса ишлатилган газларнинг чала ёниш маҳсулларидан керагича тозаланишини таъминламайди. Ҳаво ва ёнилғи билан ишлайдиган термик қўшимча ёндиргичлар жуда кам қўлланилади, чунки гарчи улар ИЕДнинг барча юкланишларида юксак самарадорлик билан ишласа ҳам, қиммат туради ва қўшимча ёнилғи сарфини талаб қилади.

Суюқликли нейтрализаторлар ишлатилган газларни химиявий моддалар (натрий сульфат ва натрий карбонат) эритмаси орқали ўтказиш асосида ишлайди. Бунда заҳарли моддалар ана шу эритмага ютилади ёки химиявий тарзда бирикади. Бу нейтрализаторлар 40—80°C ҳароратда таъсир қилади ва асосан альдегидлар, қурум, бензпиренни (60—80% га қадар) нейтраллайди, азот оксидларини эса кам даражада (30% га қадар) нейтраллайди. Сувда ишлайдиган нейтрализатор энг оддий нейтрализатордир. У ишлатилган газларда қурум, альдегидлар, олtingугурт бирикмалари миқдорини камайтиради. Суюқликли нейтрализаторлар асосан дизелларда қўлланилади. Уларнинг камчилиги шундаки, ИЕД ишламаётган пайтда атрофдаги ҳавонинг ҳарорати паст бўлганда улар музлаб қолиши мумкин. Улар суюқ эритмани анча тез алмаштириб туришни талаб қилади.

Каталитик нейтрализаторлар заҳарли маҳсулларнинг зарарсиз моддалар (карбонат ангидрид, сув буғи ва азот) га айланиш реакциялари алангасиз ўтишини таъминлайди. Бунда реакциялар катализатор сиртида кечади. Реакциялар мўтадил температураларда ўтади. Самарали ишлаш учун шаронт мавжуд бўлганда замонавий каталитик нейтрализаторлар ишлатилган газлардаги заҳарли моддалар миқдорини 90% гача камайтириш имконини беради. Уларнинг хизмат муддати анча узоқдир. Уларнинг самарадорлиги атроф-муҳитнинг ҳарорати, модданинг катализатор билан ўзаро таъсирлашиш давомийлиги, заҳарли моддалар ва реакциялар соҳасидаги муҳитнинг характери билан белгиланади.

Юқори температурада ишловчи катализаторлар сифатида (уларнинг самарали ишлаш доираси 300°C дан юқори даражаларга мос келади) ноёб ва асл металллар (платина, палладий, радий, рутений ва уларнинг бирикмалари) дан фойдаланилади. Улар бир бутун сопол ташувчи ёки глинозём доналари сиртига қопланади.

Паст температурада ишловчи катализаторларнинг (уларнинг

самарали ишлаш доираси 100—300°C оралиғида бўлади) активлиги юқоридаги катализаторларникидан сезиларсиз даражада паст бўлса-да, улар бир неча баробар арзон туради. Бундай катализаторлар сифатида металл оксидлари (мис, никель, хром, марганец оксидлари) ва турли қотишмалар (зангламайдиған пўлат, бронза, латунь, мис-никелли компаундлар) ишлатилади.

Азот оксидларини нейтраллаш учун, тикловчи муҳит (яъни $\alpha < 1$) бўлиши зарур. Бунда $\alpha > 1,05$ бўлгандаёқ тиклаш самардорлиги кескин пасаяди. СО, СН ва альдегидларни йўқотиш учун оксидловчи муҳит керак бўлади, шу сабабли ишлатилған газларда кислород етишмаганда реакциялар соҳасига ҳаво юборилади. Оксидлаш реакцияларида ажралиб чиқувчи иссиқликдан системанинг керакли ҳароратини бир хилда тутиб туриш учун фойдаланилади.

Бензинда ишлайдиған ИЕД ларда уч ёқлама ишловчи (яъни учта заҳарли моддага мўлжалланған) каталитик нейтрализатордан фойдаланилганда ишлатилған газларни тозалашда энг юксак самарага эришиш мумкин. Мазкур нейтрализатор чиқариш системасида товуш сўндиргич вазифасини ҳам ўтайди. Бу ҳолда ИЕД бирмунча қуюқ ёки стехиометрик ёнувчи аралашмада ишлайдиған қилиб ростланади. Нейтрализаторнинг биринчи камерасида азот оксидлари қайта тикланади, иккинчисида эса қўшимча ҳаво берилганда чала ёниш маҳсуллари қўшимча оксидланади. Нейтрализаторнинг ф. и. к энг юқори бўлишига эришиш учун қайтар алоқали ИЕД га ёнилғи беришни кислороднинг парциал босими датчиги орқали бошқариш системаларидан фойдаланилади. Бу датчик нейтрализаторга кириш жойига ўрнатилади. Аралашма стехиометрик таркиб орқали ўтганида датчикнинг ЭЮК кескин ўзгаради. Бунда бу сигнал ёнилғи сарфини бошқарувчи электрон тузилмага узатилади. Ёнилғи пуркаладиган системаларда аралашманинг таркиби ушбу усулда $\alpha = 1 \pm 0,02$, карбюраторли системаларда эса $\alpha = 1 \pm 0,07$ атрофида тутиб турилади.

Ишлатилған газларни қайта киргизиш системаси билан биргаликда қўлланиладиган оксидловчи каталитик нейтрализаторлардан ҳам фойдаланилади. Этилланған бензинлардан фойдаланилганда қўрғошин бирикмалари каталитик нейтрализаторни 100—200 соат ишлаганидан кейиноқ ишдан чиқаради. Унинг ишга яроқлилигини фақат реактивлаш йўли билан қайта тиклаш мумкин бўлади.

Дизелларда каталитик нейтрализаторлардан фойдаланиш кам самара беради: улар, миқдори учқундан ўт олдириладиган ИЕД дагига қараганда анча кам бўлған СО, СН ва альдегидлар чиқишини камайтиради, холос. Азот оксидлари деярли чиқарилмайди, чунки дизелнинг ишлатилған газларида кўп миқдорда кислород бўлади ва нейтрализаторда оксидловчи муҳит юзага келади. Бундан ташқари, дизелда ишлатилған газларнинг ҳарорати паст бўлади, шу сабабли нейтрализаторнинг самарали

ишлаши учун шароит мавжуд бўлмайди. Дизель ишлатилган газларидаги қурум тезда нейтрализаторни тўлдиради ва унинг ички қаршилигини оширади, натижада ИЕД нинг қуввати камаёди. Шу сабабли нейтрализатордан ишлатилган газ филтърлари билан биргаликда фойдаланиш ёки азот оксидлари чиқишини камайтиришнинг бошқа усуллари (ишлатилган газларни қайта киргизиш, ёнилғи беришни илгарилатиш бурчагини кичиклаштириш) қўллаш лозим.

ИЕД ишлатилган газларининг заҳарлилик даражасини пасайтиришнинг ишончли усули бўлган барча турдаги нейтрализаторлар (айниқса, каталитик нейтрализаторлар) транспорт воситасининг нарҳини анчагина қимматлаштириб юборади. Бундан ташқари, улар чиқишдаги акс босимни оширади (айниқса, қисман тўлиб қолган ҳолатдалигида), бу эса ИЕД қуввати 5—15% камайтишига, қабулчанликнинг пасайишига ва шунга мос равишда ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувига олиб келади. Шу сабабли, улар чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар миқдори қатъий чеклаб қўйилган ёки ИЕД алоҳида шароитда (берк хоналарда, шамоллатилиш чекланган иш жойларида) ишлаган ҳоллардагина фойдаланилиши мақсадга мувофиқдир.

11.1.6. Ишлатиш шароитларида ИЕД чиқариб ташлайдиган моддаларнинг заҳарлилик даражаси

Ишлатиш жараёнидаги ИЕД нинг техник ҳолати, шунингдек улар системаларининг ростилиши атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорига катта таъсир кўрсатади. Машиналарга техник хизмат кўрсатишда буни эътиборга олиш зарур.

Дизелларда ишлатилган газлардаги тутун миқдори ИЕД нинг ростилишлари бузилганлиги ёки техник ҳолати ёмонлашганлигини яққол кўрсатиб турувчи асосий кўрсаткичдир. Ишлатилган газларда тутун миқдори кўпайишининг энг кўп учрайдиган сабаблари форсункалар тўзиткичларидан ёнилғи сизиши, улар пружиналарининг нотўғри таранглиши, тўзиткич тешикларининг коксулиб қолиши, форсунка игнасининг осилиб қолиши, ҳаво филтърларининг ифлосланиши, ёнилғи аппаратлари деталлари (юқори босимли насоснинг плунжерли жуфтликлари, ҳайдаш клапанлари)нинг ейилиши, энг кўп ёнилғи узатилишини чеклагичнинг нотўғри ўрнатилиши, клапанлар, биринчи навбатда, чиқариш клапани зичлигининг бузилишидан иборат. Бунда, одатда, СО, СН ва альдегидлар чиқиши кўпаяди, натижада ишлатилган газларда оқ тутун пайдо бўлиш жадаллиги ортади ва газнинг ҳиди ўткирлашади.

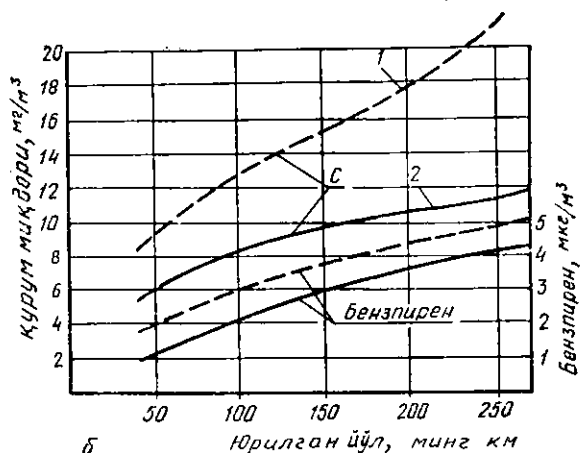
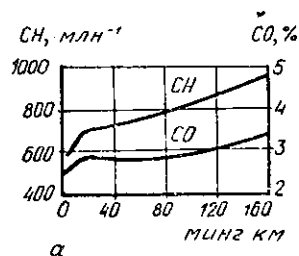
Поршень ҳалқалари, поршеньлар ва гильзаларнинг ейилиши натижасида цилиндрда компрессиянинг ёмонлашуви ҳам юқоридагига ўхшаш оқибатларга олиб келади. Бунда сиқиш охирида босим ва ҳарорат пасаяди, бу эса ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиши ва ёниш шароитини бузади ҳамда ишга тўши-

ришда ва кичик айланиш частоталарида чақнашнинг ҳатто юз бермаслигига олиб келиши мумкин. Шу сабабга кўра газнинг картерга ёриб ўтиши ортади, натижада сапундан оқ тутун чиқа бошлайди, яъни ифлослантиргичлар картердан тўғридан-тўғри атмосферага чиқиб кетади.

Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда заҳарли СО ва СН ларнинг чиқишига салт ишлаш режимининг ростланиши катта таъсир қилади. Бу иш, одатда, заҳарли моддалар даражасини аниқлаш учун мўлжалланган махсус аппаратлардан фойдаланмаган ҳолда бажарилади. Одатда, карбюраторларнинг салт ишлаш системалари ИЕД нинг турғун ишлашини таъминлаш учун зарур бўлган ростлаш доирасидан анча кенг доирага мўлжаллангандир. ИЕД нинг турғун ишлашига эришиш учун заҳарли моддалар миқдорини камайтириш талабларидан келиб чиқувчи аралашмага қараганда анча қуюқ аралашмадан фойдаланилади. ИЕД ни салт ишлатиб ўтказилган назорат синовлари автомобилларнинг 50—70 фоизи ҳаддан ташқари қуюқ аралашмада ишлашини ва чиқариб ташлайдиган заҳарли моддаларнинг чекли миқдорига кўра стандартларга мос келмаслигини кўрсатди.

ИЕД ни ишлатиш давомида ёниш камерасининг деворларида сўхта қатламларининг юзага келиши ҳақиқий сиқиш даражасининг катталанишига ва шунга яраша азот оксидлари чиқишининг кўпайишига олиб келади, сўхта камеранинг девори яқинида (яъни аланга ўчадиган соҳада) тўпланувчи СН зарраларини адсорбциялайди, натижада уларнинг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши 10—15% кўпаяди. Чиқариш клапанларининг герметиклиги бузилганда, свеча электродлари орасидаги ва ўт олдириш системаси узгичининг контактлари орасидаги тирқиш катталашганда, ўт олдириш свечаси сўхта ва мой билан ифлосланганда СН ҳамда чала ёниш маҳсуллариининг чиқиши ортади. Поршеннинг мой сидириш ҳалқалари, киритиш клапанининг стержени ва унинг йўналтирувчиси ейилиши ёниш камерасига мой тушишига ҳамда ишлатилган газлар билан бирга СН ва альдегидларнинг чиқиб кетишига сабаб бўлади. Компрессион ҳалқалар, поршеннинг, цилиндрлар деворларининг ейилиши газларнинг картерга ёриб ўтиши кўпайишига, картерни шамоллатиш системаси очиқ бўлганда эса — СН ҳамда ёнилғи буғининг чиқиши кўпайишига олиб келади.

Статистика маълумотлари шуни кўрсатадики, атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг асосий улуши ўрғача ва кўп йўл босган автомобилларга тўғри келар экан. 11.7-расмда автомобиллар оддий иш шаронтида ишлаганда двигателларда ишлатилган газлардаги қатор заҳарли моддалар миқдорининг ўзгариши тасвирланган. Ейилишга синаш натижаларининг кўрсатишича, ўз моторесурсини ишлатиб бўлган ИЕД да картер газлари билан СО нинг чиқарилиши 10—12 марта, СН нинг чиқарилиши 30 барабар, азот оксидларининг



11.7- расм. ИЕД ни ишлатиш мобайнида заҳарли моддалар ажралиб чиқишининг ўзгариши:

а — бензинли ИЕД; б — дизель; 1 — дизель ёнилғиси, 2 — газ конденсати

чиқарилиши 6 марта кўпайди, мойнинг қурумга айланиб исроф бўлиши эса янги ИЕД дагига қараганда 5 барабаргача зиёдлашди. Иш жараёнида машиналарга ўз вақтида ва юқори сифатли техник хизмат кўрсатиш заҳарли моддалар чиқиши 30—40% камайишини таъминлайди.

Ҳатто техник жиҳатдан бенуқсон бўлган ИЕД ларни ҳар куни ишлатиш жараёнида заҳарли маҳсулларнинг чиқишига машиналардан фойдаланиш ва уларни ҳайдаш шароитлари катта таъсир кўрсатади. Шунинг назарда тутиш керакки, чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдори ИЕД нинг техник ҳолатига ва ундан фойдаланиш шароитига, унинг энергетик ҳамда иқтисодий (ёнилғи сарфига кўра) кўрсаткичларига қараганда кўпроқ боғлиқ бўлади. Двигателларнинг ҳарорати талаб этилганидек бўлишини таъминлаш, машиналарнинг ҳаракат режимини тўғри танлаш, салт ишлаш давомийлиги, иш жараёнида транспорт воситасининг ўта юкланиши ва бошқа омиллар атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

ИЕД нинг техник ҳолатидан қатъи назар, заҳарли моддалар чиқишида ташқи иш шароитлари сезиларли роль ўйнайди. Атмосфера-муҳит ҳароратининг кўтарилиши, ҳаво билан совитиладиган ИЕД да эса совитиш ҳавоси ҳароратининг баландлашуви, шунингдек бунинг натижасида устёпма ва цилиндрнинг совитиш жадаллиги сусайиши ёниш соҳасида ҳароратнинг кўтарилишига олиб келади, бу эса чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдорининг кўпайишига сабаб бўлади. Бу камчилик айни пайтда ҳаво зичлигининг камайиши ва мос равишда камерада ёнишда босимнинг пасайиши билан қисман компенсацияланади.

Дизелларда киритиш тактида заряд зичлигининг камайиши ҳаво ортиқлигининг камайиши билан боғлиқ бўлиб, бу ҳол дизель катта юкланиш билан ишлаганда ишлатилган газларда тутун миқдори кўпайишига ва бошқа чала ёниш маҳсуллари ажралиб чиқишига олиб келади. Атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлганда бевосита қартер, карбюратор ва ёнилғи бакидан углеводородлар ҳамда ёнилғи буғининг чиқиши ортади.

ИЕД тоғ шаронтида ишлаганда заҳарли моддалар чиқишига таъсир кўрсатувчи асосий омил атмосфера босимидир. Денгиз сатҳидан баландлик орта боргани сари мазкур босимнинг муайян қонун бўйича пасайиши бошланғич ёниш босқичининг давомийлиги узайишига ва кейинги босқичларда жараённинг жадаллиги сусайишига олиб келади. Ёниш чўзилиб кетиб, кенгайиш жараёнига ўтиб кетади, натижада босим ва ҳарорат пасаяди, бу эса бензинда ишлайдиган ИЕД ларда СО ва СН чиқиши кўпайишига, дизелларда эса ишлатилган газларда тутун миқдори ортишига сабаб бўлади. Цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг камайиши туфайли ИЕД қувватининг табиий равишда камайиши унинг ўта юкланишига сабаб бўлади, натижада чала ёниш маҳсуллариининг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши янада кўпаяди.

ИЕД газ конденсатларида ишлаганда атмосферага чиқариладиган заҳарли моддаларнинг ўзига хос хусусиятлари ёнилғининг физик-химиявий хоссалари стандарт ёнилғилар хоссаларидан фарқ қилиши билан белгиланади. Масалан, ҳайдаш температуралари бензинникидан анча паст бўлган енгил газ конденсатларидан фойдаланилганда таъминлаш системасининг турли қисмларидан углеводородлар ва ёнилғи буғининг ҳавога тўғридан-тўғри чиқиб кетиши ортади. Аммо енгил фракцияларнинг фоз миқдори ортиши ёнувчи аралашманинг бир жинслилиги ва унинг ИЕД цилиндрларига тақсимланиши яхшиланишига шаронт яратади, бу эса ёнилғи ҳавода тўғри дозаланганда ишлатилган газлар билан бирга СО ва СН нинг чиқарилишини камайтиради. Газ конденсатлари октан сонининг нисбатан кичиклиги детонация эҳтимоллигини оширади, чала ёниш маҳсуллари, қурум ва азот оксидлари чиқишини кўпайтиради. Бу эса атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўладиган Ўрта Осиё региони учун айниқса долзарб муаммодир.

Дизелларда фойдаланишга мўлжалланган, Ўрта Осиёдаги конлардан олинадиган оғир газ конденсатларининг қурум сони эса стандарт дизель ёнилғисининг қурум сонига қараганда кичик, ҳайдаш температуралари анча паст ва цетан сони юқори-роқдир. Шу туфайли улардан ИЕД ларда фойдаланиш ишлатилган газларда тутун миқдорини 30% ва бензпирен чиқишини 25—30% камайтиришга имкон беради, аммо азот оксидлари миқдори ортади. Азот оксидларининг чиқиши ёнилғи берила бошлашни илгарилатиш бурчагини дизель ёнилғиси учун тавсия этилган қийматга нисбатан кечикиш томонга силжитиш орқали камайтирилади. Айни пайтда босимнинг ёниш жараёни-

да кўтарилиш жадаллиги ва циклнинг энг юқори босими паясида. Газ конденсатларидан фойдаланиш ҳатто мазкур ҳолда ҳам дизель ёнилғисидан фойдалангандагига нисбатан қулайроқ бўлган (ишлатилган газлардаги тутун миқдори бўйича) характеристикаларни таъминлайди (11.7- расм, б га қаранг).

11.2. ИЕД ИШИНИНГ ШОВҚИНЛИЛИК ДАРАЖАСИ

11.2.1. Умумий маълумотлар

ИЕД ишлаётганда унинг цилиндрларида ажралиб чиқаётган иссиқлик энергиясининг бир қисми атроф ҳавосининг тебранишларини ҳосил қилишга сарфланади. Бу тебранишлар киритиш ва чиқариш бўғизлари, совитиш системасининг вентилатори, деталларнинг ташқи деворлари ҳамда ёрдамчи агрегатлар воситасида тарқатилади. ИЕД энергиясининг маълум қисми куч агрегати ўрнатилган машина қисмларини титратишга сарфланади. Бу энергиянинг бир қисми ҳаво муҳитининг тебранишларига айланади. Акустик частоталарга мос бўлган ҳаводаги тебранма ҳаракат атрофдагилар томонидан машинанинг ташқи шовқини сифатида, кабина ва салон ичидаги ҳайдовчи ҳамда йўловчилар томонидан эса ички шовқин сифатида қабул қилинади. ИЕД ишлаганда пайдо бўладиган шовқинга машинанинг трансмиссияси, рамаси, кузови ва бошқа манбалардан чиқаётган шовқинлар қўшилиб кетади.

Баланд шовқин кишилар организмга, айниқса, эшитиш органларига, асаб системасига ёмон таъсир қилиб, чарчашга, турли касалликларга, меҳнат унумдорлиги ва сифати пасайишига сабаб бўлади, ташқи товуш сигналлари ҳамда гапни эшитишга халақит беради. Йирик шаҳарлар ва саноат марказларида автомобиллардан чиқадиган шовқин кишиларнинг дам олиши ҳамда нормал яшашини бузувчи асосий ноқулайлик манбандир. Транспорт воситаларида шовқиннинг асосий манбаи куч агрегати, яъни ИЕД ҳисобланади.

Шовқиннинг инсон организмга таъсири фазонинг берилган нуқтаси учун шовқин даражаси ва спектрига боғлиқ. Шовқин даражаси таъсир этувчи товуш босимининг унинг $2 \cdot 10^{-5}$ Па га тенг бошланғич қийматига нисбатининг йигирма каррали логарифми билан аниқланади ва децибеллда ўлчанади. Спектр эса шовқиннинг частота таркиби бўлиб, Гц да ўлчанади. ИЕД дан тарқаладиган товуш энергиясининг асосий қисми 20 дан 8000 Гц гача бўлган соҳада тўпланади.

Одам частота спектри турлича бўлган айнан бир хил даражадаги шовқинни турлича сезади. Шовқиннинг миқдорий баҳоларини субъектив идрокка яқинлаштириш мақсадида шовқинни қайд қилиш учун шовқин ўлчагичнинг частота характеристикаларидан фойдаланилади. Бу характеристикалар спектрнинг турли соҳаларидаги товушларга одамининг сезгирлигини ҳисоб-

га олади. Товушнинг қайд қилинадиган қиймати *товуш даражаси* деб аталади ва у дБА да ифодаланади.

Шовқин тарқатиш манбаи ҳосил қиладиган шовқин даражаси ўлчаш аппаратига қадар бўлган масофа ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади ва шу сабабли унинг қиймати ҳақида ҳолисона фикр билдириш учун ўлчаш шарт-шароитлари ва усуллари қатъий келишиб олинади. Ишлаётган ИЕД дан 1 м масофада шовқин даражаси 105—120 дБА га етиши мумкин.

Манбадан тарқалаётган товуш энергиясининг берилган радиусли ярим сфераининг сирти орқали 1 с ичида ўтган умумий миқдори *акустик қувват* деб аталади. Кўриб чиқилаётган туркумдаги замонавий ИЕД ларининг акустик қуввати 2—3 Вт ни ташкил этади.

Ҳозирги вақтда соҳоати ривожланган барча мамлакатларда автомобиллардан ёки уларнинг куч агрегатларидан чиқадиган шовқиннинг жадаллиги қонун кучи билан чеклаб қўйилган. Мазкур чеклашларнинг зарурлиги турли манбалардан чиқаётган шовқинни таҳлил қилиш усуллари ва шовқинни сўндиришга қаратилган махсус чора-тадбирлар ишлаб чиқишни тақозо этди.

СССР да автомобиллар шовқинининг жонз даражалари, шунингдек акустик характеристикаларини аниқлаш усуллари биринчи марта ГОСТ 19358—74 томонидан белгиланган. Статистиканинг далолат беришича, жонз чекли нормалар жорий этилгандан сўнг, автомобиллар чиқарадиган шовқин даражаси кейинги 10 йил ичида 3,4—4 дБА га камайдн. ОСТ 23.1.446—82 да трактор ва комбайн дизелларининг шовқин ҳамда титраш характеристикаларига доир чеклашлар белгилаб қўйилган. Улар стенд шароитларида олинган. ОСТ 37.001.266—83 да эса ишлаб чиқарилаётган ва келгусида ишлаб чиқариладиган автомобиль дизелларининг шовқин даражаси белгилаб қўйилган.

Машиналар парки тобора кенгайиб бораётганлиги муносабати билан яқин йиллар ичида транспорт воситаларининг турли туркумлари бўйича жонз шовқин даражаларини қонун кучи билан ҳозирги даражаларга нисбатан 2—7 дБА га камайтириш кўзда тутилади. Кейинчалик бу талаблар янада қатъийлашиб боради. Статистика маълумотларига кўра ҳозирги вақтда шовқинни сўндирувчи воситалар билан ускуналанган дизелли юк автомобилларининг шовқин даражаси 89—90, енгил автомобиллариники 77—81, трактор дизеллариники 90—104 дБА ни ташкил этади.

11.2.2. ИЕД да шовқиннинг асосий манбалари

ИЕД ишлаганда пайдо бўлувчи шовқин ўз хусусиятига кўра ушбу турларга бўлинади: газ муҳити тез ғалаёнланиши оқибатида чиқадиган аэродинамик шовқин; двигателнинг ташқи сиртлари тебраниши натижасида ҳосил бўлувчи структура шовқини; двигатель ўриндиғида, яъни осмада тебраниш туфайли

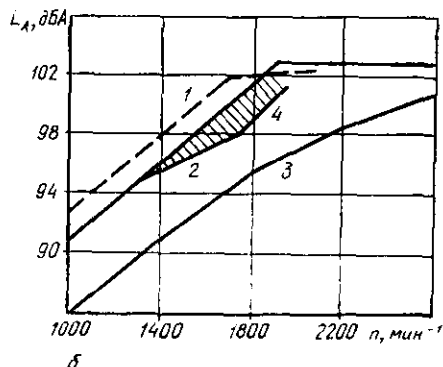
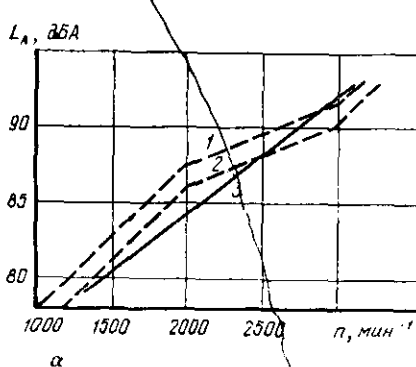
юзага келадиган ва машинанинг конструктив элементлари рама, кузов, кабина, капот ва ҳоказо) титраши ҳисобига кучаядиган титраш шовқини.

Аэродинамик шовқин газ алмашиш системаси ишлаганда, яъни киритиш ва чиқариш жараёнлари амалга ошганда пайдо бўлади. Сўндирилмаган аэродинамик шовқин акустик тарқалиш қувватига кўра структура ва титраш шовқинларидан анча баланд бўлади. Масалан, чиқариш системасининг шовқин даражаси труба кесигидан 2—3 м масофада 125—128 дБА га, киритиш системасиники эса 1 м масофада 120—122 дБА га етади. Бироқ, барча замонавий транспорт воситалари тўлдириш ва чиқариш жараёнларида пайдо бўлувчи шовқинни анча самарали сўндирадиган системалар билан ускуналанади. Бу системалар шовқинни 30—40 дБА га пасайтиради. Шу сабабли пасайтирилган аэродинамик шовқин кўп ҳолларда структура шовқинидан паст ёки унга тенг бўлади.

ИЕД тебранганда юзага келувчи шовқинга куч агрегатининг мувозанатланмаганлиги сабаб бўлади. Замонавий двигателлар учун унинг жадаллиги ташқи акустик тарқалишда ҳал этувчи бўлиб ҳисобланмайди. Аммо у транспорт воситаларининг ички шовқини даражасига катта ҳисса қўшади.

Структура шовқини ИЕД цилиндрларида газ кучларининг жадал катталашиб бориши ва уларнинг деталларга қўйилиши туфайли (ёниш жараёни шовқини), двигателнинг узеллари, узатмаларига, деталларининг туташ жойларига кескин юкланиш тушиш туфайли (механик шовқини), турли агрегатлар (дизеллардаги ёнилғини пуркаш системалари, мой насоси, компрессор, динамомашина ва ҳоказо)нинг ишлаши туфайли пайдо бўлади. Унинг даражаси ёниш жараёнининг ташкил қилинишига, ИЕД нинг конструктив хусусиятларига (цилиндрларнинг жойлашуви, корпус деталларнинг ўлчамлари ва биқрлиги, совитиш турни, агрегатлар юритмаси ҳамда механик юритмалар турни), тайёрлаш ва йиғиш технологиясига (деталлар материалли, узел ва механизмлардаги тирқишлар, ИЕД системаларининг ростланиши), ишлаётган куч агрегатларининг ҳолатига (маҳкамлаш деталларининг бураб маҳкамланиши, элемент ва узелларнинг ейилиш даражаси, механизм ҳамда системаларнинг иш ростланишлари) боғлиқ.

Структура шовқинининг таркиби ва унинг умумий шовқин даражасидаги улуши ҳар хил ИЕД ларда турличадир. Муайян двигателда мазкур шовқин унинг иш режимига қараб ўзгаради. Одатда, дизелларда у учқундан ўт олдириладиган двигателлардагига нисбатан анча баланд бўлади, бунга энг аввало ёниш жараёнининг таъсири сабаб бўлади. $dp/d\phi$ нинг қийматлари юқори бўлган дизелларда ёниш жараёнига тўғри келувчи акустик қувватнинг улуши жараёнлар «паст шовқинли» бўлган ИЕД дагига нисбатан 4—5 барабар кўпдир. Масалан, аралашма ҳосил бўлиш жараёни одатдаги усулда ташкил қилинган КамАЗ-740 двигателларида энг катта буровчи момент режими-



11.8-расм. ИЕД даги товуш даражасининг эйланиш частотасига боғлиқлиги:

а — иш ҳажми қуйдагича бўлган бензинли ИЕД лар учун: 1 — 7000 см³, 2 — 6000 см³, 3 — 4250 см³; б — иш ҳажми қуйдагича бўлган дизеллар учун: 1 — 14860 см³, 2 — 17000 см³, 3 — 10850 см³, 4 — юкланишнинг тарқалаётган шовқинга таъсири

да ёниш жараёни акустик қувватининг улуши жами структура шовқинининг 80% ини ташкил этади, ҳолбуки ЗИЛ-645 дизелларида бу кўрсаткич атиги 16% ни ташкил қилади.

Ёниш шовқини частота спектрининг акустик ва физиологик жиҳатдан энг ноқулай бўлган (1000 Гц дан зиёд) соҳасида намоён бўлади. Ихчамроқ дизелларда структура шовқинининг умумий даражасида унинг улуши тезюар дизеллардагига қараганда кўпроқ бўлади. Айланиш частотаси ортиши билан ИЕД нинг шовқин даражаси кўтарилиб боради (11.8-расм), бунда механик шовқинлар ёниш шовқинига нисбатан тезроқ кўтарилади. Шу сабабли, умуман ортишига қарамадан шовқиннинг умумий даражасида ёниш шовқинининг улуши камаяди. Юкланиш ортиши билан дизель шовқинининг умумий даражаси жуда кам — 3—4 дБА кўтарилади (11.8-расм, б).

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда ёниш жараёнининг структура шовқини акустик қувватидаги улуши иккинчи даражалидир. Асосий таъсири (айниқса, юқори айланиш частоталарида) механик шовқинлар, ИЕД шовқинининг умумий даражасида эса — аэродинамик ташкил этувчилар кўрсатади. Шу сабабли айланиш частотаси бўйича шовқиннинг кўтарилиш жадаллиги дизеллардагидан фарқ қилади (11.8-расм, а га қаранг). Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда шовқиннинг юкланиш бўйича кўтарилиши дизеллардагига қараганда тезроқ 10 дБА гача кечади. ИЕД валининг айланиш частотаси ортганда титраш шовқинининг даражаси жадалроқ кўтарилади.

11.2.3. Шовқинни пасайтириш усуллари

ИЕД шовқини даражасини амалдаги стандартларда белгилаб қўйилган даражаларгача пасайтириш усулларини ишлаб чиқиш ҳамда шу мақсадга қаратилган чора-тадбирларни амал-

га ошириш учун мураккаб ўлчаш ва таҳлил қилиш аппаратларидан фойдаланиш, шунингдек ихтисослаштирилган лаборатория хоналари талаб қилинади. Шу сабабли ана шу чора-тадбирларнинг асосий мажмуи заводларда ИЕД конструкциясини ишлаб чиқиш ҳамда уларни ишлаб чиқаришга тайёргарлик кўриш жараёнларида бажарилади. Шовқинни пасайтиришга қаратилган чора-тадбирларнинг моҳияти шовқиннинг акустик тарқалиш табиати ва келиб чиқиши билан белгиланади. Мазкур чора-тадбирлар қуйидагиларни кўзда тутди:

ғалаёнлантирувчи кучлар (ёниш жараёни, газ оқимлари, узел ҳамда механизмларга юкланиш тушиш тарзи ва ҳоказо)га таъсир кўрсатиш;

тарқатувчи юзаларга товуш тебранишлари узатилишини камайтириш (масалан, товуш ютиш хусусияти юқори бўлган конструкцион материаллар қўллаш йўли билан);

ташқи юзаларнинг тарқатиш даражасини камайтириш (чунончи, товуш экранлари ўрнатиш, товушни пасайтириш, деталларнинг биқрлигини ошириш, уларнинг шакли ёки ўлчамларини ўзгартириш орқали);

ИЕД деталлари, элементлари, узелларини ёки бутун ИЕД ни товуш ютвчи материаллар билан қоплаш (хусусан, узелни ёки бутун ИЕД ни ниқоблаш).

Одатда, товушни сўндиришда энг юксак самараларга эришиш учун турли усуллардан биргаликда фойдаланилади. Бунда амалга оширилган чора-тадбирларнинг қўламини ва бу билан боғлиқ харажатлар кўпгина омиллар билан, шу жумладан, шовқинга доир чеклашлар даражаси, ИЕД ва машина конструкциясининг вазифаси ҳамда ўзига хос томонлари, ишлаб чиқариш имкониятлари, ишлаб чиқариш талаблари ва ҳоказолар билан белгиланади. Турли транспорт воситаларига (масалан, автобус ёки юк автомобилига) ўрнатиладиган биргина ИЕД учун товушни сўндиришга доир чора-тадбирларнинг мутлақо ҳар хил қўламлари талаб қилиниши мумкин. Шовқин даражасига қўйиладиган талаблар кескинлашгани сари уни сўндиришга қаратилган чора-тадбирларни амалга ошириш учун қилинадиган харажатлар ҳам ортиб боради.

Шовқинга қарши кураш усуллари унинг келиб чиқиши билан белгиланади.

Чиқариш тактидаги шовқин одатда сўндиргичлар қўллаш орқали пасайтирилади. Фойдаланиладиган сўндиргичлар инсон қулоғи учун энг ноқулай даражадаги ва спектрнинг юқори частотали доирасидаги (600 Гц дан зиёд) шовқинни самарали тарзда пасайтиради. Шовқиннинг сўндирилиш даражаси ва шовқиннинг частота таркиби фақат сўндиргичнинг эмас, балки ишлатилган газларни чиқариб юборадиган бутун системанинг ҳам акустик хусусиятлари билан белгиланади, яъни системанинг ҳар бир таркибий қисмининг ўзаро алоқадор ўлчамлари (диаметри, узунлиги, ҳажми)га боғлиқ бўлади. Ана шу таркибий қисмлар ўлчамларини ихтиёрий равишда ўзгартириш шов-

қинни сўндиришнинг умумий самарадорлигини ёмонлаштириш мумкин. Ишлатилган газларни чиқариб юборадиган замонавий системаларга товуш ютувчи *реактив сўндиргичлар* ёки товуш ютувчи материал билан қопланган *актив сўндиргичлар* ўрнатилган бўлиб, улар чиқариш тактидаги шовқинни структура шовқини даражасидан пастроқ қийматларга қадар пасайтиради.

Киритиш тактидаги шовқин акустик хусусиятлари мослаб танланган ҳаво тозалагичлар қўллаш билан пасайтирилади. Улар кўпинча қўшимча камералар билан биргаликда фойдаланилади. Бундай тузилмалар шовқиннинг юқори частотали ташкил этувчиларини самарали сўндиради, паст частотали ташкил этувчилар эса катта ҳажмли ҳаво тозалагичлар ва узунлиги оширилган киритиш патрубоклари ёрдамида сусайтирилади. Ҳаво тозалагичнинг ҳажминини ва киритиш системаси қисмларининг ўлчамларини танлаш йўли билан спектрнинг барча частота доирасида шовқинни самарали сўндиришга эришилади. Киритиш системасининг механик шовқинлари ҳаво тозалагични ИЕДга титрашдан муҳофазаловчи таянчларда маҳкамлаш ёки моторли бўлинманинг деворига маҳкамлаш орқали пасайтирилади. Ҳаво тозалагичлар корпуси пластмассалардан (полиамид ва полипропилендан) тайёрланса ва улар мустақкамлик қобиргалари билан таъминланса, шовқинни сўндиришда қўшимча самарага эришиш мумкин.

Совитиш системасининг вентиляторидан чиқадиган аэродинамик шовқин (ҳаво билан совитиладиган ИЕДларда бу шовқин айниқса кучли бўлади) айланиш частотасини камайтириш, парракларининг оралиғи (қадами) турлича бўлган вентиляторлар қўллаш, аэродинамик хусусиятлари яхшилланган қуйма конструкциялардан фойдаланиш, парраклар энини катталаштириш йўли билан пасайтирилади.

Дизелларда аралашма ёнганда чиқадиган шовқин иссиқлик жараёнини ташкил қилишнинг тегишлича усулларини қўллаш (пардали усулда ва девор яқинида аралашма ҳосил қилиш, ажратилган ёниш камералари), ростланишларни ёки ёниш чоғида dp/df катталikka таъсир қилувчи бошқа омилларни ўзгартириш (ёнилғини икки фазали ёки босқичли узатиш, пурқашни илгарилатиш бурчагини кичиклаштириш, ёниш камерасини иссиқлик ўтказмайдиган қилиш, ёнилғининг цетан сонини ошириш ва босим остида киритиш усулидан фойдаланиш) орқали пасайтирилади. Шовқинга қарши курашнинг бу йўналишини амалга оширишдаги асосий қийинчиликлар шундан иборатки, бир ҳолда (аралашма ҳосил қилишнинг бошқа усулига ўтиш, босим остида киритиш усулини қўллаш) анчагина маблағ ва вақт сарфланади, бошқа ҳолда эса (ростланишларни ёки иш жараёнини ташкил қилиш параметрларини ўзгартириш) дизелнинг муҳим кўрсаткичлари (ёнилғи тежамкорлиги, литривий қуввати, заҳарли моддаларни чиқариб ташлаши ва бошқалар) ёмонлашади, бунга эса кўп ҳолларда йўл қўйиб бўлмайди.

Механик узатмалар ва ёрдамчи агрегатлардаги шовқин манбаига таъсир кўрсатиш учун поршень билан цилиндр орасидаги тирқиш кичрайтирилади, силжитилган (дезаксиал) поршень бармоғи ҳамда газ тақсимлаш юритмасида паст шовқинли шестернялар қўлланилади, мой ва ёнилғи насослари ҳамда улар юритмаларининг параметрлари ўзгартирилади, тирсакли валнинг буралма тебранишларини сўндиргичлардан фойдаланилади, турбоҳайдагич (турбонагнетатель) конструкцияси тақомиллаштирилади ва ҳоказо.

Структура шовқинига қарши кураш шовқин манбаига таъсир кўрсатиш ва товуш тебранишларининг атроф-муҳитга узатилишини камайтиришдан иборат. Структура шовқинини пасайтириш учун корпус деталлари ва йирик қўзғалмас деталлар: цилиндрлар блоки, картер, газ тақсимлаш механизмининг қопқоғи, киритиш ва чиқариш трубаларининг бикрлиги уларнинг конструкциясини ўзгартиришдан ҳамда қобирғалар қилиш, шунингдек штамплаб ясалган пўлат деталлар (картер поддони, коромисло ва туйнуклар қопқоқлари, маховик ғилофи, тўсиқлар)ни товуш ютиш хоссалари яхши бўлган материаллардан қўйиб ясалганлари билан алмаштиришдан фойдаланилмоқда.

Экранлар — товуш қайтарувчи тўсиқлар, пластиналар, тўсиқлар (булар кўпинча товуш ютувчи материал билан қопланади) ўрнатилганда шовқин пасайтиришда сезиларли самарага эришилади. Экранлар шовқин тарқатувчи юзадан маълум масофада ўрнатилади ва конструкциянинг элементларига амортизаторлар ёрдамида маҳкамланади. Масалан, цилиндрлари V-симон жойлашган ИЕД ларда акустик шовқиннинг 70% гача қисми блокнинг оғиш бўшлиғидан тарқалади. Мазкур бўшлиқ товуш ютувчи қатламли лист билан экранланса (тўсиб қўйилса), ИЕД частота ва юкланишининг барча ўзгариш доирасида товуш даражаси 2—3,5 дБА га пасаяди.

Ташқи шовқинни ва қисман ички шовқинни пасайтиришнинг таъсирчан усули мотор бўлинмасини товуш ўтказмайдиган қилиш ва бошқариш қурилмалари чиқарилган жойларни зичлашдан иборат. Аммо бунда ИЕД ишининг иссиқлик режими ўзгаради ва машинанинг конструкцияси қимматлашиб кетади. Товуш ўтказмайдиган ва товуш ютадиган қоплама ҳамда кранлар қўлланилиши ҳисобига транспорт машиналарининг қимматлашуви товуш даражасининг ҳар 1—3 дБА миқдорда пасайишига 1% билан баҳоланади. Одатда, ИЕД шовқинини стандартда белгиланган миқдорларга қадар сўндирishга қаратилган чора-тадбирлар мажмуини қўллаш натижасида машина бирмунча (30—40 кг) оғирлашади. Агар ИЕД нинг конструкцияси шовқин даражасига қўйиладиган талаблар тобора қатъийлашиб боришини ҳисобга олган ҳолда олдиндан тақомиллаштириб борилса, бу тадбирларнинг мутлақо ҳожати бўлмайди.

ИЕД шовқинини пасайтиришнинг энг самарали усули уни ниқоблаш, яъни ИЕД ни товуш ютувчи анчагина қалин материал-

дан ясалган яхлит ғилоф билан беркитишдир. Шунда шовқин 6—10 дБА га пасаяди. Аммо бунда машинанинг оғирлиги 0,5—2% ортади, нархи 3% га қимматлашади, техник хизмат кўрсатиш харажатлари 1,5% га зиёдлашади. ИЕД ишининг иссиқлик режими ҳам ўзгаради.

ИЕД ишлаганда чиқадиган шовқинни пасайтириш мақсадида баъзан валнинг номинал айланиш частотаси камайтирилади (11.8-расм). Статистика маълумотларига кўра, айланиш частотаси 100 мин^{-1} га камайтирилса, товуш даражаси 1 дБА га пасаяр экан. Агар бунда қувватни ошириш учун қўшимча чора-тадбирлар кўрилмаса, айланиш частотаси камайтириш натижасида ИЕД нинг масса-габарит кўрсаткичлари ва машинанинг иш кўрсаткичлари ёмонлашади.

ИЕД ишлаётганида машинанинг салони, кузови, кабинасида пайдо бўлувчи *ички шовқин* куч агрегатини мувозанатлаш, айланма ва қайтма-илгариланма ҳаракат қилувчи деталларнинг номувозанатлигини камайтириш, таянчларга маҳкамланган ИЕД нинг титраш-акустика характеристикаларини яхшилаш йўли билан пасайтирилади. Бевосита ИЕД билан боғлиқ бўлмаган усуллар, хусусан, кузов ва кабиналарни зич ёпиладиган қилиш, машина конструкциясининг титрашга қаршилигини ошириш, мотор бўлинмасига шовқин ўтказмайдиган ва ютадиган тўсиқлар ўрнатиш орқали ҳам шу мақсадга эришиш мумкин.

11.2.4. ИЕД ни ишлатиш даврида шовқин даражасининг ўзгариши

Транспорт машиналарини ишлатиш жараёнида уларнинг техник ҳолати, шунингдек улардаги куч агрегатларининг ҳолати ўзгаради, натижада улар ишлаганда шовқин даражаси янги машиналарнинг шовқин даражасидан ортиб кетади. БМТ ЯЭҚ нинг тавсияномаларида автомобилларда шовқин даражасининг ортиши кўпи билан 5 дБА бўлишига рухсат этилади. Аммо транспорт воситалари ишининг бу кўрсаткичи иш шариотида деярли назорат қилинмайдиган ва шу сабабли улар ишининг шовқинлилик даражаси жонз чекли даражалардан ортиб кетиб, атрофдагиларга ҳамда шу воситаларга техник хизмат кўрсатувчиларга ёмон таъсир қилади.

ИЕД ни ишлатиш давомида ИЕД шовқин даражасининг ортиб кетишига олиб келувчи асосий сабабларни кўриб чиқамиз.

Биринчидан, деталларнинг ҳаракатланувчи туташ юзлари ейилиши натижасида узел ва механизмлардаги (поршень — цилиндр, вал бўйи — подшипник, тишли ҳамда занжирли узатмалар ва ҳоказо) тирқиш катталашиши ҳисобига шовқин даражаси ортади. Оқибатда кучлар қўйилган ёки уларнинг йўналиши ўзгарган пайтда динамик юкланишлар зиёдлашади, бу эса акустик тарқалишнинг ўсишига олиб келади.

Иккинчидан, шовқин даражасининг ортишига бирикмалар маҳкамлигининг бузилиши сабаб бўлади, натижада машина-

нинг титраши кучаяди. Мазкур камчиликка машина айниқса оғир ва юкланиши ўзгариб турадиган шароитларда ишлатилганда унга ўз вақтида ва сифатли қилиб техник хизмат кўрсатмаслик сабаб бўлиши мумкин.

Учинчидан, иш жараёнида ростлаб туриладиган тирқишлар (масалан, клапанли механизмдаги, газ тақсимлаш юритмасидаги тирқишлар ва ҳоказо) катталашганда, шунингдек ИЕД иш жараёнининг дастлабки ростланишлари (ўт олдиришни ёки пуркашни илгарилатиш бурчаги, циклдан-циклга ёки цилиндрлар ўртасида ишнинг нотекис тақсимланиши ва ҳоказо) бузилганда шовқин кучаяди. ИЕД ни тузатишда кривошин-шатун механизмининг айрим қисмлари массасига кўра танланмай алмаштирилганда унинг номувозанатлиги ортиши ёки тирқишлар катталашини оқибатида двигатель ишнинг шовқинлиликл даражаси кўтарилиши мумкин.

Иш жараёнини тегишлича қайта ростламасдан мос бўлмаган (октан ёки цетан сонни кичик) ёнилғилардан фойдаланиш ҳам ҳатто тузук ИЕД нинг шовқин даражаси ортишига олиб келиши мумкин. Транспорт воситасининг двигатели ҳосил қиладиган шовқин ИЕД нинг техник ҳолатига боғлиқ бўлмаган сабаблар туфайли ҳам зиёдлашувин мумкин. Ички шовқин кабина ёки кузовнинг, мотор бўлинмасидаги товуш ўтказмайдиган тўсиқнинг герметиклиги, ИЕД осмасининг техник ҳолати бузилганда кучаяди. Ташқи шовқин капот, қанотлар ва шу кабиларнинг маҳкамлиги бузилганда кучайиши мумкин.

Нафақат ИЕД га, балки машинанинг куч агрегати билан боғланган қисмларига ҳам техник хизмат кўрсатиш, маҳкамлаш ва ростлаш ишларини ўз вақтида ўтказиш машинани ишлатганда чиқадиган шовқиннинг пасайишини, шунингдек унинг ишончлилиги ортиши ҳамда хизмат муддати узайишини таъминлайди.

12- Б О Б. ИЕД ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ. АЙЛАНИШ ЧАСТОТАСИНИ РОСТЛАШ

12.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Кўриб чиқилаётган туркумдаги машина двигателлари юкланиши ва айланиш частотаси кенг доирада ўзгариб турадиган шароитда ишлайди. Бу ўзгаришлар бажариладиган ишга ва ташқи қаршиликларга боғлиқ бўлади. Бунда иш режимлари, айниқса, даврий (циклик) тарзда ишлайдиган машиналарнинг (экскаваторлар, скреперлар, кранлар, бульдозерлар ва ҳоказо) иш режими узлуксиз равишда ва жуда мураккаб қонунлар бўйича ўзгариб туради. ИЕД нинг иш сифати машиналарнинг иш унуми, самарадорлиги, ёнилғи тежамкорлиги, ишончлилиги, хизмат муддати, манёврчанлиги, бошқаришга қулайлиги ва экологик хусусиятларини белгилаб беради. Берилган машинага

энг яхши двигателни танлаш, уни бошқа ёки шунга ўхшаш двигателлар билан қиёсий баҳолаш, унинг сифатларини яратиш жараёнида маромига етказиш, оммавий ишлаб чиқариш жараёнида тайёрланган ИЕД ларнинг бир хилдалиги ва яхши сифатлилигини тасдиқлаш, ИЕД ни тузатиш ёки модернизация қилиш сифатини уни ишлатиш даврида текшириш, двигателни маҳаллий иш шароитига мослаштириш учун ва бошқа мақсадларда *ИЕД характеристикаларидан*, яъни двигатель иш кўрсаткичларининг ушбу омиллар: иш режими (айланиш частотаси, юкланиш), ростлаш омилли (аралашма таркиби, ўт олдиришини ёки пуркашни илгарилатиш бурчаги ва ҳоказо), ишлатиш шароити (ҳавонинг ҳарорати ва босими, денгиз сатҳидан баландлик ва ҳоказо)дан бирига боғлиқлигини ифодаловчи графиклардан фойдаланилади.

Иш режими барқарорлашган пайтда, яъни юкланишни ростлаш тузилмаси (дизелда — ёнилғи насосининг рейкаси, учқундан ўт олдириладиган ИЕД да — дроссель-заслонка)нинг вазияти, айланиш частотаси ва иссиқлик режими ўзгармас бўлганда ўлчашлар орқали топилган нуқталарга қурилган характеристикалар одатда мазкур мақсад учун мутлақо яроқлидир. Равшанки, бу ҳолда ИЕД нинг ўртача буровчи моменти ташқи қаршиликлар моментига тенг бўлади. Бундай характеристикаларни синов режимини бериш ва бир хилда тутиб туриш, шунингдек ёнилғи ва ҳаво беришни ўлчаш аппаратлари ҳамда ИЕД нинг ҳароратини ва ишлатилган газларнинг чиқарилишини барқарорлаштириш учун тормоз қурилмалари билан ускуналанган махсус стендларда олиш ҳамда амалга ошириш анча осон.

Нормаллаштирилган характеристикаларни олишда ИЕД ни синаш шароитлари, кўрсаткичларни ўлчаш аниқлиги ва тартиби ва шу кабилар давлат стандартлари: автомобиль ИЕД лари учун ГОСТ 14846—81 билан (ўзгаришлар билан) ҳамда трактор ва комбайн дизеллари учун ГОСТ 18509—80 билан қатъий тарзда белгилаб қўйилди. Вазифасига қараб, ИЕД характеристикалари, асосий самарали кўрсаткичлардан ташқари, индикатор кўрсаткичларини, шу жумладан, индикатор диаграммасига доир маълумотларни (p_z , $dp/d\phi$, ϕ ва ҳоказо), ёрдамчи ($\phi_{ил}$, t_r , D ва бошқалар) ҳамда баҳолаш катталикларини (η_v , α ва шу кабилар) ҳам ўз ичига олиши мумкин. Махсус характеристикаларни олишда (масалан, илмий тадқиқот мақсадлари учун) синаш усуллари ҳамда катталик ва кўрсаткичларни ўлчаш шароитлари белгиланади ва келишиб олинади.

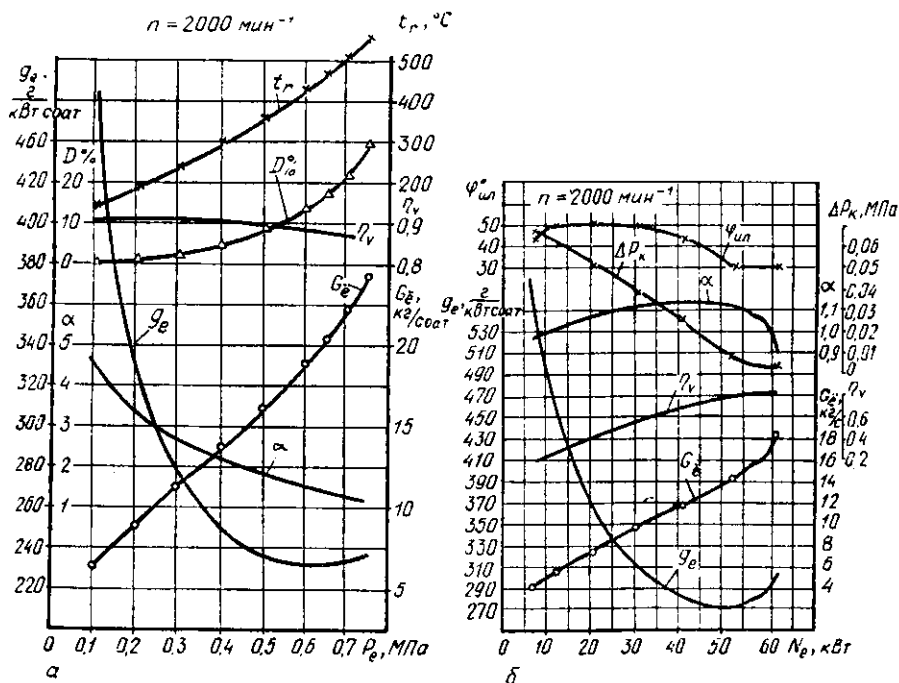
ИЕД нинг мавжуд шароитдаги иш кўрсаткичларидан бироргаси (масалан, дизелларда ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси ва ундаги тутун миқдори) барқарорлашган режимда олинган маълумотлардан анчагина фарқ қилган ҳолларда синовлар амалдаги стандартларга мувофиқ, ўзгарувчан режимларда ўтказилади.

Барқарорлашган режимдаги ИЕД характеристикаларининг асосий турларини кўриб чиқамиз.

12.2. ЮКЛАНИШ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Юкланиш характеристикалари деганда ўзгармас айланиш частотасида ИЕД кўрсаткичларининг юкланишга боғлиқлиги тушунилади. Бу характеристикани олишда кўрсаткичлар изчил тарзда, нуқтадан нуқтагача ўлчаб кўрилади. Бунда ИЕДга ёнилғи берилиши юкланишни ростлаш мосламаси (дизелда — ёнилғи насосининг рейкаси, учқундан ўт олдириладиган ИЕД да эса — дроссель-заслонка) ёрдамида ўзгартириб турилади ҳамда двигатель валининг айланиш частотаси стенднинг тормоз қурилмаси ёрдамида бир хилда сақлаб турилади. Юкланиш кўрсаткичи сифатида буровчи моментнинг ва ўртача босимнинг бир-бирига мутаносиб бўлган самарали қийматларидан ёки улар жорий қийматининг максимал қийматга нисбатидан фойдаланилади.

Характеристикалар юкланишни салт ишлашдаги қийматдан (нолга тенг юкланишдан) номинал қийматгача ўзгартирган ҳолда, дизеллар учун эса баъзан номинал қийматдан ҳам оширган ҳолда олинади. Кейинги ҳолда ёнилғининг чекли берилишини чеклагич узиб қўйилади. Мумкин бўлган сон-саноқсиз характеристикалардан одатда бир нечаси, яъни иш тезлиги доирасидагилари ва бирор мулоҳаза (номинал режим, энг кат-



12.1-расм. Юкланиш характеристикалари:

а — босим остида киралиш усули қўлланилмаган дизель; б — карбюраторли ИЕД

та буровчи момент режими ва ҳоказо)га кўра энг аҳамиятлилари танлаб олинади. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелнинг ва карбюраторли ИЕД нинг юкланиш характеристикалари 12.1-расмда келтирилган. Улар иккала турдаги ИЕД юкланишини ростилаш характеристикаларини яққол акс эттириб турибди.

Дизелларда (12.1-расм, а) юкланиш сифат жиҳатдан ростланадиган бўлса, юкланишни ошириш учун циклик ёнилғи миқдори кўпайтирилади, бунда цилиндрга бериладиган ҳаво миқдори шундайлигича қолдирилади. У ҳолда аралашманинг таркибини синов шарт-шароитлари ўзгармас бўлишини ҳисобга олган ҳолда бир циклга татбиқан қуйидаги нисбатдан топиш мумкин:

$$\alpha = \frac{G_{a.x}}{G_{a.e} l_0} \quad (12.1)$$

Юкланиш бутун доирада ортганида киритишда янги заряд ишши натижасида цилиндрга берилаётган ҳаво миқдори бирмунча (6—10%) камаяди. Баъзан эса бунинг акси бўлади: газ алманиш системасидаги газодинамик ҳодисалар туфайли циклик ҳаво миқдори юкланиш бўйича бироз кўпаяди. Дизелларда юкланиш бўйича α нинг узлуксиз камайиб боришини ана шу билан тушунтириш мумкин.

Учқундан ўт олдириладиган ва аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕД ларда юкланишни миқдор жиҳатдан ростлаш усули кўпроқ қўлланилади, шу сабабли юкланиш ортиши билан аралашма сарфи кўпаяди ва шунга мос равишда тўлдириш коэффициенти катталашади. Аралашманинг сифати эксплуатацион-техник талаблар (ўртача юкланишларда тежамли таркиб, тўлиқ юкланишларда — қувватли таркиб ҳамда кичик юкланишларда қуюқ таркиб)ни ўзида акс эттирган ҳолда унчалик ўзгармайди. Қуюқ таркибдан аралашманинг дросселланиш туфайли ёмонлашувчи алангаланиши ва ёнишини яхшилаш учун фойдаланилади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг катталиги юкланишнинг ростланиш характеристикаларига мослаштирилади. Кичик юкланишларда дросселланиш туфайли янги заряднинг босими ва ҳарорати пасайиши, шунингдек унинг қолдиқ газлар қўшилиб суюқлашиши ёнишни секинлаштиради, шу муносабат билан ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштириш талаб қилинади. Ўртача юкланишларда суст ёнадиган суюқ аралашмаларда ишлаш учун ҳам ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини тўлиқ юкланишлардагига нисбатан катталаштиришга тўғри келади.

Солиштирма ёнилғи сарфига доир эгри чизиқ (9.38) муносабатга бўйсунлади. Бу муносабатни қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$g_e = \frac{\text{const}}{\eta_i \eta_m} \quad (12.2)$$

Салт ишлаганда ($N_e = 0$) иккала ИЕД учун $\eta_m = 0$ ва $g_e = \infty$ бўлади. Юкланиш ортиши билан η_m узлуксиз катталаша бориб, энг катта (0,7 — 0,9) қийматга етади, бунинг оқибатида g_e камаяди. Дизелларда кичик юкланишлар соҳасида ёнилғи тежамкорлигининг яхшиланиши η_i нинг қиймати каттароқ бўлгани учун тезроқ содир бўлади. Юкланиш энг катта юкланишнинг 70—80% ини ташкил этганда g_e энг кичик қийматгача пасаяди ва дизелларда — аралашма ҳосил бўлишининг бўзилиши ҳамда η_i нинг камайишида давом этиши туфайли, учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда эса — экономайзернинг ишга туширилиши ва қуюқ аралашмада ишлашга ўтилиши туфайли яна кўтарила бошлайди. Берилган тезлик режимида ёнилғининг энг яхши тежамкорлигини ифодаловчи g_e нинг энг кам даражаси индикатор иссиқлигидан фойдаланишнинг мукамаллиги билан аниқланади. Бу кўрсаткич дизелларда юқорироқ бўлади. Юкланиш ортганда цикл давомида киритиладиган иссиқлик миқдори кўпаяди, шунга кўра ишлатилган газларнинг ҳарорати t_g ва ИЕД деталларининг умумий ҳарорати кўтарилади. Юкланиш бир хил бўлганда t_g нинг даражаси дизелларда пастроқ бўлади, чунки уларда ёниш маҳсуллари цилиндрларда тўлароқ кенгайди. Бензинда ишлайдиган ИЕД лар ҳосил қиладиган энг катта қувват (юкланиш) (9.35) формула асосида η_v ва η_m нинг қийматлари орқали, шунингдек η_i/α нисбат билан аниқланади. Спқиш даражаси ва ёниш мукамаллиги ортиши билан бу нисбат зиёдлашади. Дизеллардаги энг катта юкланиш ишлатилган газлардаги тутуннинг жонз миқдори билан ёки деталларнинг иссиқликдан зўриқиши (ҳаво билан совитиладиган ИЕД, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД) билан чекланади. Агар характеристика ёнилғи берилишини чеклагич ўрнатилган ҳолда олинса, берилган тезлик режимидаги энг катта юкланиш ана шу тузилма билан аниқланади. Ўртача босимнинг солиштирма кўрсаткичи бўйича энг катта юкланиш даражаси учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда юқорироқдир, чунки уларда α нинг қиймати кичикроқ бўлади [(9.35) формулага қаранг]. Дизелларда ўртача босимни кўтариш учун босим остида киритиш усулидан фойдаланилади.

Айланиш частоталарининг бутун иш доирасида ИЕД кўрсаткичларининг юкланиш бўйича ўзгариши тўғрисида энг тўлиқ тасаввур ҳосил қилиш учун кўп сондаги юкланиш характеристикалари кўриб чиқилади. Аммо бунда натижаларни тасвирлашдаги кўрғазмалилик йўқолади. Шу сабабли улар кўпинча кўп параметрли ёки комбинацияланган битта характеристикага келтирилади.

12.3. ТЕЗЛИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

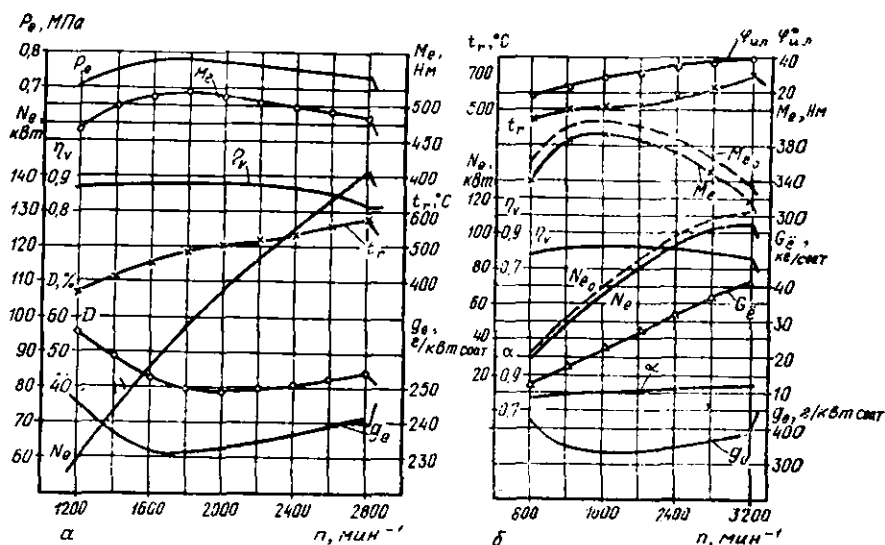
Юкланиш (ёнилғи узатилишини) ростлаш тузилмасининг вазияти ўзгармас бўлганда ИЕД кўрсаткичларининг тирсакли вагининг айланиш частотасига боғлиқлиги *тезлик характери-каси* деб аталади. Агар ростлаш мосламасининг вазияти тўлиқ

юкланишга тўғри келса (бунда зидель ёнилғи насосининг рейкаси охиригача сурилган ҳолатда, учқундан ўт олдириладиган ИЕД да эса дроссель-заслонка охиригача очилган ҳолатда бўлади), тезлик характеристикаси *ташқи характеристика* дейилади. У ИЕД учун асосий бўлиб ҳисобланади ва кўпинча техникага доир ҳамда справочник адабиётларда, шунингдек паспорт маълумотларида келтирилади. Юкланишнинг ростлаш мосламасининг оралик вазиятларида *қисмий тезлик характеристикалари* ҳосил бўлади. Уларни нстаганча олиш мумкин, аммо амалда турли нуқтан назарларга кўра аҳамиятли бўлган уч-тўрттасини олиш билан чекланилади.

Тезлик характеристикалари кетма-кет ўлчаш нуқталарига қурилади. Бу нуқталар энг кичик турғун тартибдан номинал тартибгача бўлган иш доираси чегарасидаги турли айланиш частоталарида ИЕД ишининг барқарор шароитларига мос келади. Ҳамиша айланиш частотаси ростлагичлари билан жиҳозланадиган дизеллар учун (12.6-параграфга қаранг) тезлик характеристикалари мазкур ростлагич билан чекланадиган энг катта частотагача олинади. Бу ҳолда тезлик характеристикасининг номинал частотадан энг катта частотагача бўлган қисми рейканинг ўзгарувчи вазиятида ростлагич таъсирида ҳосил бўлади ва ростлаш тармоғини ташкил этади. Ташқи қаршилликлар кучли тарзда ўзгариб турадиган шароитда фойдаланиладиган кўпгина машиналарнинг дизеллари учун тезлик характеристикаларининг (ташқи ва қисмий) ростлаш тармоқлари иш тармоқлари ҳисобланиб, ИЕД нинг иш кўрсаткичлари ҳамда машинанинг сифати шаклланишида катта аҳамиятга эга, шу сабабли улар ростлаш характеристикалари кўринишида алоҳида берилади (12.7-параграфга қаранг). Буровчи момент, қувват ва ўртача босимнинг ташқи тезлик характеристикаси бўйича энергетик кўрсаткичлари ҳар бир айланиш частотаси учун энг катта кўрсаткичлар ҳисобланади ва ИЕД ни ишлатиш шароитида уларнинг мумкин бўлган қийматлари доирасини чеклаб қўяди.

Дизель (босим остида киритиш усули қўлланилмаган) ва карбюраторли ИЕД лар тезлик характеристикаларининг энг кўп қўлланиладиган тури 12.2-расмда кўрсатилган. Характеристикалар номинал режимга қадар берилган. Номинал режимда энг катта айланиш частотасини чеклагич ишга тушади. Айланиш частотаси бўйича M_e (p_e) нинг ўзгариш қонуниятлари (9.35) ифода билан аниқланади. Бу ифода берилган ИЕД ва синов шароити учун $p_e = C \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \eta_m$ кўринишида берилиши мумкин.

Карбюраторли ИЕД ларда ташқи тезлик характеристикаси бўйича α катталиги аралашманинг қувватли таркибига мос келади ва жуда оз ўзгаради: тезлик режими ошиши билан аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнлари яхшиланиши туфайли бирмунча катталашади. Индикатор ф. и. к., яъни иссиқликдан фойдаланиш, 9-бобда айтиб ўтилганидек, айланиш час-



12.2- расм. Ташқи тезлик характеристикалари:

а — босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизель; б — карбюраторли ИЕД

тотаси ортиши билан яхшиланади, аммо бунда ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг катталашуви таъминланган бўлиши шарт. Механик ф. н. к. эса, айланиш частотаси ортиши билан ички қаршилиқлар ўсиши натижасида камаяди. Буларнинг ҳаммаси тўлдириш коэффициентининг ўзгариш қонуниятига кўра айланиш частотаси бўйича ўртача босимнинг аввал кўтарилишига ва кейин пасайишига олиб келади.

Дизеллар учун (9.35) формула (12.1) формула ёрдамида қуйидаги кўринишни олади:

$$p_e = C \eta_i \eta_m G_{ц.э} \quad (12.3)$$

Ана шу омилларнинг ($\varphi_{ил}$, η_i , η_m , $G_{ц.э}$) биргаликдаги таъсири дизель учун p_e нинг ташқи тезлик характеристикаси бўйича қандай кечишини белгилаб беради.

Дизелнинг ёнилғи аппаратлари томонидан таъминланадиган $G_{ц.э} = f(n)$ нинг табиий ўзгариш қонуниятига (10.27-расмга қаранг) циклик узатиш корректорлари ёрдамида анчагина ўзгартирилиши мумкин, шунда дизелнинг $p_e = f(n)$ графигининг кўриниши ҳам ўзгаради.

$N_e = f(n)$ эгри чизиги ҳар хил ИЕД ларга хос бўлган айланиш частотаси бўйича p_e нинг ўзгариш хусусиятларини акс эттирувчи $p_e \cdot n$ кўпайтма билан [(9.33) формулага қаранг] аниқланади.

$g_e = f(n)$ графикларнинг кўриниши (12.2) ифода билан аниқланади.

Айланиш частотаси паст бўлганда η_m катта қийматларга эга бўлади ва тезлик режимида кузатиловчи g_e нинг ёмонлашуви аввало индикатор иссиқлигидан фойдаланишнинг мукамал эмаслиги оқибати.

ти ҳисобланади. Тезлик ортиши билан η_i катталашади ва η_m кичик-лашади, натижада g_e пасаяди ва n_{ge} га тенг айланиш частотасида минимум орқали ўтади. Кейин механик исрофлар кўпайиши туфайли ёнилғи тежамкорлиги ёмонлаша бошлайди. Юқори айланиш частоталарида ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашуви дизелларда ҳам, цилиндрлари катта ўлчамли, бензинда ишловчи ИЁД ларда ҳам ҳали катта самарали қувватга эришилгунга қадар номинал тезликни чеклашга мажбур қилиб қўяди.

Бир соатлик ёнилғи сарфининг тезлик режими бўйича ўзгариш қонунияти ушбу ифода орқали берилади:

$$G_e = \frac{G_{u.e} \cdot n \cdot i \cdot 60}{\tau/2} \quad (12.4)$$

характеристикаларни олиш вақтида бу ифода дизель учун $G_e = C \cdot G_{u.e} \cdot n$ кўринишга келтирилади. Шундай қилиб, $G_e = f(n)$ графиги ёнилғи аппаратлари томонидан таъминланувчи циклик узатишнинг ўзгаришига доир эгри чиқиққа боғлиқ бўлади.

Бензинда ишлайдиган ИЁД лар учун (12.4) ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$G_e = \frac{G_x}{I_o \alpha} = 120 \frac{iV_h}{\tau I_o} \cdot \rho_x \frac{\eta_V n}{\alpha} \quad (12.5)$$

Ҳосил қилинган ифодани муайян шароит учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$G_e \approx C \cdot \frac{\eta_V n}{\alpha}.$$

Кўриб чиқиладиган ИЁД ларнинг инкала тури учун $G_e = f(n)$ графиклари кўтарилиб борувчи қабарик чиқиқлардан иборат бўлади. Тезлик режими оширилганда цикл давомиди иш жисмидан деворларга иссиқлик ўтиши камаяди, аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёниш жараёнлари жадаллашади ва айни пайғда ёниб тугаш босқичи фаза бўйича бирмунча чўзилади. Буларнинг ҳаммаси t_i нинг ортишига ва мос равишда ишлатилган газлар билан биргаликда чиқариловчи энергиянинг зиёдлашувига сабаб бўлади.

ИЁД лар ёрдамчи агрегатлар билан жиҳозланганда индикатор қувватининг бир қисми уларни юргизишга сарфланади. Ҳаво тозалагич, шовқин сўндиргич ва бошқа тузилмалар ўрнатилганда ҳам худди шундай ҳодиса рўй беради. Шундай қилиб, ёрдамчи агрегатлар ва системаларнинг мавжудлиги ИЁД нинг энергетик кўрсаткичлари пасайишига ҳамда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашувига сабаб бўлади. Шу муносабат билан, ИЁД кўрсаткичларини ташқи тезлик характеристикаси бўйича баҳолаш ва таққослаш аниқроқ бўлиши учун ИЁД ни синашга доир стандартларда куч агрегатининг бутлилик даражаси қатъий белгилаб қўйилади. Бутлилик даражасига кўра «нетто» ва «брутто» кўрсаткичлари фарқ қилинади.

«Нетто» кўрсаткичларини олишда ИЁД у билан бирга машинага ўрнатиладиган барча сериялаб ишлаб чиқариловчи

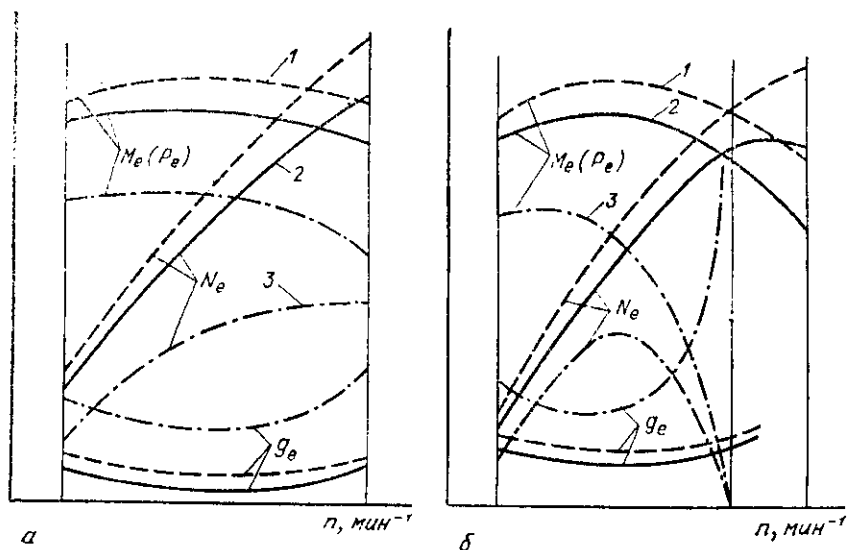
ёрдамчи агрегат ва тузилмалар билан бутланади. Ҳаво тозалагичи бўлган киритиш системаси, сўндиргичи ва бириктурувчи трубаси бўлган чиқариш системаси, вентилятор ва унинг филофи, циркуляция насоси, термостати бўлган совитиш системаси, шунингдек заҳарлиликка қарши тузилмалар шулар жумласидандир. Бу агрегатларнинг ҳаммаси стенда худди машинадагидек жойлаштирилади. Карбюратор ва ўт олдиришни илгарилатиш автоматининг ростланишлари худди ишлатиладиган пайтдагидек бўлиши зарур. Мазкур кўрсаткичлар ишлатиш шароитларига анча мос келади.

«Брутто» кўрсаткичларини олишда қуйидаги ёрдамчи узель ва агрегатлар ўрнатилади (уларсиз ИЕД стенда ишлай олмайди): ҳаво тозалагич, совитиш системасининг вентилятор, радиатор, заҳарлиликка қарши тузилмалар, чиқариш системаси шовқинини сўндиргич ва ёрдамчи компрессор. Карбюратор ва ўт олдиришни илгарилатиш автоматининг энг катта қувват таъминланадиган қилиб ростланади. Шундай қилиб, «брутто» кўрсаткичлари ИЕДнинг энг катта имкониятларини ифодалайди.

ИЕД кўрсаткичлари ташқи атмосфера шароити ва ёнилғи хоссаларига кўп даражада боғлиқ эканлиги 9-бобда айтиб ўтилган эди. Турли шароитларда ўтказилган синовлар натижаларини яхшироқ таққослаш мақсадида ГОСТларда характеристикаларни олиш йўллари қатъий белгилаб қўйилади, ташқи тезлик характеристикасининг қатор кўрсаткичларини стандартда кўзда тутилган атмосфера шароитларига, масалан, босимни 100 кПа (750 мм симоб устуни)га, ҳаво ҳароратини 298 К (25°C) ва нисбий намликни 50% га келтириш назарда тутилади. Бунда олинган ҳақиқий қийматлар тажриба коэффицентларидан фойдаланган ҳолда формулалар ёрдамида қайта ҳисоблаб чиқилади. Бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕДлар учун энергетик кўрсаткичлар стандарт шароитларга келтирилади. Дизеллар учун ёнилғи сарфи ҳам қайта ҳисоблаб чиқилади. Бунда ёнилғи ҳарорати ва зичлигининг нормал қийматлардан (298 К ҳамда 830 кг/м³) четга чиқишлари ҳисобга олинади.

ИЕД кўрсаткичларининг қисмий тезлик характеристикалари бўйича ўзгариш қонуниятлари ташқи тезлик характеристикаларидагидек боғлиқликларга бўйсунди. Шу билан бирга, графикларнинг кўриниши ёнилғи беришни ўзгартириш мосламасининг вазиятига боғлиқ бўлиб, ИЕДда қўлланиладиган юкланишни ростлаш усулининг ўзига хос томонларини акс эттиради. 12.3-расмда дизель ва бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕД айрим кўрсаткичларининг қисмий тезлик характеристикалари бўйича ўзгаришига доир энг кўп учрайдиган эгри чизиклар келтирилган.

Дизелда (12.3-расм, а) p_e графиклари насос рэйкасининг турли вазиятлари учун деярли эквидистант ва ташқи характеристика бўйича $p_e = f(n)$ эгри чизигига ўхшашдир. Кичик юкланишларда η_m нинг



12.3- расм. Тезлик характеристикалари:

a — дизель; b — карбюраторли ИЕД; 1 — ташқи (тўла юкланишда), 2 — қисмий (энг мақбул юкланишда), 3 — қисмий (кичик юкланишда)

айланиш частотаси бўйича тезроқ пасайиши циклик узатишнинг жадалроқ кўпайиши билан қопланиб кетади [(12.3) формулага қаранг]. Мос равишда, қисмий характеристикалар бўйича N_e графиклари турли қиялик билан тарқалувчи сал-пал қабарик эгри чизиқлардан иборат бўлиб, улар характеристика бўйича N_e графигини эслатади.

Юкланиш камайганда тезлик ортиши билан η_m нинг анча жадал пасайиши туфайли g_e чизиқлари тобора тез кўтарила боради. Солиштирма ёнилғи сарфи миқдори циклик узатиш миқдорига боғлиқ. Ёнилғининг циклик миқдори g_e нинг юкланиш бўйича ўзгариш эгри чизигига мувофиқ ҳамда ташқи тезлик характеристикаси бўйича энг кичик қийматидан кичик ҳам, катта ҳам бўлиши мумкин (12.1-расм, a га қаранг).

Карбюраторли ИЕД ларда қувват дроссель-заслонкани беркитиш билан камайгирилади. Шунда киритиш тактида гидравлик қаршилик ортади ва η_v частота бўйича анча тез камаяди (4.7-расмга қаранг). Мос равишда, заслонка ёпила бориши билан тезлик режими бўйича p_e нинг ўзгариш эгри чизиқлари тобора кескин пасайиб боради. Бу ҳол η_m нинг камайиши билан ҳам кучаяди. Айланш частотаси номиналдан камайганда ИЕД салт ишлашга ($p_e = 0$) ўтиши мумкин. p_e нинг бундай кечиши $N_e = f(n)$ графиги билан боғлиқдир.

Дроссель-заслонка ёпила бориши билан g_e нинг қийматлари айланш частотаси билан тобора тез кўтарила боради, бунга механик ф.и.к. нинг жадалроқ камайиши сабаб бўлади. Дроссель-заслонканинг вазияти юкланиш характеристикаси бўйича $g_{e\min}$ нуқтага мос келган

пайтда ИЕД тезлик характеристикаси бўйича энг тежамли ишлайди (12.1-расм, 6 га қаранг).

12.4. БОШҚА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАР

12.4.1. Кўп параметрли характеристика

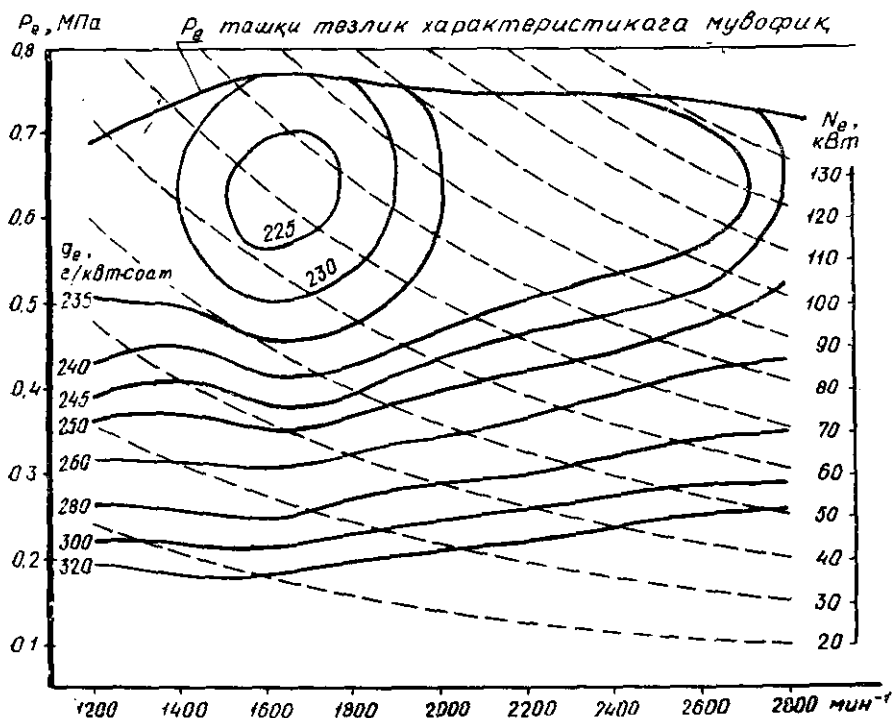
Мазкур характеристика ИЕД ишининг у ёки бу (баъзан эса бир неча) кўрсаткичи бошқа икки кўрсаткич, одатда, юкланишга (p_e ёки M_e орқали) ҳамда тезлик режимига (айланиш частотаси орқали) боғлиқлигидан иборатдир.

Керакли кўрсаткич доимий қийматли чизиклар (изочизиклар) кўринишида берилади. Бундай кўрсаткич сифатида солиштирма ёнилғи сарфи, чиқариб ташланадиган заҳарли моддалар, ишлатилган газларнинг турбина олдидаги ҳарорати (боқим остида киритиш усули қўлланилган ИЕДлар учун), ишлатилган газлардаги тутун миқдори (дизеллар учун) ва шу кабилар кўриб чиқилади. Кўп параметрли характеристикалардан умумий баҳо бериш ва ИЕДларни қиёслаш учун, иш шароитида энг қулай иш режимларини танлаш учун, транспорт машинасига ИЕД танлаш учун, чеклаш кўрсаткичлари асосида иш режимига у ёки бу чеклашларни жорий этиш ва бошқа мақсадлар учун фойдаланилади. Улар яхши кўргазмалиликка эга бўлиб, жуда қулайдир, чунки улар ИЕД иш режимларининг ҳамма жабҳаларини ўз ичига олади. Кўп параметрли характеристикалар юкланиш ёки тезлик характеристикалари асосида қурилади.

12.4-расмда тезюрар автомобиль дизелининг кўп параметрли характеристикаси кўрсатилган. Ундан кўрииб турибдики, ёнилғи тежамкорлиги жиҳатидан энг мақбул иш режими бутун тезлик доирасида $p_e = 0,6-0,7$ МПа га тўғри келар экан. $N_e = f(n)$ чизиклар у ёки бу транспорт машинаси учун ИЕД танлашни осонлаштиради (агар унинг энергетика кўрсаткичлари — қуввати ва моменти, шунингдек ишининг тезлик режими маълум бўлса).

12.4.2. Ростлаш характеристикалари

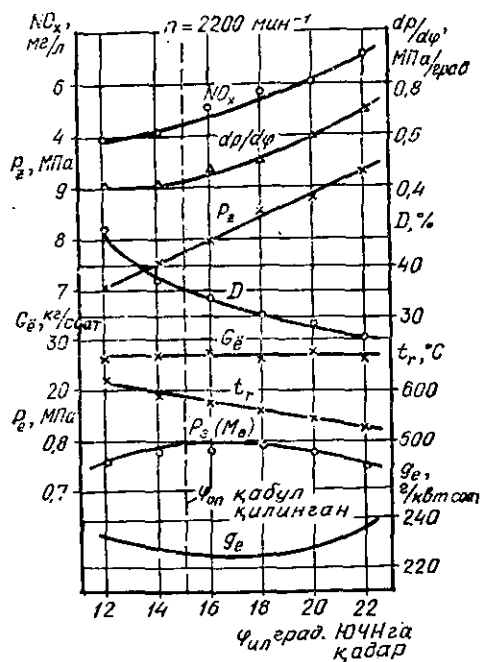
Ушбу характеристикалар ИЕД иши турли кўрсаткичларининг ўзгарувчан у ёки бу омилга боғлиқлигидан иборатдир. Улардан ИЕД ни яратиш ёки модификациялаш давомида двигателнинг иш жараёнини сошлашда, системалар ва ростланишлар ўзгариши натижасида ишлатиш жараёнида кўрсаткичларини яхшилаш учун, ИЕД ни ишлатишнинг ўзига хос хусусиятларига (масалан, маҳаллий ёнилғи турларига, иқлим шароитларига) мослаштириш учун фойдаланилади. Одатда, бирор ростлаш параметрини энг асосли тарзда қабул қилиш ва бунинг оқибатлари ҳақида тўлиқ тасаввурга эга бўлиш учун у ёки бу омилнинг таъсири турли юкланишларда ва тезлик режимларида текшириб кўрилади.



12.4- расм. Дизелнинг кўп параметрли характеристикаси

Мисол тариқасида 12.5-расмда дизелни ёнилғи пуркашни илгарилатиш бурчаги бўйича ростлаш характеристикаси келтирилади. Характеристика ёнилғи насоси рейкасининг ўзгармас вазиятида ва айланиш частотасини стенднинг тормоз қурилмаси ёрдамида бир хил тутиб турган ҳолда олинади. Ушбу энг муҳим ростлаш омилининг ўзгариши ИЕД ишининг барча кўрсаткичлари: қуввати, ёнилғи тежамкорлиги, ёниш жараёнининг динамиклик кўрсаткичларига, шовқин даражасига, ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси ва тутун миқдорига таъсир қилади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги бўйича кўрсаткичлар ўзгаришининг умумий қонуниятлари 9, 10-бобларда кўриб чиқилган эди.

Синовлар натижаларига кўра илгарилатиш бурчагини танлашда кўрсаткичларнинг бутун мажмуи ҳисобга олинади ва, одатда, бу омилнинг турли кўрсаткичларга таъсири қарама-қарши эканлигини назарда тутиб, ушбу бурчакнинг оралиқ қиймати танлаб олинади. Одатда, илгарилатиш бурчаги солиштирма ёнилғи сарфи бўйича энг мақбул бурчакдан бирмунча кичикроқ қилиб олинади. Гарчи бунда ёнилғи тежамкорлиги ва ишлатилган газлардаги тутун миқдори жиҳатидан маълум даражада ютқизилса ҳам, ИЕД деталларига тушадиган



12.5- расм. Дизелнинг ёнилғи пуркашни илгарилатиш бурчаги бўйича ростлаш характеристикаси

олдириладиган ИЕДларда бундай масалалар ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги бўйича ростлаш характеристикалари ёрдамида ҳал этилади.

12.6- расмда учқундан ўт олдириладиган карбюраторли ИЕД учун аралашма таркибига кўра ростлаш характеристикаси мисол тариқасида келтирилган. Юқоридаги характеристика каби бу характеристика ҳам ўзгармас айланиш частотасида ва ёнилғи узатиш мосламаси (дрессель-заслонка)нинг ўзгармас вазиятида олинади. Аралашманинг таркиби қуйидаги икки усулдан бири — ёнилғи жиклёрининг ўтиш кесимини ёки қалқовичли камерадаги ҳаво босимини ростлаш орқали ўзгартирилади. Аралашманинг таркиби бўйича турли кўрсаткичларнинг қандай кечиши 9, 10- бобларда тушунтириб ўтилган эди.

Аланганинг тарқалиш тезлиги ёнувчи аралашманинг қувватли таркибида энг юқори бўлиши ҳамда аралашма қуюқлашганда ҳам, суюқлашганда ҳам бу тезлик пасайиши муносабати билан, бундай характеристикаларни олиш чоғида аралашманинг ҳар қайси таркиби учун, иссиқликдан фойдаланиш нуқтаназаридан энг қулай ҳисобланган ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги танланади. Синов натижаларига кўра, қувватли аралашма таркиби учун α нинг қиймати қувват энг катта бўладиган қийматдан бирмунча каттароқ олинади. Шунда иссиқ-

юкланиш камаяди, шунингдек ишнинг шовқинлилиги пасаяди ва чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдори камаяди. Натижаларни кўриб чиқишда ушбу омилнинг таъсири энг кучли намоён бўладиган режимлар (энг катта юкланишлар, «қўпол» ишлаш режимлари ва ҳоказо)да олинган характеристикалар афзал кўрилади.

Дизелни яратишда бундай характеристикалардан ёнилғи пуркашни илгарилатиш автоматларининг иш параметрларини бериш ёки улардан воз кечиш учун фойдаланилади. Фойдаланиш жараёнида двигатель ишлайдиган маҳаллий шароитдан келиб чиққан ҳолда, ўрнатилган илгарилатиш бурчаклари ростлаш характеристикаларига кўра ўзгартирилади. Учқундан ўт

ликдан фойдаланиш маълум даражада яхшиланади. Тежамли аралашма таркиби учун α нинг қиймати ёнилғи тежамкорлиги энг яхши бўладиган қийматдан бирмунча кичикроқ олинади. Натижада ёниш жараёни анчагина барқарорлашади, жиклёрларни смола босадиган, аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилдиган ва ҳоказо ҳоллар учун ёнилғи сарфи бўйича маълум миқдорда резерв мавжуд бўлади.

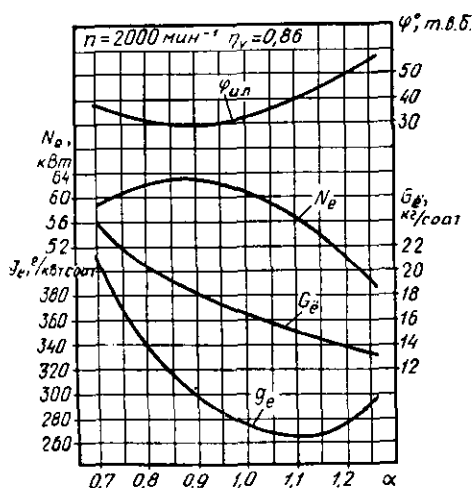
Турли юкланишлар ва айланиш частоталари учун мўлжалланган ана шундай характеристикаларнинг бир нечаси ёнилғи

аппаратларини яратишда талаб этилувчи ёнилғи сарфлари асосида жиклёрнинг энг мақбул кесимини танлашга имкон беради. Иш шароитида бундай характеристикаларга бўлган талаб маҳаллий ёнилғи турлари (масалан, газ конденсатлари) дан фойдаланилганда пайдо бўлади.

Заводлар ва лабораторияларда яратилаётган янги ИЕД ларнинг кўрсаткичларини пухталашда ростлаш характеристикалари конструкцияни энг мақбул ҳолга келтиришдаги асосий характеристикалардан саналади. Бунда деталлар конструкциясига сингдириладиган ва ишлатиш давомида ўзгармайдиган омиллар (ёниш камерасида ҳавонинг уюрмали ҳаракатланиш жадаллиги, камера ўлчамлари, сиқиш даражаси, ЮЧН да поршень тепасидаги тирқиш, тўзиткич соплоси тешикларининг сони ва ҳоказо) ҳам ўзгарадиган омиллар бўлиши мумкин.

12.4.3. Махсус характеристикалар

ИЕД ни яратиш, шунингдек, унинг иш жараёни ва кўрсаткичларини маромига етказиш давомида двигатель ишини турли шароитларда ҳамда ҳар хил нуқтан назарлардан баҳолаш, турли узел, агрегат ва системаларнинг параметрларини танлаш зарурати туғилади. ИЕД ни синашда олинган ҳамма натижалар ё график кўринишида, бизга маълум бўлган, бирор омил қатнашган характеристикалар шаклида, ё бўлмаса махсус характеристикалар кўринишида тасвирланади. Бу махсус характеристикалар турли-туман бўлиши мумкин (заҳарлиликка оид характеристикалар, атроф-муҳит ҳароратининг ҳамда денгиз



12.6- рasm. Қарбюраторли ИЕД ни аралашма таркиби бўйича ростлаш характеристикаси

сатҳидан баландлик таъсири характеристикалари, ИЕД нинг иссиқлик ҳолати, шовқин даражаси, механик исрофлар ва ҳоказо характеристикалари).

ИЕД ни ишлатиш нуқтаи назаридан аҳамият касб этувчи, умум томонидан қабул қилинган қуйидаги бошқа характеристикалардан ҳам фойдаланилади.

— салт ишлаш характеристикаси; у бир соатлик ёнилғи сарфининг валнинг айланиш частотасига боғлиқлигини белгилайди ва ундан ИЕД нинг бирор тезлик режимида салт ишлагандаги ёнилғи сарфини баҳолаш учун фойдаланилади;

— ишга тушириш характеристикаси; у ҳавонинг турли ҳароратларида тирсақли вални электр стартер воситасида ИЕД ишга туширилгунга қадар бураш давомийлигининг айланиш частотасига боғлиқлигини акс эттиради;

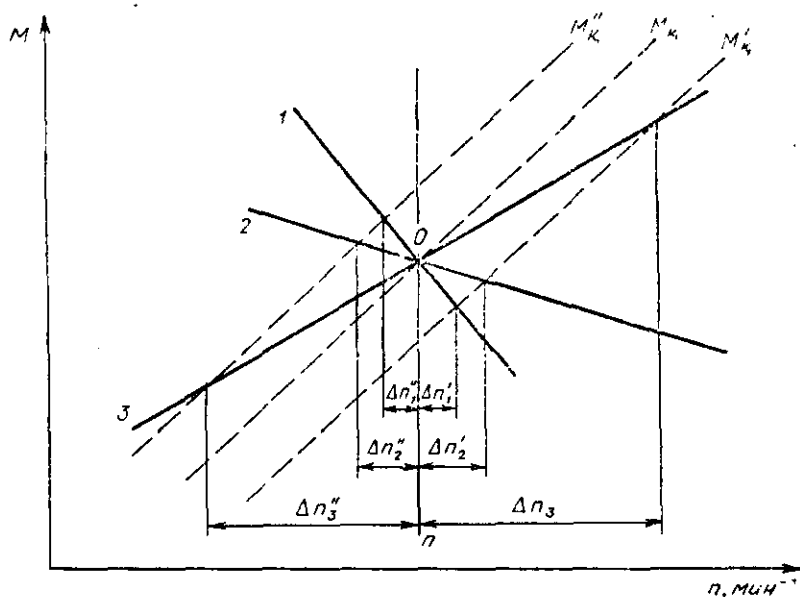
— детонацион ёниш характеристикаси (учқундан ўт олдириладиган ИЕД лар учун); у детонация чегарасида ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги билан ёнилғининг октан сони ўртасидаги айланиш частотасига боғлиқ бўлган ўзаро боғлиқликни кўрсатади.

12.5. ИЕД ИШИНИНГ БАРҚАРОРЛИГИ

Кўриб чиқиладиган туркумдаги транспорт машиналари ташқи қаршилик узлуксиз тарзда ва кўпинча анчагина ўзгариб турадиган шароитда ишлайди. Бундай шароитда, ИЕД нинг тортиш-фойдаланиш хусусиятлари нуқтаи назаридан қаралганда, унинг буровчи момент ва ташқи қаршилик кучларининг ўзаро тенглиги бузилишини мустақил равишда, ҳаракат режими (автомобиллар учун) ёки иш маромини (йўл ва қурилиш машиналари учун) мумкин қадар кам ўзгартирган ҳолда тиклай олиши муҳим бўлиб ҳисобланади. ИЕД нинг бу хусусияти ҳайдовчиларни берилган режимни тиклаш мақсадида двигателъ ишига ҳамиша аралашини заруриятидан халос қилади ва бу билан уларнинг меҳнатини осонлаштиради, чунки машинани бошқариш ишидан уларни чалғитмайди. ИЕД нинг кўриб чиқиладиган хусусияти буровчи моментнинг тезлик характеристикаси бўйича ўзгариш қонуниятига боғлиқ.

Шу муносабат билан тезлик характеристикаси бўйича буровчи момент графигининг шакли турлича бўлган учта ИЕД ишининг барқарорлигини таққослаб кўрамиз (12.7-расмдаги 1, 2, 3 чизиқлар). Бошланғич 0 нуқта қаршиликнинг бошланғич моментидаги ҳар бир ИЕД нинг барқарор иш режимига мос келади. Пунктир чизиқ берилган ҳаракат шароитида қаршилик моментининг тезлик режими бўйича ўзгариш қонуниятига мос келади.

Агар қаршилик моменти M_k қийматга қадар камайса, у билан ИЕД нинг буровчи моментлари ўртасидаги фарқ ана шу буровчи моментларнинг Δn_1 , Δn_2 , Δn_3 катталиклар билан аниқланадиган частоталарга қадар



12.7- расм. Тезлик характеристикаси бўйича ИЁД буровчи моменти-
нинг ўзгариши

тезлашувига ва тезлик режимининг мустақил равишда барқарорлашувига сабаб бўлади. Мос равишда, ташқи қаршиликнинг M_K'' га қадар зиёдлашуви ИЁД айланиш частотасининг $\Delta n_1''$, $\Delta n_2''$, $\Delta n_3''$ катталиклари билан аниқланувчи қийматларга қадар камайишига олиб келади. Бундан кўринадики, моментининг характеристикаси кескин пасаяовчи (чизиқ 1) ИЁД нинг берилган иш режимини бир хилда тутиб туриш қобилияти энг яхши momenti айланиш частотасига қараб ортиб борувчи (чизиқ 3) ИЁД ники эса — энг ёмон бўлар экан. Агар $M_K = f(n)$ анча ётиқ бўлса, 3-ИЁД бузилган мувозанатни трансмиссиядаги узатмани алмашлаб қўшмасдан тиклай олмайди, шунинг учун бу ишга ҳайдовчи аралашушга мажбур бўлади.

Агар бошланғич 0 нуқта ИЁД нинг номинал тезлик режимининг яқинида жойлашса, ташқи қаршиликнинг камайиши (яъни двигателнинг юкланишдан ҳоли бўлиши) уни ана шу режим чегарасидан чиқариб юбориши мумкин, бу эса номақбул ҳолидир, чунки бунда ё иш кўрсаткичлари бузилади, ёки иссиқлик жараёни бузилади, ёхуд ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари кескин ортиб кетади ва двигатель ишдан чиқиши мумкин. Агар 0 нуқта ИЁД нинг иш тезлиги доирасининг қуйи чегарасида ётса, ташқи қаршиликнинг катталашуви двигателнинг тўхтаб қолишига олиб келиши мумкин. Бу жиҳатдан қараганда айланиш частотаси энг кичик, ташқи қаршилик эса тасодифий бўладиган салт ишлаш тартиби энг характерлидир. Иш режимини ички қаршиликлар белгилайди. Уларнинг

ўзгариши, масалан, ИЕД нинг ҳароратига боғлиқ бўлиши мумкин. Бундай бузилишлар эҳтимоли 3-ИЕД да энг кўп, 1-ИЕД да эса энг кам бўлади.

Юқорида (12.3-параграфда) ИЕД да ташқи тезлик характеристикасига кўра буровчи моментнинг иккига ўзгариш соҳаси мавжудлиги айланиш частотаси бўйича унинг энг катта қийматга қадар ортиши ва кейин пасайиши айтиб ўтилган эди. Шундан келиб чиқиб, ушбу хулосага келиш мумкин: моментнинг энг катта қийматгача зиёдлашиш қисми тортиш-фойдаланиш хусусиятлари нуқтаи назаридан ноқулай бўлиб, 3-ИЕД га мос келади. Энг катта қийматдан номинал режимгача бўлган қисм қулайроқдир, чунки у двигателнинг нисбатан барқарор ишлашини таъминлайди. Карбюраторли ИЕД нинг бу сифати дизелникига қараганда юқоридир, чунки бунда айланиш частотаси ортиши билан буровчи момент жадалроқ камаяди.

Транспорт воситалари двигателининг тортиш-фойдаланиш хусусиятларини тезлик характеристикалари бўйича баҳолашда *мослашувчанлик коэффициенти* $K_m = M_{\text{етах}}/M_{\text{еном}} = p_{\text{етах}}/p_{\text{еном}}$ ва *тезлик коэффициенти* $K_n = n_m/n_{\text{ном}}$ тушунчаларидан фойдаланилади (бу ерда: $M_{\text{етах}}$ ва n_m — энг катта буровчи момент ва унга мос келувчи айланиш частотаси; $M_{\text{еном}}$ ва $n_{\text{ном}}$ — номинал режимдаги буровчи момент ҳамда айланиш частотаси).

Мослашувчанлик коэффициенти ИЕД нинг ташқи қаршилиқ ўзгаришига автоматик тарзда мослашиш хусусиятини ифодалайди. У қанчалик катта бўлса, ана шу аломат бўйича характеристика шунча қулай бўлади. Дизеллар учун бу коэффициент ташқи тезлик характеристикасига кўра 1,05—1,15 га, карбюраторли ИЕД лар учун эса 1,15—1,35 га тенг. Тезлик коэффициенти тезлик характеристикасининг ИЕД нинг камроқ барқарорлик билан ишлашига мос келувчи қисми ҳақида тасаввур беради. У қанча кичик бўлса, тезлик характеристикаси шунча яхши бўлади. Ушбу коэффициент ташқи тезлик характеристикаси бўйича дизеллар учун 0,5—0,7 га, юк автомобилларининг карбюраторли двигателлари учун 0,45—0,65 га тенг.

ИЕД нинг тортиш хусусиятларини тезлик характеристикаси бўйича баҳолаш учун *буровчи момент запаси коэффициенти* дан ҳам фойдаланилади:

$$\mu_m = \frac{M_{\text{етах}} - M_{\text{еном}}}{M_{\text{еном}}} \quad \text{ёки} \quad \mu_m = K_m - 1.$$

Дизеллар учун тезлик характеристикасидаги $M_e(p_e)$ эгри чизигининг шакли (12.3) муносабат билан аниқланади. Унинг тортиш хусусиятлари тезлик режимида η_i ва $G_{u,e}$ нинг кечишини ўзгартириш йўли билан бирмунча яхшиланиши мумкин. Булардан биринчиси η_i аралашма ҳосил бўлиш жараёнини тегишлича сошлаш орқали, иккинчиси $G_{u,e}$ эса цикл давомида бериладиган ёнилгининг тезлик характеристикасини бевосита ўзгартириш орқали амалга оширилади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларнинг тортиш-фойдаланиш хусусиятларини босим остида киритиш системасини тегишлича ташкил этиш ва ёнилғи бериш характеристикаларини тегишлича ўзгартириш йўли билан анчагина ($K_m = 1,30 - 1,35$ га қадар) яхшилаш мумкин (13-бобга қаранг).

Карбюраторли ИЕД лар учун $M_e(p_e)$ нинг айланиш частотасига кўра ўзгариш графиги $M_e(p_e)$ нинг кечиш қонуниятига боғлиқ. Шу сабабли K_m ва K_k қийматларини газ тақсимлаш фазаларини тегишлича қайта қуриш орқали яхшилаш мумкин (4.6-расмга қаранг).

Карбюраторли ИЕД ларнинг тезлик характеристикаларини кўриб чиқишда, дроссель-заслонка ёпила бориши билан $M_e(p_e)$ эгри чизиги тобора кескин пасайиб боришини айтиб ўтган эдик. Шу боис ИЕД иш режимининг барқарорлиги узлуксиз яхшиланиб боради ва анча кенг тарқалган иш режими — салт ишлаш режимини барқарор ҳолда тутиб туриш ҳеч қандай қийинчилик туғдирмайди.

Дизелларда буровчи момент ёки ўртача босимнинг тезлик характеристикалари бўйича ўзгариш графиги барча юкланиш режимлари учун ўхшаш бўлиб, эгрилиги кам қавариқ чизиклардан иборат. Шунинг учун дизелнинг тезлик характеристикаси барча циклик узатишларда, шу жумладан, салт ишлаш режимда ишлаши ҳам етарлича барқарор эмас.

Юқоридаги мулоҳазаларга кўра, кам қувватли карбюраторли ИЕД лар (енгил юк автомобиллариники ва ҳоказо) тезлик характеристикаси бўйича барқарор ишлаши учун бирор-бир махсус тузилмалар билан таъминланмайди. Маълум сабабга кўра номинал режимнинг зиёдлашуви ИЕД учун ҳеч қандай хавф туғдирмайди, чунки бунда ҳаракатланувчи деталларининг инерция кучлари жуда кичик бўлади. Аммо бу ҳодиса ёнилғи тежамкорлиги ва хизмат муддати нуқтаи назаридан номақбулдир. Номинал режим одатда энг катта қувватга мос келади.

Цилиндрининг иш ҳажми катталаштирилган карбюраторли ИЕД лар (юк автомобиллари, автобуслар ва ҳоказоларники) энг катта айланиш частотасини чеклагичлар билан жиҳозланади. Бу тузилмалар ИЕД номинал тезлик режимига эришган пайтда ишга тушади (10.1.6-параграфга қаранг). Ушбу режим одатда айланиш частотаси ИЕД энг катта қувват билан ишлайдиган частотасидан кам бўлганда қўлланилади.

Ташқи қаршиликлар кескин ўзгармайдиган шаронтда ишловчи транспорт машиналари (юк автомобиллари, автобуслар ва ҳоказо)нинг дизеллари одатда энг катта айланиш частотасини чеклагичлар ва салт ишлаш ростлагичи билан таъминланади. Чеклагичлар дизель номинал режимга эришган пайтда ишга тушади, ростлагич эса салт ишлаш режимда айланиш частотаси барқарор бўлишини таъминлайди. Номинал тезлик режими одатда айланиш частотаси ИЕД энг катта самарали қувват билан ишлайдиган частотадан кам бўлганда қўлланилади. Чекланган энг кичик ва энг катта режимлар ораллиғида ИЕД валининг айланиш частотаси ҳайдовчи томонидан ҳосил қилинади.

Ташқи қаршиликлар анчагина ўзгариб турадиган шароитда ишловчи кўриб чиқиляётган туркумдаги машиналар (тягачлар, юкни ўзи ағдарадиган оғир автомобиллар, йўл ҳамда қурилиш машиналари, тракторлар ва ҳоказо)нинг дизеллари айланиш частотасини барча режимларда ростловчи ростлагичлар билан жиҳозланади. Бу тузилмалар ҳар қандай берилган тезлик режимида ИЕДнинг барқарор ишлашини таъминлайди.

12.6. АЙЛАНИШ ЧАСТОТАСИНИ РОСТЛАГИЧЛАР

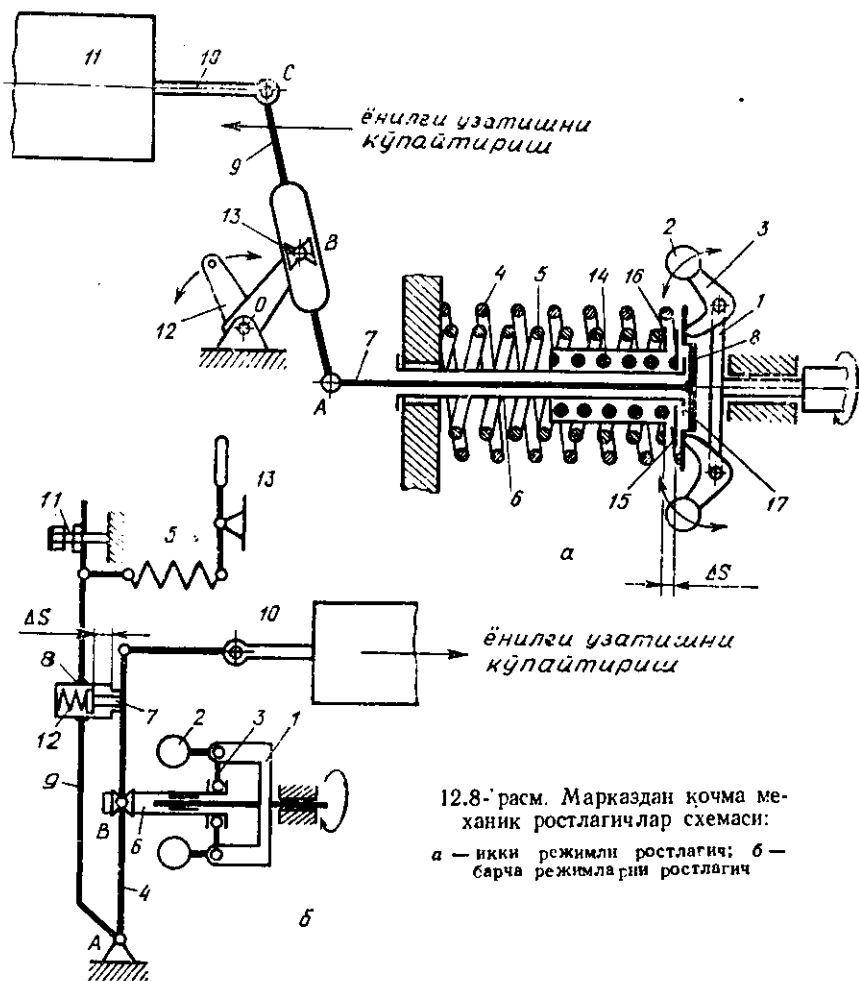
Дизелларда қўлланилувчи айланиш частотасини ростлагичлар ёнилғи насосининг рейкасига таъсир қилиб циклик ёнилғи миқдорини ўзгартиради, шунда тезлик тартиби ҳам ўзгаради. Шу сабабли улар ёнилғи насоси билан яхлит қилиб ишланади. Агар ёнилғи аппаратлари ажратилмаган бўлса, ростлагич насос-форсункаларга механик тарзда ёки бошқа йўл билан бириктирилган мустақил агрегатдан иборат бўлади.

Айланиш частотасини ростлагичлар ишлаш принципига кўра *механик, пневматик, гидравлик* ва *электрон* хилларга бўлинади. Автотрактор дизелларида асосан механик ростлагичлар қўлланилади. Уларнинг сезгир элементи марказдан қочма юклар бўлиб, уларнинг таъсир кучи айланиш частотасининг квадратига мутаносибдир. Бу ҳол актив таъсир этувчи кучнинг айланиш частотасига боғлиқ равишда жадал ўсиб боришини таъминлайди, натижада иш режими анча барқарор тарзда тутиб турилади ёки ёнилғи бериш тезда тўхтатилади.

Одатда, фойдаланиладиган ростлагичларда уларнинг сезгир элементи ижрочи тузилма (ёнилғи насосининг рейкаси) билан бевосита боғланади, шу сабабли улар тўғридан-тўғри (бевосита) ишлайдиган ростлагичлар туркумига киради. Оғирроқ дизелларда бу мақсадда турли сервотузилмалар қўлланилади, улар қайта юклаш кучини анча оширишга имкон беради. Булар бевосита ишлайдиган ростлагичлар бўлиб, тузилиши мураккаброқ ва қимматроқдир, аммо ростлаш характеристикалари анча яхши бўлишини таъминлайди.

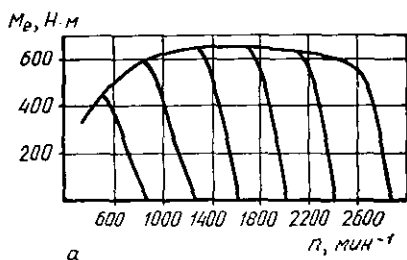
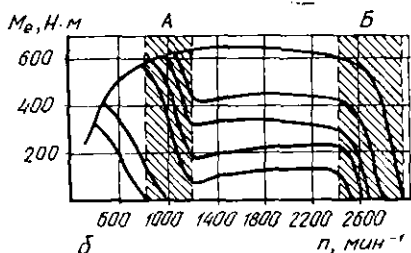
12.6.1. Икки режимли ростлагичлар

Энг катта айланиш частотасини чеклагичлар ва салт ишлаш ростлагичи билан жиҳозланувчи дизеллар учун бу иккала тузилма бирлаштирилиб икки режимли ростлагич ҳосил қилинади. Бевосита ишлайдиган икки режимли механик ростлагичнинг схемаси 12.8-расм, *a* да келтирилган. Ростлагичнинг сезгир элементи марказдан қочма юклар 2 дан иборат бўлиб, улар ёнилғи насосининг кулачокли валига маҳкамланган гупчак 1 нинг шарнирли таянчларида тебраниб туради. Қўзғалмас ўқ 0 атрофида бурилувчи ричаг 12 акселератор педали билан боғланган. Кулисали тузилма 13 ва оралиқ бўғин 9 воситасида ричаг 12 ёнилғи насоси 11 нинг рейкаси 10 билан боғланган.



Дизелнинг барқарор салт ишлаши пружина 4 ва юклар 2 нинг ўзаро таъсирлашуви натижасида таъминланади. Юклар 2 нинг ричаглари 3 диск 8 га тиралиб туради. Айланиш частотаси тасодифан кўтарилганда юклар 2 нинг марказдан қочма кучи пружина 4 нинг қаршилигини енгиб, шток 7 ни чапга силжитади. Бўгин 9 қўзғалмас нуқта 13 га нисбатан соат милининг айланиш йўналишида бурилиб, рейка 10 ни циклик ёнилғи миқдори камайдиган томонга силжитади.

Айланиш частотаси тасодифан камайганда пружина 4 юклар 2 нинг марказдан қочма кучини енгиб, шток 7 ва бўгин 9 воситасида рейка 10 ни циклик ёнилғи миқдори кўпаядиган томонга силжитади. Диск 8 тирагидан шайба 15 га қадар (муфта 6 нинг чети 16 га тиралгунга қадар) бўлган шток 7 йўлининг



12.9- расм. КамАЗ-740 маркали дизель характеристикаси:

а — барча режимли рoстлагичда; б — икки режимли рoстлагичда

риш двигатель исталган қувват билан ишлаётганида (яъни ричаг 12 нинг ҳар қандай вазиятида) амалга ошишига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас.

Номинал айланиш частотасида пружина 14 қисилиб шайба 15 ни муфта 6 нинг чети 16 га тираб қўяди, шунда корректор узилади. Агар номинал айланиш частотаси ортиб кетса, юклар 2 нинг марказдан қочма кучи пружиналар 4 ва 5 нинг қаршилигини, шунингдек механик узеллардаги ишқаланиш кучини енгиб муфта 6 ни шток 7 билан бирга чапга силжитади. Бўғин 9 нуқта 13 атрофида бурилиб ёнилғи беришни ва ИЕД нинг буровчи моментини камайтиради. Бу ҳодиса акселератор педали (ричаг 12) нинг исталган ҳолатида юз бериши мумкин. Икки режимли механик рoстлагичи бўлган дизелнинг тезлик характеристикалари 12.9- расм, а да кўрсатилган. А соҳа салт ишлаш рoстлагичининг, Б соҳа эса энг катта айланиш частотасини чеклагичнинг ишлашига мос келади. Салт ишлаш рoстлагичининг қўлланилиши айланиш частотаси бўйича буровчи моментнинг ўзгариши кескин пасайган ҳолда энг мақбул тарзда бўлишини таъминлайди, шунда дизель барқарор ишлайди. Дизель учун Б соҳа иш бажарилмайдиган соҳадир. У хавфсизликни таъминлаш учун дизелни шошилишч тўхтатишга мос келади.

давомида рейка 10 ричаг 12 ва кулиса 13 воситасида акселератор педали ёрдамида бошқарилади ($\Delta S = 0,3 - 1,0$ мм). Шунда бўғин 9 А нуқтага нисбатан бурилади.

Ростлагич ёнилғи узатиш корректори билан таъминланган. Бу корректор гайка 17 билан тортиб қўйилган пружина 14 ва шайба 15 дан ташкил топган. Айланиш частотаси ортганда юклар 2 нинг марказдан қочма кучи катталашиб пружина 14 ни қисади ва шток 7 ни чапга силжитади, бу эса нуқта 13 нинг қўзғалмас ҳолатида (яъни ИЕД нинг ҳайдовчи белгиланган иш режимида) циклик ёнилғи миқдори камайишига сабаб бўлади (айланиш частотаси бўйича бевосита ўзгартириш содир бўлади). Бундай ўзгарти-

12.6.2. Барча режимларни ростлагич

Айланиш частотасининг барча режимларини ростлагич исталган тезлик режимида (ҳайдовчининг хоҳишига боғлиқ) дизелнинг барқарор ишлашини таъминлайди. Бу ҳол ҳайдовчи меҳнатини анча енгиллаштиради, ИЕД ни бошқаришни соддалаштиради ва машинанинг техник хусусиятларини яхшилайди. Механик барча режимларни ростлагич схемаси 12.8-расм, б да келтирилган. Бундан олдинги ростлагичдаги каби, ушбу ростлагичнинг ҳам сезгир элементи юклар 2 дан иборат. Улар ёпилғи насосининг кулачокли вали билан бирга айланувчи диск 1 нинг шарнирли таянчлари атрофида тебранади. Ҳар бир тезлик режимида юклар 2 нинг марказдан қочма кучлари пружина 5 ни таранглаш билан (ричаг елкаларининг нисбатини ҳисобга олган ҳолда) мувозанатланади. Мазкур ҳолда куч билан таъсир этиш пружина 12 ва турткич 7 воситасида амалга оширилади. Улар кучларни бир-биридан мустақил равишда 4 ўққа шарнир ёрдамида ўрнатилган асосий ричаг 9 дан оралиқ ричаг 6 га (ва аксинча) узатади. Ҳайдовчи акселератор дастаси 13 ёрдамида пружина 5 нинг таранглигини ўзгартиради ва бу билан керакли иш режимини белгилайди. Агар пружина 5 нинг кучи юклар 2 нинг марказдан қочма кучидан ошиб кетса, оралиқ ричаг 4 нуқта А атрофида соат миллининг ҳаракат йўналишида бурилиб рейка 10 ни циклик ёпилғи миқдори кўпаядиган томонга силжитади. Натижада буровчи момент ва ИЕД нинг айланиш тезлиги ортади. Шунда юклар 2 пружина 5 нинг кучи билан марказдан қочма куч ўртасидаги тенгликни тиклаб, рейка 10 нинг вазиятини тегишлича ўзгартиради. Ростлагич конструкциясида циклик узатиш корректори кўзда тутилган. У ричаг 9 га маҳкамланган корпус 8 дан, пружина 12 ва турткич 7 дан ташкил топган.

ИЕД нинг айланиш частотаси ортиб бориши билан пружина 12 марказдан қочма куч таъсирида тобора қисилиб боради ва даста 13 нинг ўзгармас ҳолатида рейка кўпроқ сурилиб чиқиб, циклик ёпилғи миқдорини камайтиради (тўғри ўзгартириш содир бўлади). Корректор даста 13 нинг ҳамма вазиятларида, яъни ИЕД нинг исталган юкланишида ишлайверади. Ричаг 9 га ўрнатилган болт 11 дан пружина 5 нинг таранглигини ўзгартириш ва энг катта айланиш частотасини ростлаш учун фойдаланилади.

12.8-расм, б га мос келувчи барча режимларни ростлагич қўлланилган ИЕД нинг характеристикалари 12.9-расм, б да кўрсатилган. Кўриниб турибдики, барча режимларни ростлагич двигателнинг салт ишлаш барқарорлигини ҳам, энг катта айланиш частотасининг чекланишини ҳам таъминлайди, яъни икки режимли ростлагич вазифаларини ҳам ўтайди. Кўпинча, ростлагичлар конструкциясида, циклик узатиш корректоридан ташқари, ИЕД ни ишга тушириш вақтида ёпилғи миқдорини

кўпайтирадиган ва ИЕД ни тўхтатишда ёнилғи берилишини батамом узиб қўядиган тузилмалар кўзда тутилади.

Ростлагич иш сифатининг асосий кўрсаткичлари:
нотекислик даражаси:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ур}}} \cdot 100\%.$$

бу ерда $\omega_{\text{ур}} = (\omega_{\max} + \omega_{\min})/2$

Бунда: $\omega_{\max}$ ва $\omega_{\min}$ — ростлаш тармоғи бўйича энг катта ва энг кичик бурчак тезликлар ($\omega_{\min}$ ростлагич ишлай бошлаган пайтдаги частотага тўғри келади; $\omega_{\max}$ ИЕД нинг батамом юксизланишига, яъни салт ишлашига мос келади);

носезгирлик даражаси:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\omega_{\text{ур}}} \cdot 100\%,$$

бунда $\Delta\omega$ — бурчак тезлик оралиғи бўлиб, ушбу оралиқда ростлаш системасидаги ишқаланиш туфайли ёнилғи насосининг рейкаси қўзғалмас ҳолатда қолади.

Нотекислик даражаси ростлагич тармоғи бўйича ишлаганда тирсакли вал бурчак тезлиги ўзгаришининг нисбий доирасини кўрсатади. У ИЕД нинг самарали момент билан ташқи ёки ички қаршиликлар momenti орасидаги бузилган мувозанатни ростлагич таъсирида тиклаш имкониятини ифодалайди. У қанча кичик бўлса, мувозанатга эришиш жараёнида тезлик режими шунча кам ўзгаради. Тезлик характеристикаси бўйича ростлаш тармоғининг айланиш частотасига нисбатан қиялиги айнан бир хил бўлганда тезлик режими ўзгариши билан нотекислик даражаси ортиб боришига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Айлана ш частотаси камайганда δ нинг номақбул бўлган ортишини ростлагичларда эластиклиги турлича бўлган бир нечта пружина, бикрлиги ўзгарувчан пружина қўллаш ёки ричагли узатмалардаги елкалар нисбатининг ўзгариш тарзини тегишлича танлаш орқали камайтириш мумкин.

Носезгирлик даражаси ёнилғи насоси рейкасининг ўзгармас вазиятида ростлагич таъсирида ИЕД валининг айланиш частотаси нобарқарор бўлишини ифодалайди. У қанча кичик бўлса, дизель берилган режимда шунча барқарорроқ ишлайди. ε нинг қиймати ростлаш системасининг қаршилиқ кучлари R билан актив таъсир этувчи куч E (механик ростлагичлардаги марказдан қочма куч) ўртасидаги нисбатга боғлиқ:

$$\varepsilon \approx R/E,$$

бу ерда R — ростлагичдаги қаршилиқ кучи ва ёнилғи насоси элементларидаги ишқаланиш кучи.

Ишқаланиш кучи ёнилғи насоси бўлинмаларининг сонига ва ундаги деталларнинг ўлчамларига (дизель цилиндрининг иш ҳажмига) мутаносибдир. Шу сабабли, цилиндрлари кўп ёки

уларнинг ўлчамлари катта бўлган дизелда е ни маълум даражада тутиб туриш учун юкларнинг марказдан қочма кучини катталаштириш талаб қилинади.

Ростлагичнинг ўз қаршилиги унинг конструкцияси ва ишқаланувчи сиртларининг ишланиш сифатига боғлиқ. Номинал режимда носезгирлик даражаси одатда 1,5—2% ни ташкил этади. Берилган ростлаш системаси учун валнинг айланиш частотаси камайиши билан юкларнинг марказдан қочма кучи жадал кичиклашади, аммо ишқаланиш кучлари катталашади. Шу сабабли, тезлик режими пасайганда ростлагичнинг носезгирлик даражаси ортади ва салт ишлаш режимида энг катта қийматга етади. Билвосита ишловчи ростлагич қўллаш орқали δ ва ϵ кўрсаткичларининг анча яхшиланишига эришиш мумкин.

Пневматик ростлагичларда ёнилғи насосига таъсир кўрсатиш учун дизелнинг киритиш каналидаги сийракланишдан фойдаланилади. Бу сийракланиш валнинг айланиш частотаси квадратига мутаносиб бўлади. Сийракланиш акс таъсир қилувчи пружина билан юкланган диафрагмали пневматик камерага узатилади. Диафрагманинг маркази ёнилғи насосининг рейкаси билан боғланган. Механик ростлагичларда бўлган каби, пружина ёнилғи беришни кўпайтиришга, сийракланиш кучи эса уни камайитиришга интилади. Пневматик камеранинг ўлчамлари ва пружинанинг кучи шундай танланганки, ростлагич берилган айланиш частотасида ишга тушади. Барча режимларни ростлашга эришиш учун дизелнинг киритиш каналига акселератор педалидан ҳаракатга келувчи дроссель-заслонка ўрнатилади.

Пневматик ростлагичлар тузилиши жиҳатидан жуда содда бўлса-да, нотекислик даражаси δ каттадир (айниқса, паст айланиш частоталарида). Бундан ташқари, улар ИЕД цилиндрларини янги заряд билан тўлдириш коэффициентини камайтиради. Улар ишончли ишлаши учун ҳаво системаси мутлақо зич бўлиши керак, акс ҳолда двигатель разносга кетиши мумкин. Ана шу ҳол учун таъминлаш системаси ёнилғи беришни узиб қўядиган дастлабки мослама билан жиҳозланади. Пневматик ростлагичлар кичик қувватли тезюрар дизеллар (енгил юк автомобиллари ва ҳоказо) да қўлланилади.

Гидравлик ростлагичлар таъминлаш системаси киритишда ёнилғини дросселлаш билан дозалаш асосида ишлайдиган дизелларда кўпроқ қўлланилади. Ёнилғи беришни ростлаш мосламаси (ёнилғи насосининг дозатор-жўмраги ёки рейкаси) ни силжитиш учун иш суюқлиги ёнилғидан иборат бўлган, акс таъсир этувчи пружинали, золотникли гидравлик камерадан фойдаланилади. Таъминлаш системасининг ҳайдаш насоси ҳосил қилган ёнилғи босими валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда кўтарилади. Бу ҳодиса берилган тезлик режимида эришилганда ростлагичда ёнилғи беришни узиб қўйиш учун фойдаланилади. Ёнилғи қовушоқлиги ва ҳароратининг ростлагич характеристикаларига таъсирини йўқотиш учун одатда

системага марказдан қочма юк сарфлаш ростлагичи киритилади. У ёнилғи билан тўлатилган ҳажмда айланади ва фақат айланиш частотасига боғлиқ равишда гидравлик камерага кириш жойи кесимини ўзгартиради.

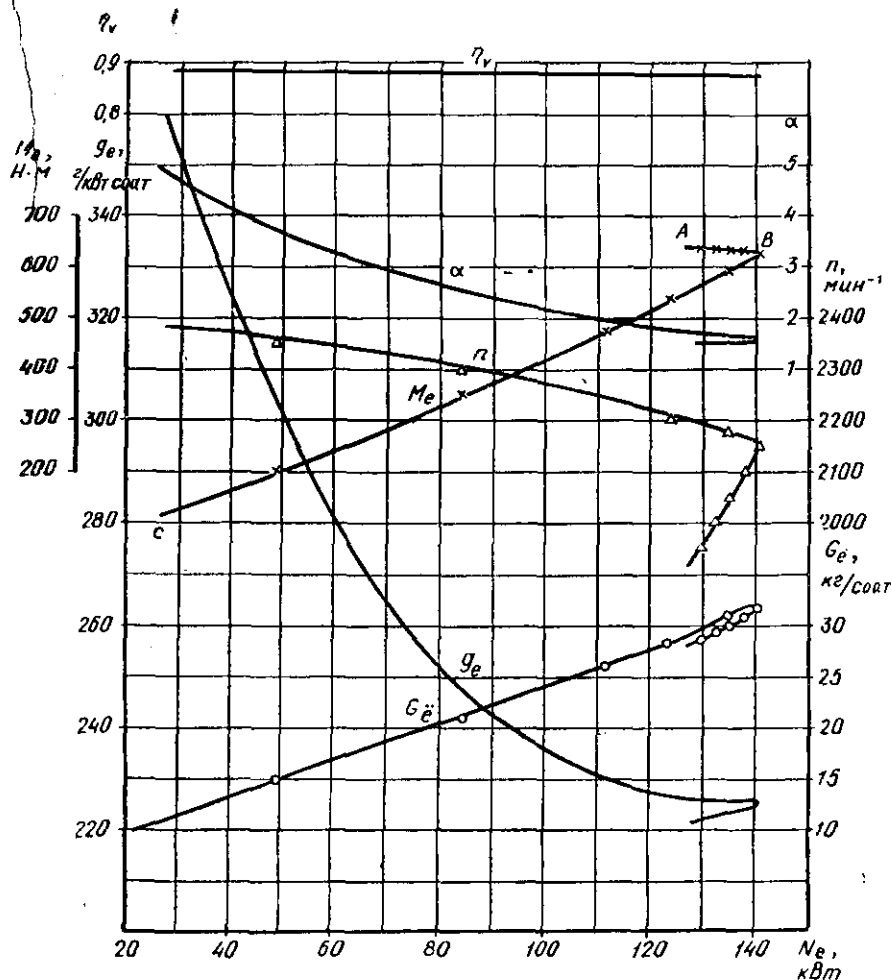
Барча режимларни ростлашга эришиш учун, механик ростлагичда бўлгани каби, гидравлик камера золотниги пружинасининг таранглиги акселератор педали ёрдамида ўзгартирилади (12.8-расм, б га қаранг). Гидравлик ростлагичларда механик ростлагичларникидан қимматроқ ва аниқлиги юқорироқ элементлар бор.

Замонавий электрон ростлагичларда сезгир элемент сифатида айланиш частотасининг контактсиз датчигидан фойдаланилади. Датчикда электромагнитли қабул қилгич ва электрон блок бор. Қабул қилгич ИЕД маховигининг тишли гардиши яқинига ўрнатилган. Электрон блокда қабул қилгичдан олинган сигнал эталон билан таққосланади ва фарқ сигнали ҳосил қилинади ҳамда кучайтирилиб, буйруқ импульси кўринишида ижрочи механизмга узатилади. Ижрочи механизм (одатда электромагнитли механизм) ёнилғи насосининг рейкасига таъсир қилиб уни электрон блокнинг буйруғига мувофиқ бирор томонга силжитади.

Барча режимларни ростлагич қўлланилганда ҳайдовчи айланиш частотасини бошқариш занжирлари орқали белгилайди, бунинг учун у насос рейкасини керакли вазиятга ўрнатади. Электрон ростлагичларнинг ростлаш имкониятлари кенг бўлганидан улар айланиш частотаси бўйича характеристикаларнинг турлича кечиш қонуниятларини ҳосил қилишга имкон беради. Кўпинча улар пуркашни илгарилатиш бурчагини электрон ёрдамида бошқариш, циклик узатиш ҳароратини ўзгартириш тузилмалари ва бошқа тузилмалар билан биргаликда қўлланилади. Аммо бундай бошқариш системалари мураккаб, қиммат бўлганидан ҳозирча кенг қўлланилмайди. Электрон ростлагичлардан асосан кичик қувватли дизелларда фойдаланилади.

12.7. РОСТЛАГИЧ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Транспорт машиналарининг барча режимларни ростлагич билан ускуналанган дизелларидан асосан мазкур ростлагичлар ишлатиладиган ҳолларда фойдаланилади. Шу сабабли ИЕД ва машиналарнинг иш кўрсаткичлари кўп жиҳатдан ростлагичларнинг хоссаларига боғлиқ бўлади. Бундай дизелларни синашга доир стандартларда ростлагич характеристикаларини аниқлаб олиш кўзда тутилган. Ушбу характеристикалар ростлагич тармоғи бўйича ишлаганда ИЕД кўрсаткичларининг қувват ёки буровчи моментга боғлиқлигидан иборатдир. Ростлагич характеристикалари ИЕД ни ишлатиш нуқтаи назаридан диққатга сазовор ҳисобланган қатор тезлик режимлари: номинал, энг катта буровчи момент ва бошқа режимларда олинади. Улар ИЕД ростлагич тармоғига ўтгандан сўнг, яъни айланиш час-



12.10- расм. Автомобиль дизелининг ростлагич характеристикаси

тотасининг ростлагичи ишга тушгандан кейин тезлик характеристикасининг давоми сифатида олинади. Уларни олишда стенднинг тормоз қурилмалари ёрдамида тезлик режимини ўзгартирган ва қайд қилган ҳолда ИЕД нинг иш кўрсаткичлари аста-секин, нуқтама-нуқта ёзиб борилади.

Шундай қилиб, стандарт ростлагич характеристикалари ИЕД нинг барқарор иш режимларида олинади. Бунда иш кўрсаткичлари ростлагич ва двигател муайян шароитда барқарор бўлмаган режимда ишлаётганида олинган кўрсаткичлардан бироз фарқ қилади. Юкланиш характеристикаларини олишда бўлгани каби бунда ҳам асосий белгиловчи параметр сифатида қувват ёки буровчи момент олинган, шу сабабли ушбу икки характе-

ристика эгри чизиқларининг кечиш қонуниятлари ўша омиларга боғлиқ бўлади ва улар ўзаро ўхшашдир. ИЕД дан юкланиш олинганда тезлик режими $100-200 \text{ мин}^{-1}$ га ортади. Цу боис қувват ёки буровчи момент камайганда механик ф.и.к. нинг пасайиши юкланиш характеристикасидагига қараганда жадалроқ бўлади.

Бу ҳол ёнилғи тежамкорлигининг анча тез ёмонлашувини белгилайди. Айланиш частотаси ортиши (айниқса, номинал тезлик режими яқинида) туфайли иш жараёнининг ташкил қилиниши ёмонлашиши оқибатида двигателдан юкланиш олинмиши билан ишлатилган газлар ҳароратининг пасайиши ва унда тутун миқдорининг камайиши сустроқ кечади. Тезлик режими ортганда киритишдаги газодинамик исрофларнинг кўпайиши қувват камайиши билан тўлдириш коэффициенти секинроқ ошишига олиб келади. Бошқа кўрсаткичларининг кечишида ҳам юкланиш характеристикасининг кечишига нисбатан фарқ бор.

Фойдаланиш нуқтаи назаридан ростлагич характеристикалари двигатель кўрсаткичларини баҳолашда юкланиш характеристикаларига нисбатан қўлайроқ ва муҳимроқдир, чунки улар ишлатиш учун табиийроқ ва аниқроқ бўлади. 12.10-расмда мисол тариқасида оралиқ тезлик режимларидан биридаги автомобиль дизелининг ростлагич характеристикаси кўрсатилган. Бунда буровчи момент эгри чизиғидаги АВ тармоқ тезлик характеристикасининг, ВС тармоқ эса ростлагич характеристикасининг бир қисмидир.

13- БОБ. БОСИМ ОСТИДА ҲАВО КИРИТИШ УСУЛИ

13.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Босим остида ҳаво киритиш усули (наддув) цикл ишини ошириш ҳисобига двигателнинг литравий қувватини ёки ўртача индикатор босимини кўтаришнинг самарали усули ҳисобланади (9-бобга қаранг). У ИЕД нинг солиштирма массасини камайтиришга, бинобарин, куч агрегатининг қувват бирлигига тўғри келувчи конструкция материаллар сарфини озайтиришга имкон беради. Босим остида киритиш жадаллигини ростлаб туриш мумкинлиги машина двигателларининг қувватини уларнинг энергия билан таъминланганлик даражасига нисбатан қўйиладиган талабларга мувофиқ тарзда ўзгартиришга (куч агрегатининг габарит ўлчамлари ва массасини унчалик ўзгартирмасдан) имкон беради. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД лардан фойдаланиш двигателсозлик заводларида цилиндрларининг ўлчамлари бир хил бўлган унификацияланган куч агрегатлари қаторини яратиш ва турли машина ҳамда қурилмаларни ана шундай агрегатлар билан таъминлаш, ўзаро алмаштирса бўладиган узеллар ва дизеллар миқдорини кўпайтириш имконини беради. Натижада ИЕД ларни ишлаб чиқариш

арзонлашади ва уларни эҳтиёт қисмлар билан таъминлаш осонлашади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД лар тоғ шароитида ва иссиқ иқлимда ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларга нисбатан анча яхши хусусиятларга эга бўлади. Шунинг учун улар кенг қўламда ва турли соҳаларда қўлланилади. Кейинги вақтда босим остида киритиш усули ИЕД ларнинг ёнилғи тежамкорлигини яхшилашнинг, шунингдек ишлаганда чиқарадиган шовқинни пасайтириш ва атмосферага чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини камайтириш усулларида бири деб қаралмоқда. Буларнинг ҳаммаси босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларнинг транспорт машиналарида тобора кенг қўлланилишини таъминламоқда. Ҳозирги вақтда улардан юк автомобиллари, ўзгача паровозлар, тракторлар ва йўл қурилиши машиналарининг дизелларида кенг фойдаланилмоқда. Кейинги йилларда босим остида киритиш усулидан бензинда ишлайдиган тезюрар енгил ИЕД ларда ҳам фойдаланила бошланди. Учқундан ўт олдириладиган ва аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда босим остида киритиш усули қўлланилмайди, чунки бунда детонация хавфи пайдо бўлади. Бу ҳол ё сиқилиш даражасини пасайтиришга (бунда циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади), ёки ёнувчи аралашманинг детонацияга чидамлилигини оширишга мажбур қилиб қўяди.

Босим остида киритиш усулининг моҳияти шундан иборатки, бунда цилиндрга киритиладиган янги заряд олдиндан у ёки бу усул билан сиқилиб, унинг массаси оширилади. Шунга мос равишда, ёнувчи аралашманинг шу тарзда оширилган дозаси ёнганида чиқадиган иссиқлик миқдори ҳам ортади. Буларнинг ҳаммаси циклда газ босими ва ҳарорати кўтарилишига олиб келади. Бинобарин, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД деталларига тушувчи механик ва иссиқлик юкланишлари ортади.

Агар босим остида киритиш усулини жорий қилишда босим остида киритиш усули қўлланилмаган дастлабки двигателнинг конструкциясига ўзгартириш киритилмаса, бу ҳол деталларнинг мустаҳкамлик запаси камайишига олиб келади, натижада двигателнинг ишончли ишлаши пасайиши ва хизмат муддати қисқариши мумкин. Двигателнинг ишлаш қобилияти, ишончилиги ва моторесурси юқори даражада бўлишини таъминлаш учун ҳеч бўлмаса энг катта юкланиш таъсирида бўлувчи деталларнинг мустаҳкамлиги ва иссиққа чидамлилигини ошириш керак. Бунга эришиш учун юқори сифатли материаллар қўлланилади, деталлар кучайтирилади, уларни совитиш жадаллаштирилади ва ҳатто уларнинг конструкцияси ўзгартирилади.

ИЕД деталларининг ишлаш шароитини ўзгартириш ва у ёки бу чора-тадбирларни қўллаш зарурлиги аввало босим остида киритиш жадаллиги билан белгиланади. У кўпинча босимнинг кўтарилиш даражаси $p_k = p_k/p_0$ билан баҳоланади, бунда p_k ва p_0 мос равиш-

да, двигатель цилиндрига кириш жойидаги босим ҳамда атмосфера босими.

p_k 1,9 гача бўлган паст босим остида ҳаво киритиш қувватни босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига нисбатан 20 — 35 % ошириш имконини беради.

p_k 2,5 гача бўлган ўртача босим остида ҳаво киритиш қувватнинг 35 — 50 % зиёдлашувини таъминлайди.

p_k 2,5 дан ортиқ бўлган босим остида ҳаво киритиш қувватни янада оширишга имкон беради, аммо бунда деталларга тушадиган юкланиш анча зиёдлашади, бу эса ИЁД конструкциясини босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателнигикига нисбатан анчагина ўзгартиришни тақозо этади.

Кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналарда қўлланилувчи, ҳаво босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларнинг аксарияти киритиладиган ҳавонинг босими паст ҳамда ўртача бўлади ва улар босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД конструкцияларининг модификациялари ҳисобланади.

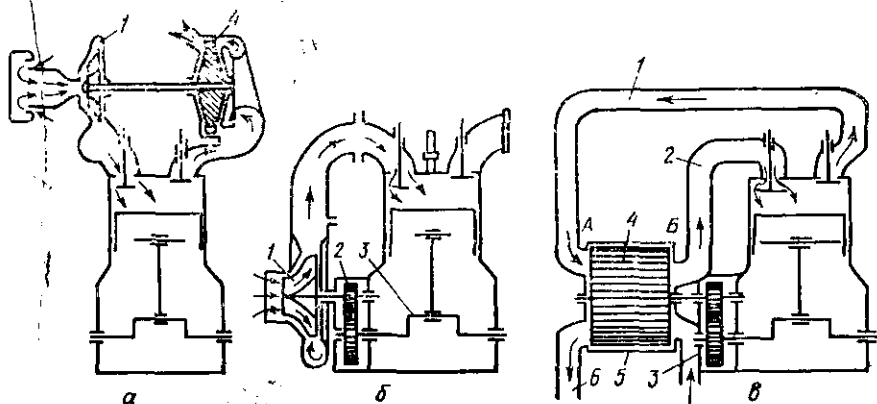
Бунга сабаб шуки, босим остида киритиш усули қўлланилганда дастлабки ИЁД нинг иш жараёнида салбий ўзгаришлар ҳам рўй беради, бу эса керакли иш кўрсаткичларига эришиш учун параметр ва ростланишларни ўзгартиришни талаб қилади.

13.2. БОСИМ ОСТИДА КИРИТИШ СИСТЕМАЛАРИ

ИЁД ларда босим остида ҳаво киритишнинг турли системалари, шу жумладан, турбокомпрессорли, юритма компрессорли системалар, тўлқинли босим алмашгичи бўлган ва газодинамик системалар қўлланилади. Баъзан, босим остида ҳаво киритиш жадаллиги ва самарадорлигини ошириш мақсадида аралаш системалар, яъни турбокомпрессор билан биргаликда юритма компрессор, турбокомпрессор билан биргаликда газодинамик эффект ва ҳоказолар ҳам қўлланилади. Транспорт машиналарининг кўриб чиқиладиган туркуми учун турбокомпрессорли босим остида киритиш (турбинали, газ-турбинали босим остида киритиш) усули энг кўп қўлланилади.

13.2.1. Газ-турбинали босим остида киритиш усули

Газ-турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД нинг умумий схемаси 13.1-расм, *a* да келтирилган. ИЁД дан чиқаётган ишлатилган газлар ортиқча босим билан газ турбинаси 4 роторининг парракларига келади, у ерда кенгайиб иш бажаради ва шовқин сўндириш системаси орқали атмосферага чиқиб кетади. Турбина ўзи билан битта ўққа ўрнатилган парракли компрессор 1 нинг ғилдирагини айлантиради. Бу компрессор янги зарядни p'_k босимга қадар сиқади ва уни ИЁД га p_k босим билан узатади. p_k босим p'_k босимдан компрессорнинг чиқиш патрубogi билан двигатель



13.1- расм. Ички ёнув двигателининг босим остида ҳаво киритиш системалари:

а — газ- турбинали; б — юритма компрессорли; в — тўлқинли босим алмаштичли

коллектори орасидаги киритиш трактидаги исрофлар қийматичалик кичик бўлади.

Одатда битта турбокомпрессор цилиндрларининг сони 8 та ва ундан кўп бўлган V-симон ИЕД ларнинг ҳамма цилиндрларига ёки (камдан-кам ҳолларда) цилиндрларнинг бир қаторига хизмат кўрсатади. Шундай қилиб, ушбу системада янги зарядни сиқиш учун ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланилади, натижада ИЕД да иссиқликдан фойдаланиш даражаси ортади.

Турбинали босим остида киритиш системаларида ўзгармас босим турбиналари ёки импульсли турбиналар бўлади. Ўзгармас босим турбиналарига ишлатилган газлар умумий чиқариш коллекторидан келади. Бинобарин, ИЕД нинг барқарор иш режимида коллекторда газларнинг ўртача босими юзага келади. Бунда босимнинг вақт бўйича тебраниш амплитудаси унча катта бўлмайди ва берилган айланиш частотаси ҳамда юкланишга мос келади. Ишлатилган газларнинг ҳар бир цилиндрдан чиқиш жараёни ностационар, импульсли тарзда бўлгани ва бунда тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича ҳарорат ҳамда босим кескин ўзгариб тургани сабабли (13.2-расм) газларнинг умумий коллекторда тўпланиши тўлқинлар босими энергиясининг камайиши (диссипацияси) билан ва тартибсиз аралашуш туфайли, ишлатилган газлар ишлаш лаёқатлигининг муқаррар равишда камайиши билан кечади. Шу сабабли ишлатилган газларнинг турбинага киришдаги кўзда тутилган иши барча чиқариш импульсларида бажариладиган бошланғич йиғинди ишдан анча кам бўлади. Бу эса турбинанинг компрессорга туташган чиқиш валидаги фойдали ишни камайтиради.

Чиқариш жараёнида ишлатилган газларнинг цилиндрлардан чиқишда юқори акс босим юзага келиб, у газнинг у) иб чиқарилишига (яъни газ алмашинишидаги мусбат ишга) сарфланадиган иш

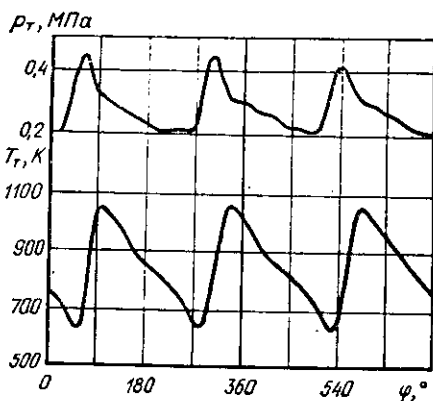
миқдорини кўпайтиради, бу эса ИЕД даги ички исрофлар ортишига олиб келади. Шу билан бирга, турбина қулай шароитда, яъни газ ҳолатининг параметрлари деярли ўзгармайдиган шароитда (двигателнинг берилган иш режимида) юқори ф.и.к. билан ишлайди: $\eta_T = L_T/L_{к.т.}$, бу ерда $L_T/L_{к.т.}$ мос равишда турбинанинг фойдали иши ҳамда газ оқимининг турбинага киришидаги кўзда тутилган (мўлжалдаги) иши.

Импульсли турбиналарда газ паррақларга параметрларнинг вақт бўйича катта ўзгариш амплитудаларида узатилади (13.2-расм). Ҳар бир цилиндрдан чиқувчи газ оқими мўлжалдаги ишининг исроф бўлишини камайтириш учун патрубокнинг узунлиги ва ҳажми мумкин қадар кичик бўлиши ҳамда кўндаланг кесими чиқариш клапанидаги ўтиш кесимига яқин бўлиши керак. Турбинани у хизмат кўрсатадиган цилиндрларга иложи борича яқин жойлаштириш лозим. Импульсли турбина қўлланилган кўп цилиндрли ИЕД да цилиндрлар бир неча бўлинмаларга бирлаштирилиб, энергия камаймаслиги учун ушбу бўлинмаларнинг ҳар бирига мўлжалланган чиқиш импульслари тўсиб қўйилмайди. Ҳар бир бўлинманинг алоҳида патрубоклари турбинанинг тегишли бўлинмасига келтирилади.

Шундай қилиб, чиқариш босқичининг давомийлиги $\varphi_{чик}$ га тенг бўлган тўрт тактли ИЕД лар учун чақнашлар бир маромда алмашилиб турадиган битта бўлинмага бирлаштириладиган цилиндрлар сони $i_u = \frac{7 \pm 0}{\varphi_{чик}} \leq 3$ ифода билан аниқланиши зарур, бу эса ИЕД

чиқариш системасининг тузилишини мураккаблаштириб юборади.

Бундай турбина ишлаганда импульс давомида ишлатилган газ параметрларининг катта амплитудада ўзгариши унинг ҳисоблаб аниқланмаган режимда кўп вақт давомида паст самара билан ишлашига олиб келади. Паррақнинг бўлинмадан бўлинмага ўтиши натижасида босим сакраш тарзида ўзгаради ва



3.2-расм. Чіқариш жараёнида газ параметрларининг ўзгариши

шунга яраша энергия исроф бўлади. Шунингдек, турли патрубоклардан узатилаётган газлар муқаррар равишда аралашиб кетади, бу эса уларнинг ишлаш қобилияти қўшимча равишда йўқолишига олиб келади. Буларнинг натижасида импульсли турбинанинг ф.и.к. ўзгармас босимли турбинаникига қараганда анча кам бўлади. Турбина паррақлари иссиқлик ва механик юкланишлар ўзгариб турадиган шароитда ишлайди, бу ўз навбатида уларнинг зўриқиб ишлашига ва ресурси камаيшига олиб келади.

Айни чоғда, чиқариш каналидаги босимнинг импульслар тарзида ўзгариши цилиндрларнинг ишлатилган газлардан тоза ханишини ва уларнинг янги заряд билан тўлишини яхшилайдди, шу мақсадларда газ алмашинишдаги газодинамик ҳодисалардан фойдаланишга ҳамда ҳаво ҳайдаш ишининг камаришига шароит яратади. Импульсли турбиналарда газнинг турбинага киришидаги кўзда тутилган иши ўзгармас босимли турбиналардагига қараганда юқорироқдир, чунки бунда тўлқин босимлари энергиясидан фойдаланилади. Шароитга қараб, турбинанинг фойдали иши бундан аввалги ҳолдагига нисбатан кўп ҳам, кам ҳам бўлиши мумкин. Газ-турбинали босим остида киритиш системасининг умумий самарадорлиги унинг *эксергетик ф. и. к.* билан баҳоланади:

$$\eta_{ex} = L_{kad}/L_{k.c} = \eta_k \cdot \eta_t \cdot \eta_{ex\ tr} = \eta_{tk} \cdot \eta_{ex\ tr} \quad (13.1)$$

бу ерда: $\eta_k = L_{kad}/L_k$ — компрессорнинг адиабатик ф.и.к;

L_{kad} ва L_k — компрессорнинг адиабатик ва муайян (политроп) сиқишдаги иши;

η_{tk} — турбокомпрессорнинг ф.и.к., $\eta_{tk} = 0,45 - 0,60$;

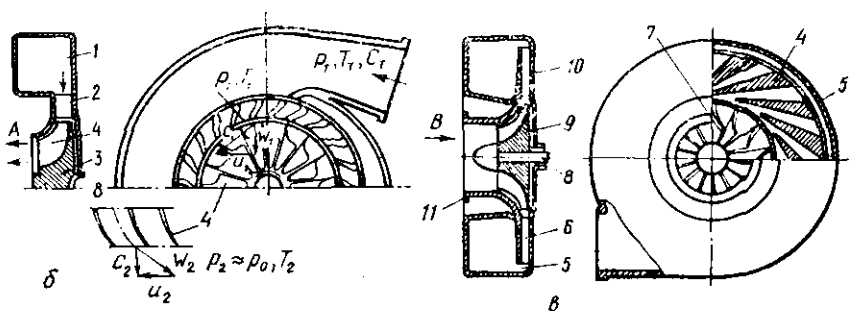
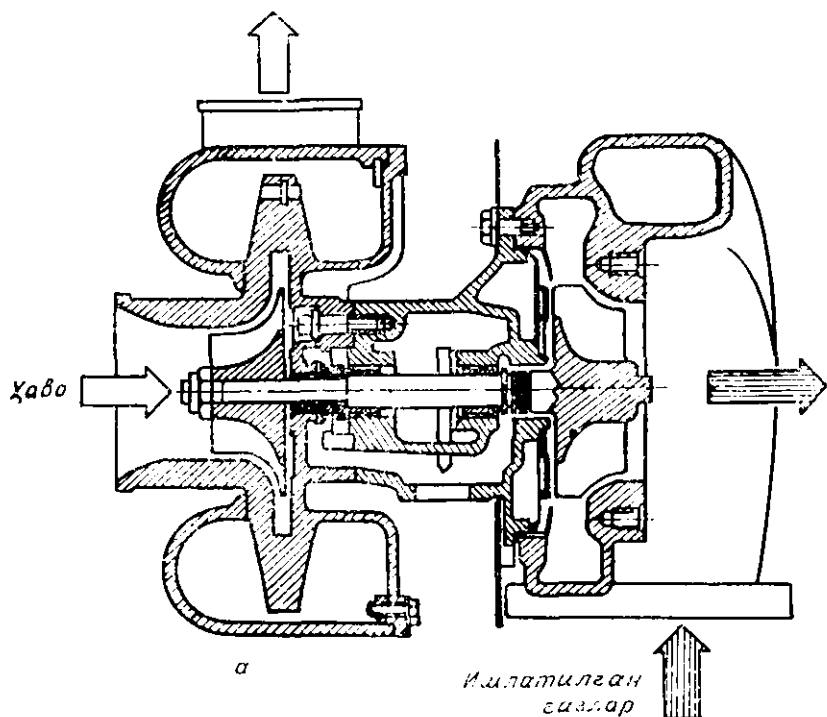
$\eta_{ex\ tr} = L_{k.t}/L_{k.c}$ — чиқариш каналининг эксергетик ф.и.к. бўлиб, у каналдаги газ оқими энергиясининг исрофини ҳисобга олади ($\eta_{ex\ tr} = 0,5 - 0,7$);

$L_{k.t}$, $L_{k.c}$ — мос равишдаги газ оқимининг турбинага киришидаги ва цилиндрдан чиқишидаги кўзда тутилган иши.

Айтилганлардан, босим остида киритиш усулининг импульсли системада $\eta_{ex\ tr}$ юқори бўлиши келиб чиқади. Импульсли системаларнинг умумий самарадорлиги кичик айланиш частоталарида ва нисбатан кичик (одатда, 2 гача) p_k да юксакроқ бўлади. Двигателнинг айланиш частотаси ва босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ортиши билан босим импульслари текислашади ва ўзгармас босимли системага нисбатан бўлган афзаллик йўқолади. Бу ҳол ИЕД учун танланадиган турбина турини ҳамда цилиндрлар сони ва жойлашуви, шунингдек уларнинг ишлаш тартиби, двигателнинг вазифаси, фойдаланиш шароитлари каби омилларни белгилаб беради.

Ҳозирги вақтда импульсли турбиналари бўлган газ турбинали босим остида киритиш системалари кенг тарқалган. Яна шундай ораллиқ системалардан ҳам фойдаланиладики, уларда турбинага кириш олдидан газ параметрларининг ўзгариши импульсли системалардагига қараганда камроқ, аммо ўзгармас босимли системалардагига нисбатан кўпроқ бўлади.

Газ-турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган замонавий ИЕД ларда марказга интилма радиал турбинадан ҳамда марказдан қочма компрессордан тузилган турбокомпрессорлар энг кўп қўлланилади; турбина ва компрессор битта валнинг икки учига ўрнатиладиган бўлади (13.3-расм, а). Тур-



13.3-расм. Турбокомпрессорнинг тузилиши:
а — агрегат ишлатилган ҳолда; б — турбина; в — компрессор

бокомпрессор элементларининг схемаси 13.3-расм, б, в да кўрсатилган. ИЕД нинг чиқариш каналидан чиқаётган ишлатилган газлар турбина патрубogi 1 га келади (13.3-расм, б) ва торайиб боровчи кесимли каналлари бўлган соплоли қўзғалмас аппарат 2 орқали ўтади. Бунда газнинг тезлиги ортади, босими ва ҳарорати эса пасаяди. Кейин газ парракли турбинанинг иш ғилдираги 3 даги профилланган каналлар 4 га келади, бу ерда унинг ҳаракат йўналиши ўзгаради. Газ парракларга урилганда

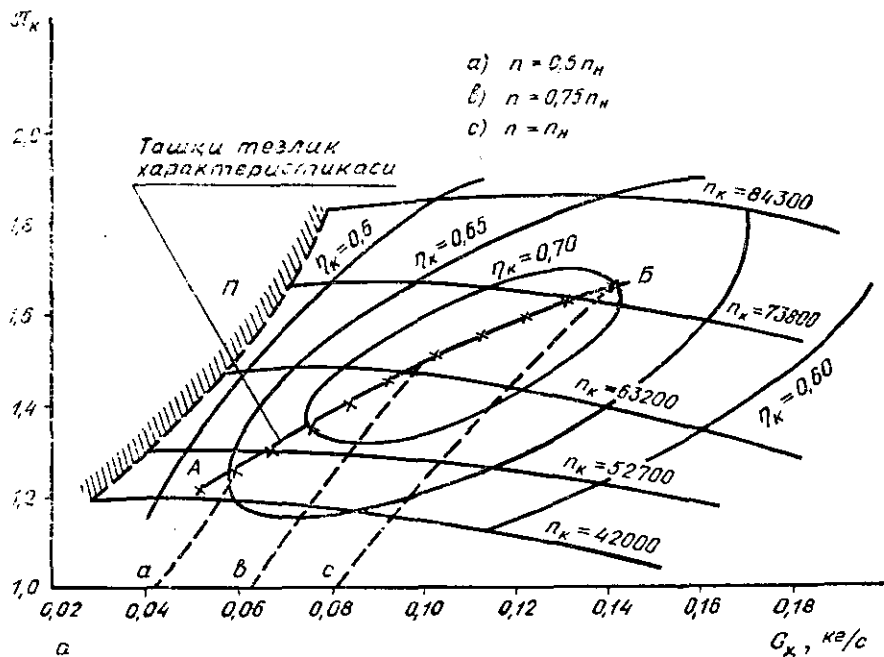
юзага келувчи кучнинг тангенциал ташкил этувчиси иш ғилдирагини айлантирувчи буровчи моментни юзага келтиради. Газ парракларнинг иш ғилдирагидан чиқиш жойидан тўғриловчи чиқиш аппаратига ўтади, шу туфайли газ А стрелкалар билан кўрсатилган йўналишда чиқади.

Янги заряд кириш патрубоги орқали компрессорга келади (13.3-расм, в) ва вал 8 дан айланма ҳаракат олувчи иш ғилдаги 9 нинг парраклари 7 га келиб тушади. Бу ерда у 300—350 м/с тезлик билан ҳаракатланади ва марказдан қочма куч таъсирида кенгайиб боровчи каналлари бўлган диффузор 4 га отилиб чиқади. Бу ерда газнинг кинетик энергияси босим энергиясига айланади. Янги заряд ортиқча босим билан тўплагич 5 га, сўнг ИЕД нинг киритиш коллекторига келади.

СССР да ишлаб чиқариладиган турбокомпрессорлар стандарт билан нормаллаштирилган бўлиб, тип-ўлчамли қаторни ташкил этади. Улар компрессор ғилдирагининг диаметри билан бир-биридан фарқ қилади. Ҳар қайси моделнинг қўлланилиш соҳаси ёнилғи сарфи, босимнинг кўтарилиш даражаси ва рухсат этилган энг катта айланиш частотаси билан чекланади. ИЕД учун турбокомпрессор унинг характеристикасига қараб танланади. Бунинг учун ана шу характеристика босим остида киритиш усули қўлланилган двигателни стенда синаш натижалари билан таққосланади.

13.4-расм, а да стандарт ТКР-7 турбокомпрессорининг характеристикаси кўрсатилган. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелни турли айланиш частоталарида синаш (юкланиш характеристикалари бўйича) натижалари ана шу характеристикада мужассамланган. II соҳа турбокомпрессорнинг оқимлар узилиши билан нотўғун ишлашига мос келади (помпаж). Турбокомпрессордан фойдаланиш жараёнида бу камчиликка йўл қўйиб бўлмайди. АБ чизик дизелнинг тўлиқ юкланиш билан ишлашига, яъни унинг ташқи тезлик характеристикасига мос келади. Кўриниб турибдики, паст айланиш частоталарида босим остида киритиш жадаллиги жуда суст бўлади. Бу барча турбокомпрессорларга хос камчилик бўлиб, ишлатилган газларнинг энергияси камлиги билан ва турбоагрегатларнинг ўзига хос томонлари билан тушунтирилади. ИЕД нинг айланиш частотаси катталашishi билан босим остида ҳаво киритиш жадаллиги тезда ортиб боради. ИЕД ва турбокомпрессорлар характеристикаларининг бундай номувофиқлиги шунга олиб келадик, буровчи моментнинг энг катта қиймати тезлик характеристикаси бўйича айланиш частотаси юқорироқ бўлган соҳага томон силжийди (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД лардагига нисбатан) ва шунга яраша ИЕД нинг тортиш кўрсаткичлари ёмонлашади.

Турбокомпрессорли босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда айланиш частотаси бўйича циклик ёнилғи беришнинг ўзгариш қонуниятига ҳатто табиий равишда бўлганда ҳам паст айланиш частоталарида, айниқса, ёнилғи камерасида

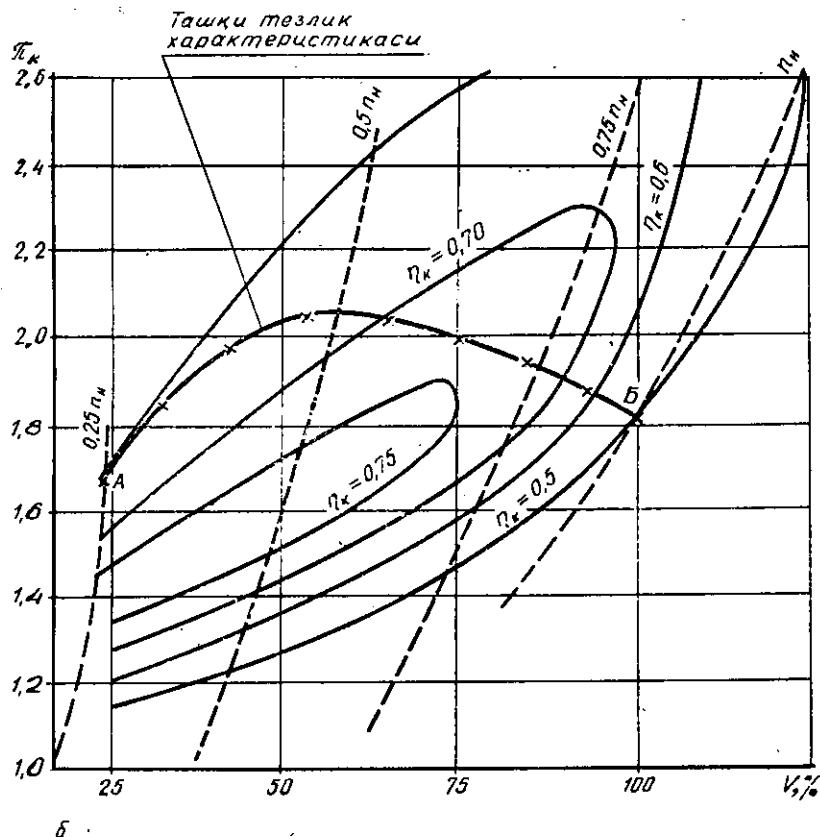


13.4- расм. Характеристикалар:

а — ТКР-7 турбокомпрессори учун; б — гўлқинли босим алмашгичи учун

ҳавонинг ҳаракат жадаллиги паст бўлган жараёнларда, ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди. Бу ҳол циклик ёнилғи беришни манфий томонга ўзгартиришга, яъни айланиш частотаси пасайганда циклик ёнилғи миқдорини камайтиришга мажбур қилади. Паст айланиш частоталарида буровчи моментнинг қиймати зарур даражада бўлишини таъминлаш учун унумлироқ ишлайдиган турбокомпрессорни танлаш ИЕД тортиш кўрсаткичларининг тезлик характеристикаси бўйича яхшиланишига олиб келмайди.

Турбокомпрессорли босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД да тезлик характеристикаси бўйича буровчи моментнинг ўзгариш қонуниятини яхшилаш учун ростлашнинг турли усулларида фойдаланилади. Ушбу усулларнинг моҳияти шундан иборатки, турбокомпрессор энг катта буровчи момент режимига (ёки унга яқинроқ режимга) мослаб созланади ва айланиш частотаси катталашганда босим остида киритиш жадаллиги турли усуллар билан пасайтирилади. Турбинаси (соплоли аппарати) ёки компрессори (диффузори) даги газлар оқиб ўтадиган қисмининг геометрияси ўзгариб турувчи турбокомпрессорлардан фойдаланиш энг оқилона ва айни чоғда энг мураккаб усулдир. Ишлатилган газларни ўтказиш клапани ёрдамида турбина ёнгинасидан атмосферага чиқариб

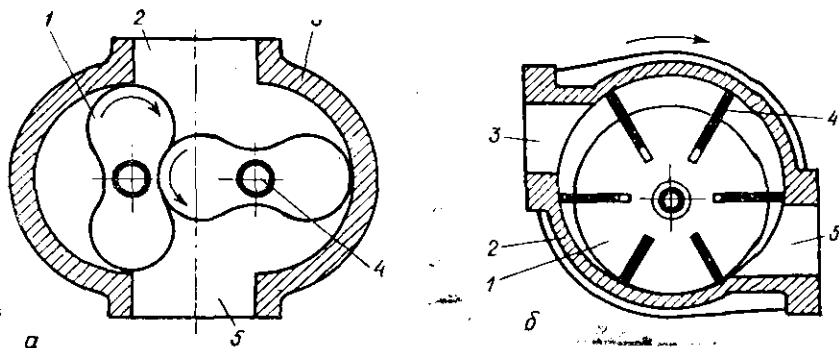


юбориш ёки компрессорда сиқилган ҳавони (дизелларда) чиқариш каналига ўтказиб юбориш анча содда ва қулай, аммо самарадорлиги пастроқ усулдир. Дизелларда босим остида киритишни ростлашнинг мазкур усуллари қўлланилганда цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори мос равишда ўзгартирилиши керак.

13.2.2. Юритмали компрессор

Юритмали компрессордан босим остида ҳаво киритиладиган двигателларда мазкур компрессор ИЕД нинг тирсакли ва-лига механик тарзда боғланган (одатда, оширувчи узатма орқали) бўлади. Юритмали компрессор билан ускуналанган ИЕД схемаси 13.1- расм, б да кўрсатилган. Юритмали компрессорлар сифатида ротор-шестерняли ва ротор-пластинали компрессорлардан фойдаланилади (13.5- расм, а, б).

Буларнинг биринчиси *ташқи томондан сиқиш компрессорлари* деб аталади. Уларда роторлар шестерняли узатма восита-сида бир-бирига мувофиқлаштирилган (синхронлаштирилган).



13.5- расм. Юритмали компрессорлар:
 а — ротор-шестерняли; б — ротор-пластинали

Роторлар айланганда роторларнинг профилланган сирти билан корпус девори ўртасидаги киритиш бўшлиғидан кўчиб ўтувчи заряднинг ҳажми ўзгармайди. Шу сабабли деярли бошланғич босим билан ҳайдалувчи заряд ёниш камерасига юқори босим билан узатилади.

Роторнинг бўшлиғи чиқиш камераси билан туташганда p_k босимли заряд p_0 босимли ҳажмга бостириб кириб аэродинамик шовқинни келтириб чиқаради. Турли босимдаги бўшлиқларни зичлаш корпус ҳамда роторларнинг уринувчи белбоғчаларини аниқ қилиб тайёрлаш эвазига амалга оширилади. Лекин бунда барибир заряднинг сизиши барҳам топмайди. Заряднинг сизиши p_k га мутаносиб бўлади ва айланиш частотаси камайиши билан ортиб боради. Бу ҳол компрессорнинг узатиш коэффициентини камайтиради.

Ротор-пластинали компрессор (13.5-расм. б) *ички томондан сиқиш компрессори* деб аталади. Унда янги заряднинг сиқилиши ротор бурилган сари аста-секин юз беради. Бунда газ ИЁД нинг киритиш каналига p_k босимда итариб чиқарилади. Бундай компрессорнинг шовқини, бошқа шароитлар тенг бўлгани ҳолда ротор-шестерняли компрессорникидан пастроқ бўлади. Ички томондан сиқиш компрессорларининг афзаллиги шундаки, уларнинг иш унуми ИЁД валининг айланиш частотасига тўғри мутаносиб тарзда ортиб боради. Бинобарин, компрессорнинг тезлик характеристикаси двигателнинг талабларига яхши мос келади. Юритмали компрессорлар ИЁД самарали қувватининг бир қисмини ўзига олиб, ИЁД нинг иш самарадорлигини камайтиради ва ёнилғи тежамкорлигини ёмонлаштиради. Бу ҳодиса босим остида киритиш босими кўтарилганда айниқса кучаяди. Масалан, $p_k = 1,7 - 1,6$ бўлгандаёқ оддий компрессорни юргизишга сарфланадиган қувват двигатель индикатор қувватининг 10% гача қисмини ташкил этади.

Транспорт машиналарининг двигателлари салт ишлаганда ва кичик қувват билан ишлаганда босим остида киритиш усулини қўллашнинг ҳожати бўлмайди ҳамда бунда компрессорни юргизишга қувватнинг сарф бўлиши ёнилғи сарфини анчагина оширишни талаб қилади. Компрессорни юргизишга ИЁД қув-

вати сарфини камайтириш учун ҳаво берилиши тўхтатилади. Компрессор юритмасини узиб қўйиш мазкур муаммонинг энг яхши ечимидир, аммо бунинг учун махсус муфта талаб қилинади. Айтиб ўтилган камчиликлари туфайли юритмали компрессорлар кичик қувватли автомобиль двигателларига босим остида ҳаво киритиш учунгина қўлланилади, холос. Баъзан улардан босим остида киритиш усули икки босқичли бўлган двигателларда биринчи босқич агрегати сифатида фойдаланилади.

13.2.3. Тўлқинли босим алмашгичи

ИЕД га босим остида ҳаво киритишнинг яқинда ишлаб чиқилган мазкур агрегат билан ускуналаниш схемаси 13.1—расм, в да кўрсатилган. Тузилманинг ротори ИЕД нинг тирсакли валидан ҳаракатга келтирилади (кучайтирувчи узатма орқали), қопқоқлари бўлган ёпиқ корпус ичида айланади ва пластиналар тузилишга эга. Бу пластиналар икки томони очиқ бўйлама каналлари ҳосил қилади. Канал 1 бўйлаб роторнинг ён қисми А га ИЕД дан ишлатилган газлар ортиқча босим билан келади. Роторнинг бўйлама каналлари бошқа ёни В дан атмосфера босими остида янги заряд билан тўлдирилади. Ротор айланганда унинг бўйлама канали ишлатилган газлар келувчи босимли томон билан туташади ва юзага келган босим тўлқини каналдаги зарядни сиқиб унинг босимини компрессордаги босимга тенглаштиради. Кейин ротор каналининг В ёни ИЕД нинг киритиш канали билан туташади ва янги заряд киритиш клапанига труба 2 орқали юборилади.

Ишлатилган газлар босимининг тўлқини янги заряд билан ўзаро таъсирлашганидан сўнг орқага қайтади ва газ порцияси кичик ортиқча босим таъсирида патрубок 6 орқали двигателнинг чиқариш системасига итариб чиқарилади. Труба 2 га янги заряднинг чиқарилиши сийракланиш тўлқинини ҳосил қилади, натижада патрубок 3 орқали ротор каналига иш жисмининг янги порцияси киради. Кейин жараён такрорланади. Ротор корпусининг қопқоқларидаги махсус камералар ёрдамида ИЕД вали айланиш частотасининг кенг доирасида янги заряднинг узатилиш характеристикалари яхшиланишига эришиш мумкин.

Шундай қилиб, янги заряднинг сиқилиши ва унинг двигател цилиндрларига узатилиши ишлатилган газларнинг энергияси ёрдамида амалга ошади. Ишлатилган газлар барча цилиндрларнинг чиқариш патрубокларини бирлаштирувчи газ тўплагичдан ўртача босим билан келади. Тўлқинли босим алмашгичи ишини двигатель цилиндрларининг иши билан мувофиқлаштириш учунгина ротор ИЕД дан юргизилади. Бунда ишқаланишни енгишга ва шамоллатишдаги исрофларни йўқотишга кам қувват сарфланади. Бу сарфлар двигатель қувватининг 0,5% ини ташкил этади. Роторни айлантирувчи энергиянинг бир қисми ишлатилган газлар ёрдамида, газ келувчи

юқори босимли патрубокларнинг роторнинг бўйлама ўқиға нисбатан бироз қиялиғи туфайли ҳосил қилинади.

Тўлқинли босим алмашғичи кичик айланиш частоталаридаёқ ρ_k нинг қиймати турбокомпрессорникиға қараганда анча катта бўлишини таъминлайди. Шу тўфайли $M_e(p_e)$ нинг максимум нуқтаси паст тезлик режимлари соҳаси томон силжийди. Бу ҳол K_m ни 1,2—1,3 га тенг ва бундан катта олишға ҳамда K_c ни сезиларли даражада камайтиришға имкон беради. Босим алмашғичи ишләётганида янги заряднинг бир қисми ишлатилган газлар билан аралашади, бунинг оқибатида ишлатилган газларнинг маълум қисми (2—4%) рециркуляцияланади ва янги заряд бироз исиши мумкин. NO_x нинг чиқишини камайтириш мақсадида газларнинг рециркуляцияланиш даражасини сунъий равишда ошириш мумкин. ИЕД нинг юкланиш характеристикалари туширилган тўлқинли босим алмашғичининг характеристикаси 13.4-рasm, б да келтирилган. АВ чизиқ ИЕД нинг тўлиқ юкланиш билан ишлашиға (тезлик характеристикасига) мос келади.

Буровчи моментнинг тезлик характеристикаси бўйича ўзгариш қонуниятини яхшилаш учун тўлқинли босим алмашғичи ишлатилган газларни, худди турбокомпрессордагидек, шовқин сўндириш системасига ўтказиб юборадиган клапан билан жиҳозланади. Тўлқинли босим алмашғичи босим остида ҳаво киритишда босим даражасини 3,5 гача оширишға имкон беради. Унинг иши тирсакли вал билан мувофиқлаштирилганлиғи сабабли босим остида ҳаво киритиш системасининг ИЕД иш режими ўзгаришини сезиш вақти турбокомпрессорникиға нисбатан бир неча баравар кам. Бу ҳол куч агрегатининг қабулчанлиғини яхшилайди. Тўлқинли босим алмашғичида шовқин даражаси турбокомпрессордагига қараганда юқори бўлади ва уни тайёрлаш бирмунча қимматга тушади.

13.2.4. Газодинамик босим остида киритиш усули

Киритиш-чиқариш жараёнларида ИЕД коллекторларида газларнинг тебранма ҳаракати содир бўлиб, натижада босим тўлқинлари юзага келади. Бу ҳодисадан цилиндрларни ишлатилган газлардан тозалашни ва уни янги заряд билан тўлдиришни яхшилаш учун фойдаланилади. Агар киритиш системаси клапанларнинг бир йўла очиқ бўлиш фазасида чиқариш жараёнининг охирида чиқариш патрубoғида сийракланиш юзага келадиган қилиб созланса, у ҳолда цилиндрдан чиқариладиган ишлатилган газлар миқдори кўпаяди. Натижада цилиндрининг тозаланиши яхшиланади ва у кўпроқ миқдорда янги заряд билан тўлдирилади. Агар киритиш жараёнининг охирига келиб киритиш клапани яқинидаги коллектордаги босим атмосфера босимидан юқори бўлса, у ҳолда юқоридагига ўхшаш ҳодиса рўй бериши мумкин. Бу ҳолда цилиндр қўшимча зарядланади. Босим қанча катта бўлса, ушбу қўшимча зарядланиш шунча кўп бўлади. Газодинамик ҳодисалар тегишли иш режимларида

газ алмашинуви ишининг камайишига сабаб бўлади, бу эса двигателнинг механик ф.и.к.ни катталаштиради.

Коллекторлар узунлигини ўзгартириш орқали у ёки бу айланиш частотасида ёхуд тезлик режимининг ўзгариш доирасида цилиндрларнинг тўлиш даражаси 6—8% гача зиёдлашувини таъминлаш мумкин. Бу тадбир буровчи моментни бирмунча катталаштириш ёки унинг максимумини кичик айланиш частоталари соҳаси томон силжитиш ҳамда тортиш кўрсаткичларини мос равишда яхшилаш имконини беради. Дизелларда ҳам худди шундай натижаларга эришиш мумкин, аммо бунда цилиндрларнинг ҳаво билан тўлиши ёнилғи берилиши билан мувофиқлаштирилиши керак, яъни газ алмашиниш системасини газодинамик созлаш ҳамда ёнилғи беришнинг тезлик хараakterистикасини мос равишда ўзгартириш лозим. Газодинамик ҳодисалардан турбокомпрессорли ИЕД ларда ҳам фойдаланилади: уларда патрубоклар узунлигини ва киритиш системасидаги камералар ҳажминини ўзгартириш эвазига босим остида ҳаво киритиш жадаллигини ҳамда унинг айланиш частотаси бўйича ўзгариш қонуниятини маълум даражада ростлашга эришилади.

13.3. ИЕД ИШИНИНГ ВА ИШ ЖАРАЁНИНИНГ ЎЗИГА ХОС ТОМОНЛАРИ

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД компрессорида янги заряднинг сиқилиши натижасида унинг ҳарорати кўтарилади. Заряднинг исиниш босим остида ҳаво киритиш жадаллигига (π_k катталашганда у ортади), иш режимига ҳамда компрессорнинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлиб, 50 — 150° ни ташкил этади. Шу сабабли, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда сиқиш жараёни охирида заряднинг босими ва ҳарорати босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига қараганда анча юқори бўлади, бу эса двигатель деталларининг ишлаш шароитига ҳамда унинг иш жараёнига кучли таъсир кўрсатади. p_c ва T_c қийматларининг катта бўлиши, шунингдек циклда бериладиган иссиқлик миқдорининг ортинчи цикл мобайнида газнинг босими ва ҳарорати юқори-роқ бўлишини, хусусан p_z ва T_z лар энг катта қийматларга эга бўлишини белгилаб беради, натижада деталларнинг ҳарорати кўтарилади ҳамда улардан тарқаладиган иссиқлик оқимлари жадаллашади. Шу билан бирга, цилиндрдаги газ миқдори бирлигига тўғри келувчи иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиш даражаси камаяди, яъни циклда иссиқлик алмашиниши ҳисобига бўладиган солиштирма иссиқлик исрофлари камаяди, бунинг эвазига эса, ишлатилган газларнинг энергияси ортади. Бу ҳол чиқариш системаси элементлари (клапанлар, уларнинг уялари, цилиндрлар устёпмаси ва ҳоказо) нинг иссиқлик билан юкланишини оширади.

Агар босим остида киритиш усули учун ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланиладиган бўлса, турбина ёки газ тўплагич ҳосил қилувчи акс босимнинг мавжудлиги чиқариш сис-

темаси элементларининг иш шароитини янада оғирлаштиради. Одатда, босим остида киритиш усули жорий этилганда ишлатилган газларнинг чиқарилишига бўладиган қаршиликларни камайтириш учун клапанлар, уларнинг уялари ва патрубоклардаги ўтиш кесимлари катталаштирилади. Бунинг учун эса клапаннинг диаметри катталаштирилади, чиқариш фазалари кенгайтирилади, клапанларнинг бир йўла очиқ бўлиши оширилади, цилиндрда иккита чиқариш клапани қўлланилади ва ҳоказо.

Дизелларда сиқиш жараёни охирида ҳарорат ва босимнинг юқорироқ бўлиши алангаланишнинг кечикиш даври қисқаришини ҳамда ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллиги сусайишини таъминлайди. Жараён анча раvon кечади ва шовқин пастроқ бўлади. Ёниш кейинги босқичларда жадаллашади.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, босим остида ҳаво киритиш одатдагидек бир маромда бўлганда ажратилмаган ёниш камераларида заряднинг айланишдаги бурчак тезлиги босим остида киритиш усули қўлланилмаган жараёндагига нисбатан деярли ўзгармас экан. Бироқ заряд зичлигининг ортиши ёнилғи оқимларининг камерада ҳаракатланиш тезлигини пасайтиради ва уларнинг пуркалиш масофасини қисқартиради. Камерада айланаётган заряд кинетик энергиясининг зиёдлашуви ҳаракати секинлашиб қолган томчиларнинг ёнилғи оқимларидан чиқишини жадаллаштиради ва ёнилғи оқимларининг ўзини кучли деформациялайди ва бу билан уларнинг тўзиткич ўқидан радиал йўналишда кириб бориш чуқурлигини янада чеклаб қўяди. Буларнинг ҳаммаси ёнилгининг камера четлари томон ҳаракатланишига тўсқинлик қилади ва девор яқинида заряд қатламларининг аралашишини қийинлаштиради, яъни фақат ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлишига ўтиш йўналиши кузатилади.

Агар тегишлича чоралар кўрилмаса, босим остида киритилаётган ҳаво босимининг кўтарилиши ёниш камерасидаги ҳаводан ёмон фойдаланилишига олиб келиши мумкин. Шу сабабли босим остида киритиш усули жорий этилганда тўзиткич соплолари орқали ёнилғи пуркаш тезлиги жадаллаштиради. Бунинг учун соплоларнинг диаметри катталаштирилади, каттароқ ўлчамли плунжерли жуфтликлар қўлланилади ва ёнилғи насоси кулачокларининг тикроқ профилига ўтилади. Бунда ёнилғи бериш босими босим остида киритиш усули қўлланилмаган жараёндагига нисбатан ортади ёки ўзгаришсиз қолади.

Маълумки, дизелларда ёнишнинг умумий давом этиш вақти қабул қилинган аралашма ҳосил қилиш усулига қараб ёнилғи пуркаш даврининг давомийлигига кўп ёки кам даражада боғлиқ бўлади. Шу сабабли ёниш жараёнини қисқартиришга интилиш (чунки жараён чўзилиб кетса, циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси ёмонлашади) ҳам ёниш камерасига ёнилғи берилишини жадаллаштиришга мажбур этади.

Босим остида киритиш усулидан фойдаланилганда p_z T_z ни ҳамда газ босими ва ҳароратининг умумий даражасини пасайтириш учун кўпинча ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади, цилиндрни янги заряд билан шамоллатиш кучайтирилади, клапанларнинг бир йўла очиқ бўлиши даври тирсакли валнинг $100—150^\circ$ бурилиш бурчагига қадар кенгайтирилади, номинал юкланишда ҳавонинг ортиқлиги $\alpha = 1,8—2,2$ гача кўпайтирилади. Бу тадбирларнинг охириги ишлатилган газлар ҳароратининг пасайишига, унда тутун миқдори камайишига, CO , CH , NO_x нинг атмосферага чиқарилиши камайишига ёрдам беради. Одатда, босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда деталларга тушадиган механик ва термик юкланишларни камайитириш учун сиқиш даражаси $0,5—1,5$ бирликка камайитирилади, бу эса ИЕД нинг ишга тушиш сифатларини бирмунча ёмонлаштиради.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда босим остида киритиш усулини қўллаш натижасида p_c ва T_c нинг катталашиши детонация учун шароит яратиб, двигателнинг меъёрида ишлашини бузади. Ёнувчи аралашманинг детонацияга чидамлилигини ошириш учун муайян шарт-шароитга қараб октан сонни юқорироқ ёки сифат жиҳатдан бошқача бўлган қимматроқ ёнилғилар (спиртлар, газлар) дан фойдаланишга тўғри келади.

Детонациянинг олдини олиш мақсадида ёни камайитириш транспорт машиналарини қисман юкланиш билан одатдагича ишлатишда ёнилғининг тежамкорлиги ёмонлашуви туфайли ҳамма вақт ҳам ўзини оқлайвермайди. Бу мақсадда ИЕД нинг детонацияга қарши сифатларини ошириш илғорроқ тадбир ҳисобланади. Бунинг учун камеранинг (сиқиб чиқариш оқимлари) ва киритиш системасининг (спиралсимон каналлар, уюрмалантиргичлар ва ҳоказо) конструкциясини тегиншлича танлаш, шунингдек аралашмаларнинг цилиндрларга тақсимланишини яхшилаш ҳисобига аралашманинг тартибли ҳаракати ғалаёнланитирилади ва аралашма тартибсиз (турбулент) ҳаракатланитирилади.

Иш жараёнини детонация датчикларидан фойдаланиб бошқарувчи автоматлаштирилган электрон системалар учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда босим остида киритиш усулини қўллашда катта имкониятларга эга. Детонация рўй берганда бундай системалар қайтар алоқа асосида электрон блок орқали ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини ва босим остида киритиш жадаллигини ўзгартиради. Босим остида киритиш жадаллиги турбинанинг қайта ўтказиш клапани ёки компрессорнинг киритиш қурилмаси ёрдамида ростланади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД да босим остида киритиш усули кўпинча ёнилғини киритиш системасига пуркашда қўлланилади, чунки бунинг учун системани босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателдагига нисбатан анчагина ўзгартириш талаб қилинмайди. Агар карбюратор компрессордан олдин жойлашган бўлса, ИЕД нинг ишга тушиш сифатлари ва аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши ёмонлашади. Бунга

марказдан қочма кучлар таъсирида аралашманинг компрессорда сепарацияланиши (айниқса, турбинали босим остида киритиш усули қўлланилганда) сабаб бўлади. Бу эса двигателнинг детонацияга қарши сифатлари пасайишига олиб келади. Қарбюратор компрессордан кейин жойлашганда эса уни яхшилаб зичлаш ва ҳавонинг босимига қараб аралашма таркибини компенсациялаш зарур.

13.4. ЯНГИ ЗАРЯДНИ ОРАЛИҚ СОВИТИШ

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД кўрсаткичларини яхшилашнинг ва унинг ишончли ишлашини оширишнинг самарали йўли компрессорда сиқилган янги заряд цилиндрларга узатилишидан олдин уни 50—80°C га қадар совитишдан иборат. Бунинг натижасида ИЕД деталларининг иссиқликдан зўриқиши камаяди, босим остида киритиш усули орқали ИЕД ни янада кучайтириш имконияти туғилади, қувват ортади, цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши яхшиланади, атмосферага чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдори ёниш ҳарорати пасайиши ҳисобига камаяди ва ҳаво ортиқлигининг ортиши натижасида ишлатилган газларда тутун миқдори камаяди. α нинг ортиши натижасида эса циклда ва двигателда иссиқликдан яхшироқ фойдаланилади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда детонация хавфи камаяди, бу эса ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштиришга ва каттароқ ϵ билан ишлашга имкон беради. Натижада ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади.

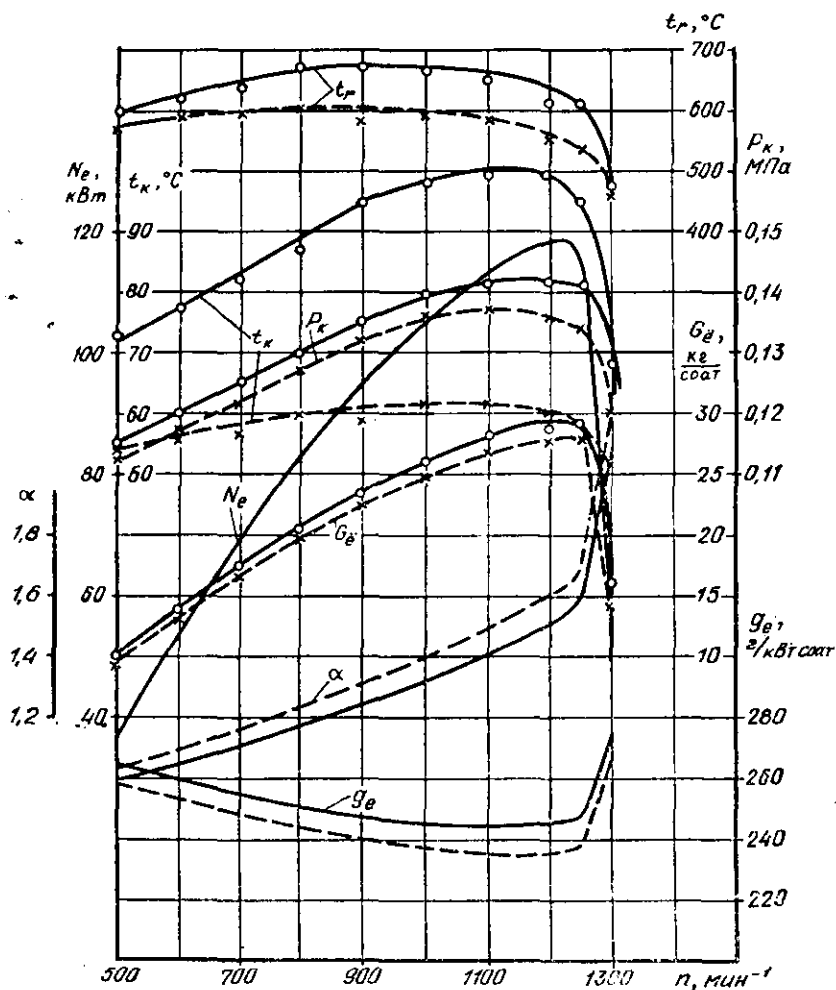
Янги зарядни оралиқ совитиш босим остида киритиш системасининг нархини анча қимматлаштириб юборади ва замонавий дизелларда $\pi_k \geq 2$, бензинда ишлайдиган ИЕД ларда эса $\pi_k \leq 1,5$ бўлганда қўлланилади. Бу жараён сув ёки ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгич ёрдамида амалга оширилади.

Сув билан совитиладиган иссиқлик алмашгичлар ихчамроқ бўлиб, ИЕД нинг турли иш шароитларида совитиш режими анча барқарор бўлишини таъминлайди. Совитиш сувининг айланиб юриш контури мустақил бўлган иссиқлик алмашгичлар энг самарали ҳисобланади. Аммо бу ҳолда янги зарядни совитиш системаси ўз контурига ва циркуляция насосига эга бўлиши зарурлиги туфайли қимматлашиб кетади. Шу боис бундай системалар анча оғир туркумдаги дизелларда қўлланилади. Автотракторларга мўлжалланган двигателларда ИЕД нинг суюқлик билан совитиш системасига уланган иссиқлик алмашгичлардан фойдаланилади. Бу ҳолда иссиқлик алмашгичда совитилган янги заряднинг ҳарорати билан ундаги совитувчи суюқлик ҳарорати ўртасидаги фарқ унча катта бўлмайди ва мазкур иссиқлик алмашгичнинг самарадорлиги пасаяди.

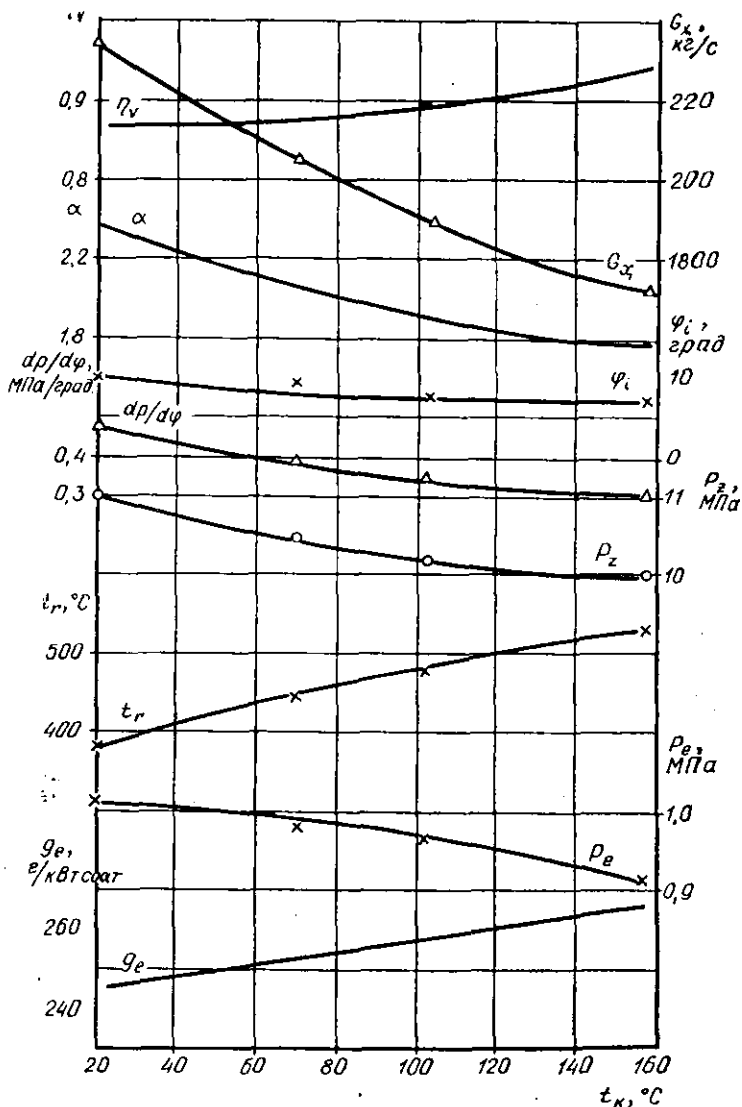
Ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгичлар ишончлироқ ишлайди, чунки улар мабодо шикастланса, сизиб чиқадиган совитувчи суюқлик бўлмайди. Улар одатда ИЕД совитиш

системаси радиаторининг олд томонига жойлаштирилади. Бунда совитувчи ҳаво оқими совитиш системасининг вентиляторни ёрдамида ҳосил қилинади. Мазкур вентиляторнинг иш параметрлари босим остида киритиш усулининг талабларини эътиборга олган ҳолда бирмунча ўзгартирилган. Совитилувчи янги заряднинг ҳарорати билан совитувчи ҳавонинг ҳарорати ўртасидаги фарқ бир неча ўн градусни ташкил этади, шу сабабли бундай иссиқлик алмашигичлар старлича самаралидир.

Уларнинг камчилиги шундан иборатки, совитиш жадаллиги атроф-муҳит параметрларига кўп даражада боғлиқ бўлади. Шунинг учун атмосфера ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда



13.6- расм. Дизелнинг иш кўрсаткичларига оралиқ совитишнинг таъсири (узлуksиз чизиқлар — совитишсиз, пунктир чизиқлар — совитиш билан)



13.7-расм. Дизелнинг иш кўрсаткичларига t_k нинг таъсири:

$n = 1800 \text{ мин}^{-1}$; $q_{\text{ц}} = 115 \text{ мм}^3$; $\phi_{\text{нл}} = 19^{\circ}$ (ЮЧН га етмасдан)

ИЕД ўта совиб кетиши натижасида ёниш жараёни ёмонлашуви, двигателнинг қаттиқ (тақиллаб) ишлаши кучайиши, ишлатилган газларда тутун миқдори кўпайиши ва чиқариладиган СН миқдори ортиши мумкин. Бу ҳодиса бензинда ишлайдиган двигателларда ёнилғи буғининг суюқликка айланиши (конденсацияланиш)га ва аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши

ёмонлашувига олиб келади. ИЕД кичик юкланиш билан ишлаганда ҳам худди шундай ҳодиса кузатилади. Буни бартараф этиш учун совитиш системасининг узиб қўйиладиган вентиляторларидан фойдаланилмоқда ёки совитиладиган янги заряд иссиқлик алмашгини четлаб ўтиб, тўғридан-тўғри двигателга борадиган (ростланидиган, оралиқ совитиш) қилинмоқда.

Ҳозирги вақтда, асосан, ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгинлардан фойдаланилмоқда. Янги заряднинг оралиқ совитилиши босим остида киритилувчи ҳавонинг босими бир-мунча (10—15 кПа) пасайишига олиб келади. Бунга иссиқлик алмашгиннинг гидравлик қаршилиги сабаб бўлади.

13.6-расмда ЦНИДИ да яратилган камерали трактор дизелининг иш кўрсаткичларига оралиқ совитишнинг таъсири таъсирланган. Кўриниб турибдики, номинал режимда ҳаво ҳароратининг 37° га пасайиши қувват ўшандайлигича қолгани ҳолда ёнилғи сарфи 4% га яхшиланишини таъминлайди. Дизель қисман юкланиш билан ишлаганда ушбу омил кучсизроқ таъсир кўрсатади. 13.7-расмда p_k ўзгармас бўлганда автомобиль дизели иш кўрсаткичлари ва цикл характеристикаларининг янги заряд температурасига боғлиқлиги келтирилган. Расмдан кўринадики, t_k пасайганда p_e ва φ_i кўтарилар экан (цикллик ёнилғи миқдори ўзгармайди). Ҳаво ортиқлигининг кўпайиши ўз навбатида солиштирма ёнилғи сарфи камайишини таъминлайди. Айни чоғда t_k нинг пасайиши цикл динамикасининг ортишига (алангаланишнинг кечикиш даври φ_i узайишига, циклнинг энг юқори босими p_z ва $dp/d\varphi$ қийматининг зиёдалашувига) олиб келади.

13.5. ИЕД ИШ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИНГ ЎЗИГА ХОС ТОМОНЛАРИ

Босим остида киритиш усулининг қўлланилиши ИЕД нинг иш жараёнига таъсир кўрсатар экан, двигателларнинг иш кўрсаткичлари ва характеристикаларини сезиларли даражада ўзгартиради. У ёки бу кўрсаткичнинг ўзига хос томонлари, шунингдек уларнинг юкланиш ва айланиш частотаси бўйича ўзгариши қабул қилинган босим остида киритиш системаси ва унинг ростланишларига кўп жиҳатдан боғлиқдир. Бироқ, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД кўрсаткичлари ўзгаришининг қатор умумий қонуниятлари ҳам мавжуд.

Босим остида киритиш усули қўлланилганда двигатель деталларига тушадиган механик юкланишлар ортади, бу эса мос равишда элемент ва механизмлардаги ишқаланишга бўладиган исрофларнинг кўпайишига олиб келади. ИЕД деталларига тушадиган механик ва иссиқлик юкланишларининг ортиши ёрдамчи механизмлар (мой, сув ва ёнилғи насослари, вентиляторлар) қувватини оширишни тақозо этади, натижада ички исрофларнинг ана шу ташкил этувчиси зиёдалашади. Газ алмашинувидаги исрофлар ҳам ўзгаради. Юритмали компрессор билан жиҳозланган двигателларда кўпгина режимларда p_k нинг қиймати p_z дан катта бўлади, шу сабабли газ алмашинуви-

даги исрофлар манфий бўлиб, ишқаланишдаги ва ёрдамчи механизмларни юргизишдаги исрофларнинг кўпайишини компенсациялайди. Айни пайтда исрофларнинг янги ташкил этувчиси — компрессорни юргизишга иш сарфи пайдо бўлади. Агар қисман юкланишлар билан ишлаганда компрессор ўчириб қўйилмаса, уни юргизишга қувватнинг сарф бўлиши натижасида механик ва самарали ф. и. к. босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД лардагига қараганда камайиши мумкин.

Босим остида киритиш усулида турбина юзига келтирувчи акс босим газ алмашинувидаги исрофларнинг ортишига сабаб бўлади. Бу исрофлар тезкор двигателлардаги жами исрофларнинг 25% идан ортиб кетиши мумкин. Исрофларнинг камайиши компрессорнинг ф. и. к. ортишига шароит яратди, бу эса босим остида киритиш усули қўлланилган агрегатларни яратишдаги ва уларни двигателнинг сарфлаш характеристикаларига мослаб танлашдаги асосий вазифалардан биридир. Аммо ИЁД даги $p_{газ}$ нинг қиймаглари белгилловчи газ алмашинувининг умумий энергетик баланси фақат компрессорнинг ф. и. к. га эмас, балки турбинанинг ф. и. к. ва турбига (импульсли ёки ўзгармас босимли) двигателнинг киритиш ҳамда чиқариш системаларидаги исрофлар миқдорига ҳам боғлиқ.

Қатор ҳолларда, асосан, катта юкланиш ва юқори айланиш частоталарида ишлаганда, босим остида киритишдаги p_x газларнинг чиқишига бўладиган акс босимдан ортиқ бўлади ва газ алмашинувидаги исрофлар манфий ишорага эга бўлиб, юритмали компрессори бўлган ИЁД да бўлгани каби, ишқаланишдаги исрофларнинг кўпайишини бирмунча компенсациялайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда ички исрофларнинг умумий миқдори босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД лардагига қараганда анча кўп бўлади. Одатда, босим остида киритиш натижасида p_i нинг катта юкланишларда ортиши p_m нинг катталашидан кўпроқ бўлади, шу сабабли η_m босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД лардагига қараганда 4 — 6% каттароқ бўлади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД циклида иссиқликдан яхшироқ фойдаланишга эришиш мазкур усул қўлланилмаган ИЁД ларга қараганда қийинроқдир. Дизелларда бу масала шу билан мураккаблашадигани, бунда цикл давомида узатиладиган ёнилгини кўпроқ миқдорда ўша ҳажмда ва ўша вақтнинг ўзида (айланиш частотасини ўзгармас деб қабул қилган ҳолда) аралаштириш ва унинг мумкин қадар ЮЧН га яқинроқда ёнишини таъминлаш керак бўлади. Бу масалани назарий жиҳатдан ҳал этиш мумкин, чунки янги заряднинг ҳаракат энергияси ҳавонинг зичлигига мутаносиб тарзда ортиб боради, камерадан ҳарорат ва босим кўтарилиши натижасида эса ёниш шароити яхшиланади. p_z ва T_z ни пасайтиришга интилиш эса амалда пуракшни илгарилатиш бурчагини энг мақбул қийматидан катталаштиришга ҳамда ёнилги бериш даврини узайтиришга мажбур қилади. Бу ҳол аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг мукаммал эмаслиги билан қўшилиб, ёниш жараёнининг чўзилиб кетишига ва индикатор ф. и. к. нинг камайишига сабаб бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилганда иссиқликнинг деворларга ўтиб

кетиб исроф бўлиши ва тўлиқ юкланиш билан ишлаганда α нинг одатдагича катталашиши эвазига иссиқликдан фойдаланишда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД дагига нисбатан бирмунча ютуққа эришиш мумкин. Ана шу барча омиллар ҳисобга олинадиган бўлса, босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларда тўлиқ юкланишлар режимида индикатор ф. и. к. мазкур усул қўлланилмаган ИЕД ларнинг индикатор ф. и. к. билан бир хил, кўпинча эса бирмунча кам бўлади.

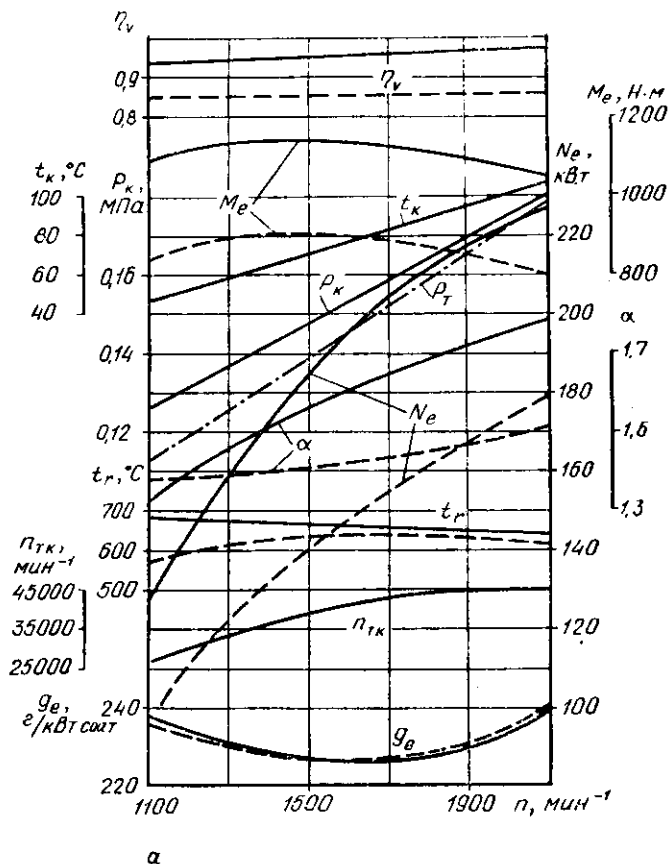
Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда тайёр ҳолдаги иш аралашмалари қўлланилади. Босим ва ҳарорат кўтарилиши билан бундай аралашмаларнинг ёниш тезлиги ортиб боради. Бироқ босим остида киритиш усули қўлланилганда детонация хавфи кучайиши сиқиш даражасини пасайтиришга (босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларда ишлатиладиган ёнилғилардан фойдаланилганда), илгарилатиш бурчагини кичрайтиришга, баъзан эса ишлатилган газларни рециркуляциялашдан фойдаланишга тўғри келади. Агар ёнишни ташкил қилишни ўзгартириш чоралари кўрилмаса, буларнинг ҳаммаси иссиқликдан фойдаланишнинг индикатор ф. и. к. ни ёмонлаштиради. Индикатор ва механик ф. и. к. ларининг биргаликдаги таъсири шунга олиб келадик, катта юкланишларда ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларнинг солиштирма ёнилғи сарфи босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД ларники билан бир хил бўлиб, муайян ҳолларда яхшилаши ёки ёмонлашиш томон оғади.

Транспорт машиналари ИЕД ларининг ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш мақсадида босим остида киритиш усулини қўллашда шундай мулоҳазадан келиб чиқадик, босим остида киритиш усули қўлланилган двигателнинг қуввати мазкур усул қўлланилмаган двигателники каби бўлиши ёки 10—20% юқори бўлиши керак; бу эса машинанинг динамик хусусиятларини яхшилаш учун зарурдир. Бунга босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД нинг ўлчамларини кичрайтириш орқали эришилади. Кичикроқ ўлчамли двигателларда қувватнинг ички исрофлари камроқ бўлади. Босим остида киритиш жадаллиги унча юқори бўлмаганда ($\pi_k = 1,6—1,7$ гача) бу исрофлар янада камаяди. Қисман юкланиш режимларида (транспорт машиналарининг ИЕД ларида бундай режим кўп учраб туради) механик ф. и. к. юқори бўлиши эвазига солиштирма ёнилғи сарфи камаяди, бу эса ёнилғи тежамкорлигини 4—8% оширади. Ушбу йўналиш бензинда ишлайдиган ИЕД лар учун аниқроқ самаралидир, чунки уларда аралашманинг дросселланишида индикатор ф. и. к. сезиларли даражада ёмонлашади.

Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларда ишлатилган газларни автоматик ёки бошқарилувчан қайта ўтказиш клапани ёрдамида турбинага киритмасдан атмосферага чиқариб юбориш йўли билан юкланишни ростилаш мумкин. Шу сабабли қувват эҳтиёжи берилган бўлганда кичик ўлчамли ИЕД лар дроссель-заслонка каттароқ очилганда ишлатилган газларнинг бир қисмини атмосферага чиқариб юбо-

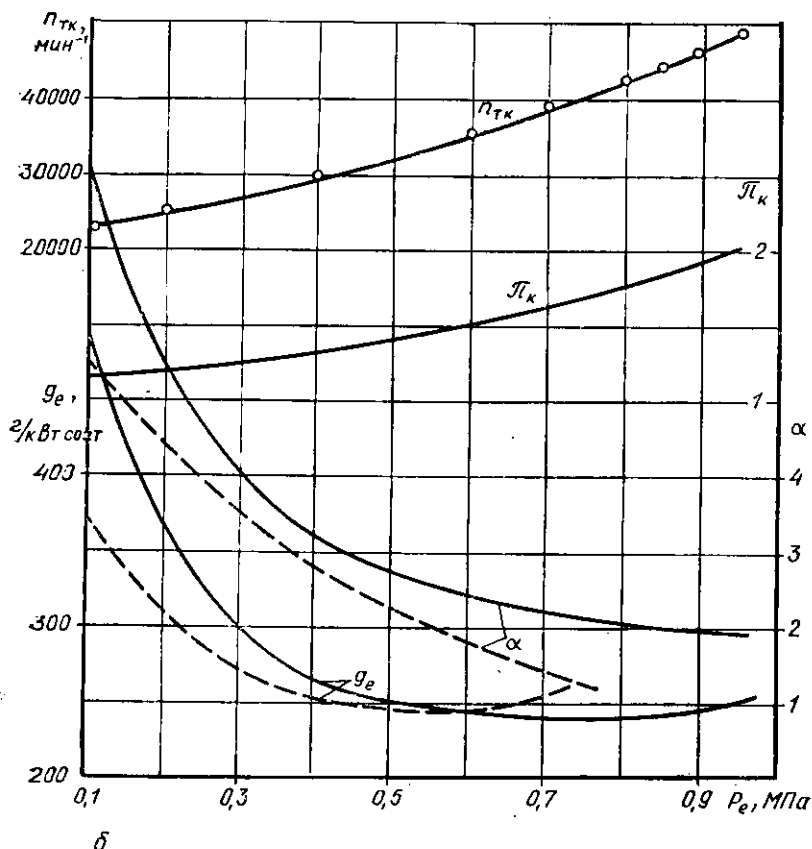
риш билан, яъни каттароқ индикатор ф.и.к. билан ишлай олади. Бу ҳолда ёнилғи босим остида киритиш усули қўлланилмаган катта ўлчамли двигателлардагига қараганда кўпроқ тежалади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларнинг тўлдириш коэффиценти юқори ҳароратли янги заряднинг нисбатан кам иссиши, киритишнинг сўнгги босқичида цилиндрни қўшимча зарядлашнинг жадаллашуви, шунингдек клапанларнинг бир йўла очиқ бўлиш фазаси кенгайиши ва ёниш камерасининг янги заряд билан шамоллатилиши ҳисобига анча юқори бўлади. Зарядни оралиқ совитишни қўллаш унинг зичлигини зиёдлаштиради ва цилиндрларни янги заряд билан масса бўйи-



13.8- расм. Бир хил ўлчамдаги босим остида киритил усули қўлланилмаган ва қўлланилган дизелларнинг характеристикаларини солиштириш:

a — ташқи тезлик характеристикаси; b — юкланиш характеристикаси;
 $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ (яхлит чизиқлар — босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД, узлукли чизиқ — мазкур усул қўлланилмаган ИЕД)



ча тўлдиришни оширади, аммо α нинг катталигида тўлдириш коэффициентини бирмунча камайтиради (13.7-расмга қаранг).

Дизелларга босим остида ҳаво киритишда сиқиш жараёни охирида заряд ҳароратини кўтариш ва пуркашни илгарилатиш бурчагини энг мақбул қийматига нисбатан кичиклаштириш, айтиб ўтилганидек, иш жараёни раво кечишини таъминлайди. Бу ҳол ёнишда босимнинг кўтарилиш даражаси юқори бўлган дизелларда шовқин даражасини 1—2 дБА миқдорида камайтиришга ва бу билан уларнинг акустик хусусиятларини яхшилашга имкон беради.

Ёниш камерасида газ параметрлари қийматини ошириш ҳамда номинал юкланишда α нинг қийматини катталаштириш босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларнинг ишлатилган газларида тутун миқдорини, шунингдек чиқариб ташланадиган СО ва СН лар миқдорини мазкур усул қўлланилмаган дизеллардагига нисбатан камайтириш имконини беради. Ёниш ҳарорати кўтарилиши туфайли азот оксидлари чиқишининг кўпайишини ҳавони оралиқ совитиш йўли билан камайтириш мумкин.

13.8-расмда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ҳамда ростланмайдиган турбинали босим босим остида киритиш усули қўлланилган автомобиль дизелларининг иш кўрсаткичлари таққосланган (цилиндрнинг ўлчами ва ϵ иккала ИЕД учун бир хилдир.) Кўриниб турибдики, ташқи тезлик характеристикасига кўра (13.8-расм, а), $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ га тенг номинал режимда ҳавони ҳатто паст босим (0,18 МПа) билан киритишни қўллаш қувватнинг 29% ошишини таъминлар экан. Бунда тезлик режимларининг бутун кўламида ёнилғи тежамкорлиги босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларникидек қолган. Айни пайтда K_m 1,12 дан 1,07 гача камайди, K_c эса 0,69 дан 0,72 гача катталашди, яъни мазкур кўрсаткичлар ёмонлашди, бу эса ростланмайдиган турбинали босим остида киритиш усулига хосдир. Турбина олдида акс босимнинг кўтарилиши киритилаётган ҳавонинг босими $p = 1100 - 2100 \text{ мм}^{-1}$ га тенг оралиқда 0,126 дан 0,18 МПа гача кўтарилишини ҳамда турбокомпрессорнинг айланиш частотаси 1,67 барабар ортишини таъминлади. Ўз навбатида бунинг натижасида компрессордан кейин ҳавонинг ҳарорати жадал кўтарилиб борди.

Юкланиш характеристикаси бўйича ишлаганда (13.8-расм, б) ИЕД учун одатдаги ҳодиса ҳисобланган юкланиш ортиши билан ишлатилган газ параметрларининг зиёдлашуви ҳам p_k ва n_{mk} ларнинг ортишига олиб келди. Шу билан бирга қисман юкланиш билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлик даражаси юқори бўлишига қарамай g_e босим остида киритиш усули қўлланилган двигателда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД дагига нисбатан ёмонроқ бўлиб чиқди. Буни босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД да ички исрофлар кўпроқ бўлиши туфайли механик ϕ и. к. нинг тезроқ камайиши билан тушунтириш мумкин. Агар $p_e/p_{етак}$ нисбатлар бир хил бўлгандаги солиштирма ёнилғи сарфларини таққослайдиган бўлсак, турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД лар одатда тежамлироқ бўлишини кўраемиз. Ушбу ҳолдаги фарқ мазкур ИЕД фойдасига 3—6 г/кВт·соат ни ташкил этади.

13.6. УРТА ОСИЁ РЕГИОНИНING ЎЗИГА ХОС ШАРОИТИДА БОСИМ ОСТИДА КИРИТИШ УСУЛИ ҚЎЛЛАНИЛГАН ИЕД ЛАРНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ

Баланд тоғ шароити. 9-бобда айтиб ўтилганидек, денгиз сатҳидан баландлик ортиб бориши билан ИЕДнинг қуввати камайиб боради. Дизелларда ҳам, бензинда ишлайдиган ИЕДларда ҳам бунинг асосий сабаби атмосфера ҳавосининг зичлиги камайиши туфайли цилиндрларининг янги заряд билан масса бўйича тўлиш даражаси камайишидан иборатдир. Дизелларда денгиз сатҳидан унча баланд бўлмаган текисликлар шароити учун мўлжалланган ёнилғи аппаратларининг ростланишлари (масалан, цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорининг ростланиши) ўзгаришсиз қолдирилганда, денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан муқаррар равишда

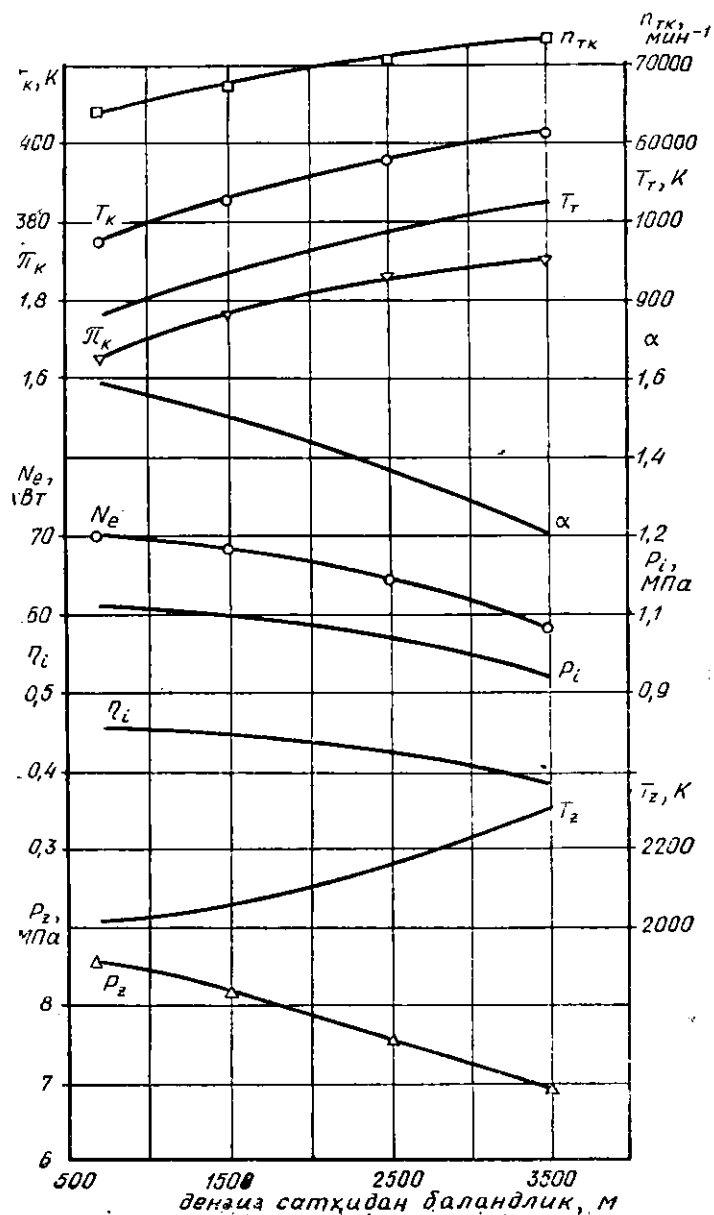
α камаяди. Бу эса ўз навбатида, циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашувини ҳамда p_e нинг пасайишини белгилаб беради. Ҳатто α кичиклашиши билан аралашма ҳосил бўлиши сезиларли даражада ёмонлашмаса ҳам, юқоридаги кўрсаткич барибир ёмонлашади.

Ички исрофлар қуввати биринчи яқинлашишда ўзгаришсиз қолгани учун η ва η_m нинг пасайиши оқибатида r_i камаяди ҳамда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар тоғ шаронтида ишлаганда улар кўрсаткичларининг турғунроқ бўлишини авваломбор номинал (тўлиқ) юкланиш билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлик коэффиценти каттароқ бўлиши билан тушунтириш мумкин. Бундан ташқари, босим остида киритиш системасининг ўзига хос томонлари ҳам таъсир кўрсатади.

Ростланмайдиган турбокомпрессорли босим остида киритиш системаси билан ускуналанган трактор дизелини денгиз сатҳидан турли баландликларда синаш натижалари 13.9-расмда кўрсатилган. Синовлар ёнилғини номинал узатишда ($G_e = \text{const}$, насос рейкаси — тиралиб туради) ўтказилган. Кўришиб турибдики, баландлик ортганда α узлуксиз камайиб боради. Индикатор диаграммаларининг таҳлили циклниинг энг юқори ҳарорати ва ёнишнинг (иссиқлик ажралиб чиқишининг) давом этиш вақти зиёдлашувини кўрсатади. Буларнинг ҳаммаси ишлатилган газларнинг ҳамда турбинага киришда газнинг ҳарорати кўтарилишига олиб келади. Газнинг ҳарорати кўтарилиши натижасида эса $n_{\text{тнк}}$ ва π_k катталашади. Босим остида киритиш даражасининг ортиши, атроф-муҳит ҳароратининг ўзгаришсиз қолишига қарамай T_k нинг кўтарилишига сабаб бўлади (атроф ҳавосининг ҳарорати таъсир қилмаслиги учун тажрибалар вақтида киритишда ҳавонинг ҳарорати ҳамма еақт 15°C даражада сақлаб турилган).

Шуни айтиб ўтиш керакки, π_k ортишига қарамасдан, денгиз сатҳидан баландлик ошиши билан p_0 нинг табиий пасайиши туфайли $p_k = p_0 \pi_k$ узлуксиз пасайиб борган. p_k нинг пасайиши ва айни вақтда T_k нинг кўтарилиши α нинг камайишини белгилаб берди. α нинг кичиклашиши ва ёнишда содир бўлиши мумкин бўлган бузилишлар туфайли p_i нинг пасайишини, бинобарин, тажрибалар $n = \text{const}$ да олиб борилгани учун мос равишда N_i ва N_e нинг ҳам камайишини белгилаб берди. Бунда бир соатлик ёнилғи сарфи ўзгаришсиз қолгани учун солишгирма ёнилғи сарфи N_e га тескари мутаносиб тарзда кўпайган.

Денгиз сатҳидан баландлик ортганда ростланмайдиган турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизель кўрсаткичларининг ёмонлашиш сабаблари мазкур усул қўлланилмаган ИЕД ларникига ўхшайди, аммо бу ҳолда босим остида киритиш даражаси ортиши натижасида қувватнинг камайиши ва ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашиш жадаллиги анча паст бўлади. Равшанки, номинал юкланишда ҳавонинг ортиқлиги қанча кўп бўлса, турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизелда ёнилғи тежалишининг ёмонлашуви ва қувватнинг камайиши шунча кичик бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларни турлича синашларда кўрсаткич-



13.9-рasm. Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган трактор дизелининг тоғ шаронтидаги кўрсаткичлари:

$$n = \text{const}, G_E = \text{const}, t_{\text{атр}} = 15^\circ \text{C}$$

ларининг ёмонлашуви жадаллиги орасидаги фарқни ана шу нарсa билан тушунтириш мумкин. Масалан, 9.15-расмга кўра, денгиз сатҳидан 1 км баландликда солиштирма ёнилғи сарфининг ўртача ёмонлашуви 2% ни ташкил этган, 13.9-расмга кўра эса 4,7% ни ташкил қилади. Кейинги ҳолда денгиз сатҳидан 3,5 км баландликда $\alpha = 1,2$ бўлади, бу эса мазкур дизелларда қўлланилган, ЦНИДИда яратилган камерада аралашма яхши ҳосил бўлишини таъминлаш учун мутлақо етарли эмас.

Дизелнинг юкланиши камайганда баландлик ортиши билан $n_{тк}$ нинг катталашини камайди, шу сабабли p_k ва α нинг пасайиши ортади. Шу билан бирга, қисман юкланишларда ҳаво ортиқлигининг кўп бўлиши баландлик ортиши билан ёнилғи тежамкорлигининг яққол ёмонлашувини камайтиради.

13.9-расмдан кўринишича, денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан турбинага киришда газнинг ҳарорати кўтарилади, бу эса турбина парраklarининг иши оғирлашганини билдиради. Бу ҳол босим остида киритиш агрегатининг ишончли ишлаши нуқтан назаридан чеклаб қўювчи омил бўлиб қолиши мумкин. Баландлик ортганда турбокомпрессор узатаётган ҳавонинг камайиши унинг иш режимини помпаж томон силжитади, натижада агрегат ва ИЕДнинг ўзи нотурғун ишлаши мумкин.

Босим остида ҳаво киритишнинг денгиз сатҳидан энг қулай баландликка мослаб ростлаш орқали дизелнинг иш кўрсаткичлари маълум даражада яхшиланишига эришиш мумкин. ИЕД ни пастроқ баландликда ишлатишда босим остида киритиш даражаси турбина ёки компрессорнинг ҳаво ўтадиган қисмининг геометриясини ўзгартириш йўли билан ёки бошқа усулларда (масалан, ишлатилган газларнинг бир қисмини турбинани четлаб ўтиб, атмосферага чиқариб юбориш орқали) камайтиради. Тоғ шаронтида турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизель кўрсаткичларини яхшилашнинг энг мақбул усули ҳавонинг ораллиқ совитиш ва баландлик ўзгарганда совитиш жадаллигини ростлаб туришдан иборат. Ушбу усул дизелнинг иш кўрсаткичларини яхшилашгагина имкон бериб қолмасдан, балки иссиқликдан зўриқини камайитиришга, шунингдек атроф ҳарорати кўтарилишининг салбий оқибатларини бартараф этишга ҳам имкон беради.

Юритмали компрессор ўрнатилган дизелнинг вали берилган частотада айланганда цилиндрларга ҳавонинг масса бўйича узатилиши атмосфера босимига мутаносиб бўлади. Бунда денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан α тахминан босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД дагидек ўзгаради. Баландлик ортиши билан кўрсаткичларининг босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЕД дагига қараганда бирмунча камроқ ўзгариши фақат номинал қувват билан ишлаганда ортиқча ҳавонинг кўпроқлиги билангина боғлиқ бўлиб, бу ҳол ҳатто α бироз камайганда ҳам, пуркалган ёнилғидан етарли

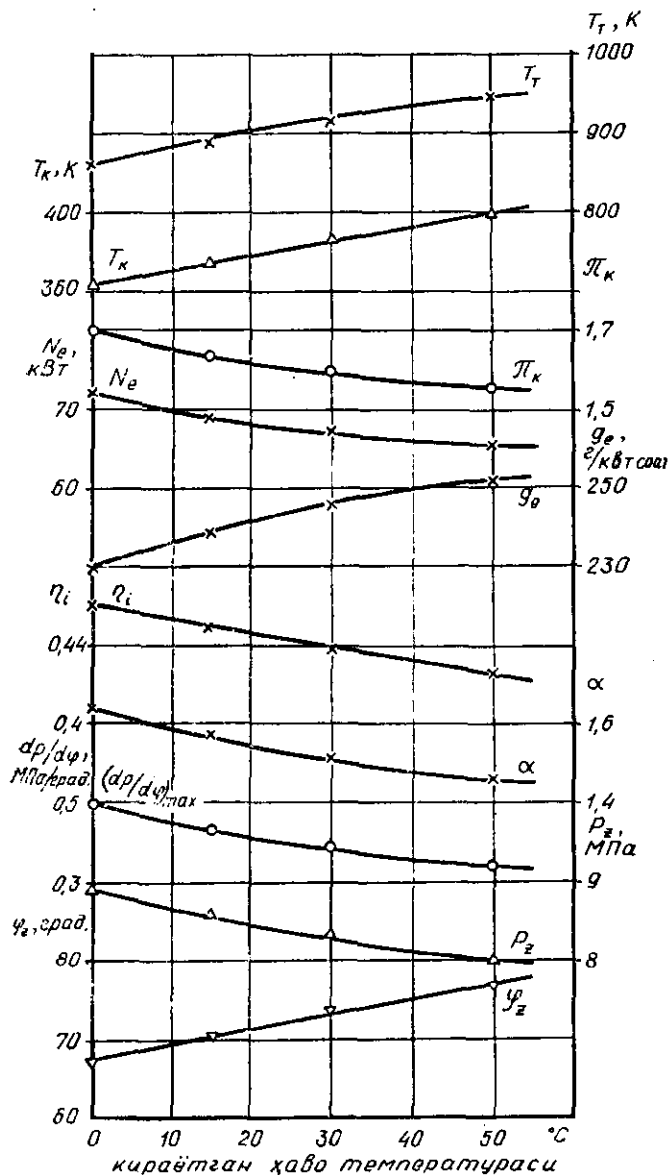
даражада тўлиқ фойдаланиш имконини беради. Шундай қилиб, тоғ шаронтида ишлаганда турбокомпрессор юритмали компрессорга нисбатан афзалликка эга бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизель кўрсаткичларининг атмосфера босимининг одатдаги ўзгаришларига нисбатан сезгирлиги хусусида ҳам шу гапни айтиш мумкин.

Босим остида киритиш усулининг ўзига хос томонлари тоғ шаронтида дизелнинг иш жараёнига ҳам маълум даражада таъсир кўрсатади. Масалан, айтиб ўтилган турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизелда ўтказилган тажрибаларда баландликка боғлиқ равишда p_0 нинг пасайиши оқибатида p_c нинг камайиши натижасида T_c бирмунча кўтарилади, бунга T_k нинг зиёдлашуви сабаб бўлади. Бу ҳол алангаланишнинг кечикиш даври φ_1 амалда ўзгармаслигини белгилаб беради. Бунинг натижасида $dp/d\varphi$ нисбат, тоғ шаронтида ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелнинг «қаттиқ» ишлаши ортишидан фарқ қилиб, ҳаминча деярли бир хилда сақланади (баландлик ортганда жуда оз миқдорда ўзгаради). Сиқиш охиридаги параметрларга ўхшаш, баландлик ортиши билан p_z пасайганда T_z кўтарилади.

Атроф ҳавосининг юқори ҳарорати. Атроф ҳавосининг ҳарорати кўтарилиши билан ИЕД иш кўрсаткичлари ёмонлашувининг асосий сабаби цилиндрнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши камайишидан иборат. Дизелларда бу аввало α нинг камайиб, мос равишда η ва η_c ларининг пасайишида намоён бўлади. Бу омил таъсирининг баландлик таъсиридан фарқи шундаки, мазкур омил дизелнинг иш жараёнига кучлироқ таъсир кўрсатади, бунда босим остида киритиш усули ҳам ўзига хос томонларини намоён қилади.

13.10-расмда атроф ҳавосининг ҳарорати 0 дан 50°C гача ўзгарганида трактор дизелини синашда олинган маълумотларни (13.9-расмга қаранг) ишлаш натижалари келтирилган ($p_0 = \text{const}$, $n = \text{const}$, насос рейкаси тиралиб туради). Киритишда атмосфера ҳавосининг зичлиги пастлиги туфайли α нинг кичиклашуви, денгиз сатҳидан баландлик ортганида бўлгани каби, T_c нинг кўтарилишига олиб келади. Аммо мазкур ҳолда бунинг натижасида турбокомпрессорнинг айланиш частотаси камаёди, бу эса p_k ва p_c нинг бирмунча (6%) пасайишига сабаб бўлади. $t_{\text{атр}}$ кўтарилганда N_e пасаяди ва g_e катталашади. Ана шу кўрсаткичлар ўзгаришининг ўртача суръати босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллардагидан бирмунча пастдир (9-бобга қаранг).

Дизелнинг ташқи иш кўрсаткичлари ўзгарганда иш жараёнининг параметрлари ҳам ўзгаради. Индикатор диаграммаларининг таҳлили $t_{\text{атр}}$ нинг кўтарилиши T_k нинг ҳам деярли шундай ўсишига сабаб бўлганини, бу эса ўз навбатида T_c нинг анчагина (150° гача) ортишига олиб келганини кўрсатди. Бунинг оқибатида алангаланишнинг кечикиш даври қисқарди ва $dp/d\varphi$ нинг қиймати деярли 1,5 барабар камаёди, бу эса босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллар учун ҳам одатдаги ҳодисадир. Газнинг циклдаги энг юқори температураси 100° гача ортди.



13.10-расм. Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизель иш кўрсаткичларига таъсиқи муҳит ҳароратининг таъсири;

$$n = \text{const}, G_e = \text{const}, h = 700 \text{ м}$$

Юритмали ҳайдагич билан жиҳозланган дизелларда $t_{\text{атр. нинг}}$ кўтарилиши p_k нинг сезиларли даражада ўзгаришига олиб келмайди ва шу сабабли π_k циклда босимлар даражаси турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД лардагидан юқори бўлади, бунда босим остида киритишнинг босилангич даражаси π_k нккала ҳолда ҳам бир хил бўлган. Иш жараёнининг га дизель кўрсаткичларининг қолган бошқа ўзгаришлари ўхшаш бўлиб, босим остида киритиш системасининг ўзига хос тсмонларига маълум даражада боғлиқдир.

14-БОБ. ИЁД НИНГ ИССИҚЛИК БАЛАНСИ ВА ДЕТАЛЛАРИНИНГ ИССИҚЛИКДАН ЗҲРИҚИШИ

14.1. ИССИҚЛИК БАЛАНСИ

Иссиқлик баланси (ёки ташқи иссиқлик баланси) ёнилғи билан кирадиган ва қуйи ёнилғи иссиқлиги бўйича ҳисобланадиган иссиқликнинг ИЁД дан чиқишидаги тақсимланишини кўрсатади. Иссиқлик баланси махсус тузилмалар билан ускуналанган синов қурилмалари ёрдамида олинади ва ҳисоблаш тажриба йўли билан аниқланади. Вақт бирлиги (с, соат) нчидаги иссиқликнинг абсолют миқдорлари асосида тузилган иссиқлик баланси совитиш, мойлаш, турбинали босим остида киритиш усулининг параметрларини ҳисоблаб топишга, шунингдек киритилган иссиқликдан фойдаланишнинг мавжуд имкониятларини аниқлашга имкон беради.

Одатда, иссиқлик баланси абсолют кўрсаткичларда қуйидаги кўринишда берилади:

$$Q_{\bar{e}} = Q_e + Q_{\text{сов}} + Q_{\text{газ}} + Q_{\text{ч.ё.}} + Q_m + Q_{\text{қол}} \quad (14.1)$$

бу ерда: $Q_{\bar{e}}$ — ёнилғи билан киритилган иссиқлик;

$Q_{\bar{e}} = G_{\bar{e}} H_u$ — суюқ ёнилғида ишлайдиган ИЁД учун;

$Q_{\bar{e}} = V_{\text{газ}} H_{\text{газ}}$ — газда ишлайдиган ИЁД учун;

Q_e — ИЁД нинг самарали ишлашига эквивалент бўлган иссиқлик: $Q_e = N_e \cdot 3600$;

$Q_{\text{сов}}$ — совитиш системаси олиб кетган иссиқлик:

$$Q_{\text{сов}} = [G_{\text{сов}} \cdot C_{\text{сов}} \cdot \Delta t_{\text{сов}}]$$

$G_{\text{сов}}$, $C_{\text{сов}}$, $\Delta t_{\text{сов}}$ — мос равишда совитиш суюқлигининг бир соатлик сарфи, иссиқлик сифими га иситиш (ҳаво билан совитишда ўзгармас босимдаги ҳавонинг ҳажм бўйича сарфи, унинг зичлиги ҳамда иссиқлик сифими аниқланади ва ҳисоблаш формуласига киритилади);

Q_m — мойлаш системасига сарфланган иссиқлик;

$Q_m = G_m \cdot C_m \cdot \Delta t_m$ — $Q_{\text{сов}}$ учун бўлган ўша таркибий қисмлар, аммо улар мойга тааллуқлидир;

$Q_{\text{газ}}$ — газлар билан атмосферага бериладиган иссиқлик, термодинамик муносабатга кўра:

$$Q_{\text{газ}} = G_{\text{г}} [M_2(\mu C_p) t_{\text{г}} - M_1(\mu C_p) t_0],$$

бу ерда: $G_{\text{г}} M_2(\mu C_p) t_{\text{г}}$ — ишлатилган газлар билан чиқиб кетадиган иссиқлик миқдори,

$G_{\text{г}} M_1(\mu C_p) t_0$ — ИЁД га янги заряд билан бирга киритиладиган иссиқлик миқдори (иссиқлик балансини олишда $Q_{\text{газ}}$ одатда иссиқлик алмашгич ёрдамида аниқланади, ишлатилган газлар иссиқлигини бу алмашгичда айланиб юривчи суюқликка беради, суюқлик сарфини ва унинг иссиқлик алмашгичда иссиқ даражасини ўлчаб, ишлатилган газларга берилган иссиқлигини $Q_{\text{св}}$ учун мўлжалланган формула бўйича топилади);

$Q_{\text{ч.ё.}}$ — ёнилги химиявий ва физик жиҳатдан чала ёниши оқибатида йўқоладиган иссиқлик.

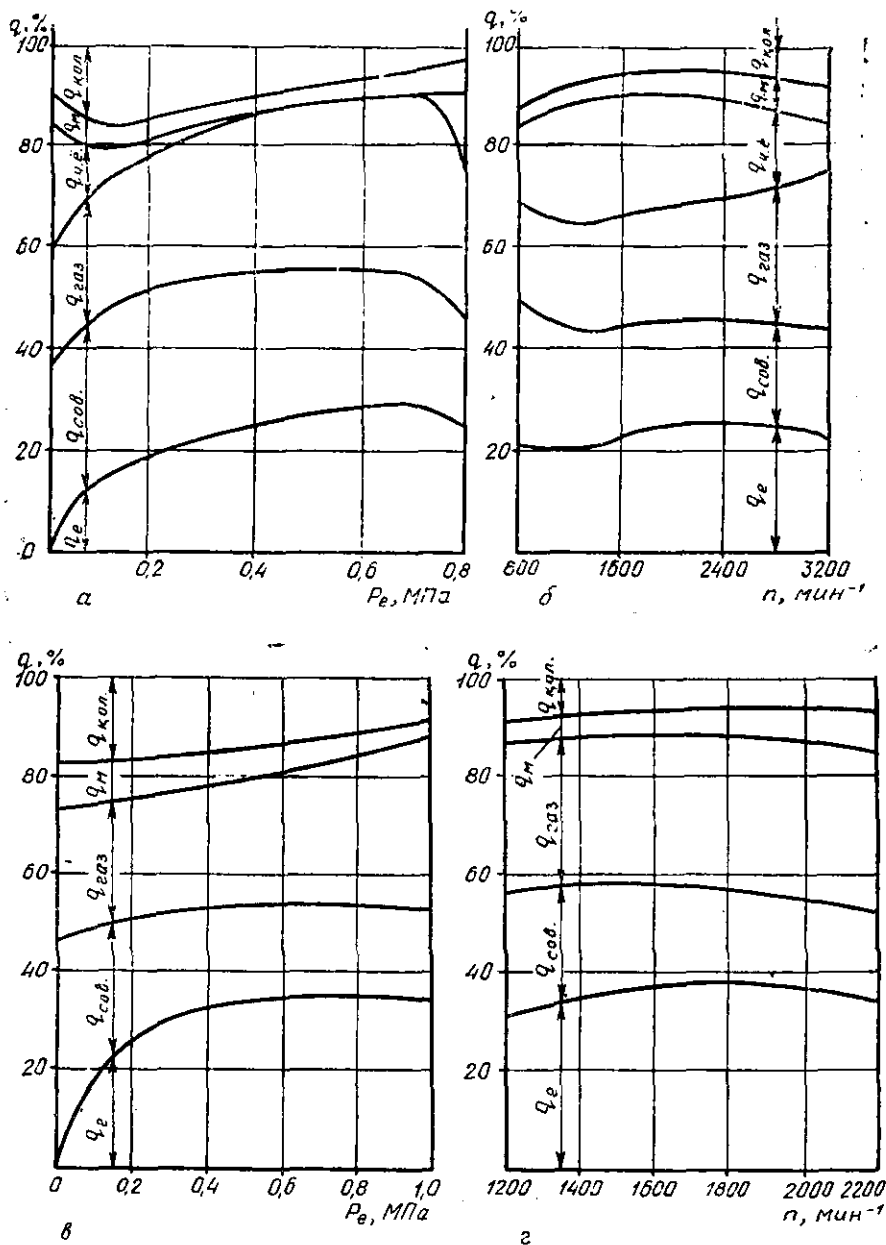
$\alpha < 1$ бўлганда (бензинда ишлайдиган ИЁД ларда) $Q_{\text{ч.ё.}} = \Delta H_{\text{ухим}} G_{\text{г}}$ бўлади, бу ерда: $\Delta H_{\text{ухим}}$ — ёнилгининг қуйи ёниш иссиқлиги бўлиб, (3.56) формуладан ҳисоблаб топилади.

$\alpha \geq 1$ бўлганда $Q_{\text{ч.ё.}}$ алоҳида ҳисоблаб топилмайди ва қолдиқ ҳад $Q_{\text{қол}}$ билан ҳисобга олинади ($Q_{\text{қол}}$ — қолдиқ ҳад бўлиб, у иссиқлик балансининг барча ҳисобга олинмаган ташкил этувчиларини, шунингдек ўлчашдаги хатоларни ўз ичига олади). У деворлар орқали йўқотилган иссиқликдан ҳамда $Q_{\text{св}}$ ва $Q_{\text{м}}$ да ҳисобга олинмаган ишлатилган газларнинг кинетик энергиясидан, шунингдек баъзи агрегатларни юргизишга сарфланган ва иссиқлик балансининг бошқа ташкил этувчилари билан ҳисобга олинмаган энергиядан иборат бўлади. $Q_{\text{қол}}$ махсус тарзда аниқланмайди ҳамда (14.1) формуласининг чап ва ўнг қисмларининг тенглаштирувчи таркибий қисмдан иборат бўлади.

Кўп ҳолларда (турли хил ва моделдаги ИЁД да иссиқликдан фойдаланиш даражасининг мукамаллигини таққослашда, ИЁД иш режими ёки фойдаланиш шароитининг иссиқлик тақсимланишига таъсирини таҳлил қилишда ва ҳоказо) иссиқлик баланси улуш ёки фойда берилади ва барча ташкил этувчилар $Q_{\text{г}}$ га бўлинади:

$$1 = q_e + q_{\text{сов}} + q_{\text{газ}} + q_{\text{ч.ё.}} + q_{\text{м}} + q_{\text{қол}}. \quad (14.2)$$

$q_e = \eta_e$ эканлигига ишони ҳосил қилиш қийин эмас. Иссиқликнинг иссиқлик баланси ташкил этувчилари бўйича тақсимланиши ИЁД нинг иш режимига ва ундан фойдаланиш шароитига қараб ўзгаради. 14.1-расмда бензинда ишлайдиган ИЁД (14.1-расм, а, б) ва босим остида киритиш усули қўлланилган дизелда (14.1-расм, в, г) иссиқлик баланси структурасининг ташқи тезлик (14.1-расм, б, г) ва юкланиш (14.1-расм, а, в) характеристикалари бўйича ўзгариши кўрсатилган. Одатда, айланиш частотаси катталашини билан цикл давомида газнинг деворларга тегиш вақти қисқариши оқибатида иш жисмининг ҳарорати кўтарилишига қарамай $q_{\text{сов}}$ нинг қиймати кичикланади. Мас рачишда, ишлатилган газлар билан бирга атмосферага чиқиб кетувчи ($q_{\text{газ}}$) иссиқлик улуши ортади. Бу ҳол босим



14.1-расм. Иссиқлик баланси ташкил этувчиларининг иш режими бўйича ўзгариши

а — бензинли ИЭД нинг юкланиш характеристикасида; б — худди шу двигатель учун ташқи тезлик характеристикасида; в — босим остида киритиш усули қўлланилган трактор дизелининг юкланиш характеристикасида; г — худди шу двигатель учун ташқи тезлик характеристикасида

Остида киритиш усули қўлланилганда ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланишнинг яширин имкониятларини кенгайтиради. Юкланиш характеристикаси бўйича юкланиш ортиши билан иссиқликнинг фойдали ишга айланувчи улуши кўпаяди. Ёнилғи билан бирга кирувчи энергиянинг зидлашуви ва циклда газ ҳароратининг кўтарилишига мос равишда, дизелларда эса ёнилғи жараёнининг чўзилиб кетиши туфайли $q_{газ}$ ҳам ортади.

Бензинда ишлайдиган двигателларни кичик ва катта юкланишларда ишлатишда қуюқлашган аралашмалардан фойдаланилади. Шунга кўра, ёнилғи жараёни ёмонлашуви туфайли $q_{ч.к.}$ ҳали пайдо бўлиб, у ИЕД салт ишлаганда 35—40% ва бундан ҳам ортиқни ташкил этиши мумкин. Худди мана шу сабабга кўра, ташқи тезлик характеристикаси бўйича (14.1-расм, б) $q_{ч.к.}$ 7—24% га етади ва аралашма ҳосил бўлиши ва унинг цилиндрларга тақсимланиши ёмонлашуви туфайли паст айланиш частоталарида катталашади. Бу ҳол тўлиқ қувват ҳосил қилиш учун аралашмани қуюқлаштиришни тақозо этади.

Ҳатто биргина ИЕД нинг иш шароитида ёнилғи билан киритилган иссиқликнинг тақсимланиши сезиларли даражада ўзгариши мумкин. Масалан, ёнилғи камераси дессрларини сўхта босиши, суюқлик билан совитиш системаси нисфода тош (накипь) пайдо бўлиши, ҳаво билан совитиш системасининг қосирғалари орасидаги бўшлиқларни чанг босиши ва бoshқа нарсалар билан ифлосланиши, радиатордаги йўлларга нарсалар тикилиб қолиши, вентилатор тасмасининг бўшашиб қолиши ва унинг шатакисраши иссиқ юзлардан иссиқлик олиш жадаллигини сусайтиради. Бу таъсир $q_{св}$ нинг камайиши ва $p_{газ}$ нинг катталашishiда намоён бўлади. ИЕД нинг иссиқлик ҳолати бузилиши натижасида цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши ва ИЕД нинг қуввати камайиши мумкин, бу эса $q_e = \eta_e$ нинг камайишига олиб келади. Иссиқлик оқимлари тақсимланиши ўзгаришининг асосий хавфи эса шундан иборатки, бунда деталларнинг, шу жумладан, катта юкланиш тушадиган деталларнинг ҳарорати кўтарилади, бу эса уларнинг ўта қизишига ва узел ёки двигателнинг ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.

Атроф ҳавоси ҳароратининг ёки қуёш радиациясининг ортиши билан (бу эса Ўрта Осиё регионини учун ҳосил) двигателдан атроф-муҳитга, шу жумладан, суюқлик билан совитиш системаси радиаторида ҳам, иссиқлик тарқалиши қийинлашсади. Натижада $q_{св}$ камаяди, $q_{газ}$ ортади ва ИЕД ҳаддан ташқари қизиб кетади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда бунда кўп ҳолларда ёнувчи аралашма ўта қуюқлашади (9-бсбга қаранг) ва ташқи тезлик характеристикаси бўйича, шунингдек кичик юкланиш режимларида ишлаганда $q_{ч.к.}$ ортади ва q_e камаяди.

Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши оқибатида дизелларда α кичиклашади, бу эса иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашуви ва q_e нинг камайишига олиб келади. Бу ҳодиса катта юкланишларда, яъни салбий таъсир натижасида аралашма ҳосил бўлиши ҳам ёмонлашадиган ҳолларда айниқса сезиларли бўлади. Баланд тоғ шароитида ишлаганда атмосфера ҳавосининг зичлиги камаяди, бу эса

бошқа шаронглар ўзгармагани ҳолда, иссиқликнинг атроф-муҳитга тарқалиши ёмонлашишига, яъни $q_{сов}$ нинг камайиши ва $q_{газ}$ нинг ортишига сабаб бўлади. Бунга сувнинг қайнаш ҳарорати пасайиши ҳам қўшимча қилиш керак. Бунинг натижасида суюқлик билан совитиш системаси очиқ қилиб ишланган бўлса, иссиқлик олиш жараёни батамом бузилади. Юқори ҳароратда қайнайдиган суюқликларни қўллаш орқали бу муаммони ҳал этиш мумкин, аммо бунда ИЁД дан иссиқлик олиш жадаллиги сув билан совитишдагига нисбатан 5—8% сусаяди.

Бензинда ишлайдиган ИЁД лар баланд тоғ шаронтида ишлаганда уларда одатда аралашма ҳаддан ташқари қуюқлашиб, бунинг оқибатида $q_{ч.в.}$ ортади ва $q_e = \eta_e$ кичиклашади. Дизелларда α нинг кичиклашуви (9-бобга қараиш) циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашуви, бинобарин, q_e нинг камайиб, $q_{газ}$ нинг янада катталашушига олиб боради.

Шуни назарда тутиш керакки, N_e нинг ҳар қандай сабабга кўра (ҳавонинг ҳарорати юқорилиги, тоғ шаронти ва ҳоказо) пасайиши η_m нинг камайиши билан кечеди ва иссиқликнинг фойдали ишга айланивчи улуши камайишига сабаб бўлувчи қўшимча омил ҳисобланади.

ИЁД конструкциясининг ўзига хос томонлари ҳам иссиқлик баланси таркибий қисмларининг нисбатига таъсир кўрсатади. Хусусан, босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда иш жисмидан деворларга ўтадиган нисбий иссиқлик миқдори камаяди, бу эса $q_{сов}$ нинг камайиши ва $q_{газ}$ нинг катталашушига сабаб бўлади. Газ-турбинали босим остида киритиш усулида ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланилиши натижасида $q_{газ}$ кичиклашади. Шу сабабли, босим остида киритиш усулининг турига қараб, $q_{газ}$ босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателлардагига нисбатан кичик ҳам, катта ҳам бўлиши мумкин.

Ҳаво билан совитиладиган ИЁД ларда, одатда, иссиқлик бериш коэффициенти кичикроқлиги сабабли камера деворларидан атрофга иссиқлик ўтиш жадаллиги пастроқ бўлади, шунга кўра $q_{сов}$ нинг қийматлари суюқлик билан совитишдагидан кичик бўлади. Бу ҳодиса суюқлик билан совитиладиган ИЁД лар сув ўрнига антифриз билан совитишга ўтказилганда ҳам кузатилади. Мас равишда $q_{газ}$ катталашади.

Ҳаво билан совитиладиган ва босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда q_m нинг қийматлари босим остида киритиш усули қўлланилмаган, суюқлик билан совитиладиган ИЁД лардагига қараганда катта бўлади, чунки суюқлик билан совитиладиган ИЁД нинг камерасида ажраладиган иссиқликнинг бир қисми поршень ва цилиндрлардан мойлар билан олиб кетилади.

14.1-жадвалдан кўриниб турибдики, фойдали ишга айланадиган иссиқлик ИЁД га ёнилган билан киритилган жами иссиқликнинг 22—45% ини (иш режимларида) ташкил этади. Иссиқликнинг қолган қисми исроф бўлади. Аммо кўп ҳолларда ундан қўшимча мақсадларда фойдаланиш мумкин.

Турли ИЁД ларда ажралиб чиқувчи иссиқликнинг тақсимланиши,
% ҳисобида

Ички ёнув двигателлари	η_e	$\eta_{сов}$	$\eta_{газ}$	$\eta_{чө}$	$\eta_{мой}$	$\eta_{қол}$
Учқундан ўт олдирилган ИЁД	22—33	15—30	30—50	0—40	3—8	3—8
Наддувсиз дизеллар	30—43	15—30	25—45	0—5	2—5	2—5
Наддувли дизеллар	30—45	10—25	25—40	0—5	3—8	2—5

$q_{сов}$ ташкил этувчи [(14.2) тенглама] ИЁД деталларини кўзда тутилган иссиқлик ҳолатида тутиб туриш учун улардан олиб кетиладиган иссиқликни йфодалайди. У мумкин қадар кам бўлиши ва айни пайтда узел ҳамда механизмларнинг ишончли ишлашини, деталларнинг узоқ муддат хизмат қилишини, мойнинг иш хусусиятлари сақланишини, двигателнинг иқтисодий ва энергетик кўрсаткичлари энг мақбул даражада бўлишини таъминлаш учун етарли миқдорда бўлиши зарур. Автомобиль ва бошқа турдаги транспорт машиналарида $q_{сов}$ дан салон ва кабинани иситиш учун, учқундан ўт олдирилладиган ИЁД ларда эса ёнувчи аралашманинг суюқ фракциялари буғланишини осонлаштириш учун фойдаланилади.

$q_{газ}$ ташкил этувчи совуқ манба (атмосфера) га термодинамиканинг II қонуни бўйича бериладиган иссиқликдир. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда ишлатилган газлар иссиқлигининг бир қисмидан компрессорни юргизиш учун, учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларда эса суюқ пардани ёки суюқ зарраларни бартараф этиш мақсадида янги аралашмани иситиш учун, шунингдек газ ёнилғили таъминлаш системаси элементларининг ҳароратини кўтариш учун фойдаланилади. Йилнинг совуқ мавсумида $q_{газ}$ дан технологик мақсадларда (ташиладиган қовушоқ ёки иш суюқликларни, эритмалар, аралашмалар, бетон ва ҳоказоларни иситиш учун) фойдаланилади.

q_m таркибий қисм ИЁД узеллари, механизмлари ва агрегатларининг иш жараёнида ўзаро ҳаракатланишида юкланган деталлар ишқаланиши туфайли ажралувчи иссиқликни ўз ичига олади. Кўп ҳолларда мойлаш системасининг вазифасига ёниш камерасида иссиқлик ажралиши натижасида қизийдиган деталлар (поршенлар, ҳалқалар, клапанлар, цилиндрлар деворлари ва ҳоказо) ни совитиш ҳам киради. Иссиқлик режими юқори бўлган, яъни босим остида киритиш усули қўлланилган, номинал тезлик режими юқори бўлган, ҳаво билан совитиладиган ИЁД ларда ана шундай бўлади.

14.2. ДЕТАЛЛАРНИНГ ИССИҚЛИКДАН ЗУРИҚИШИ

Двигатель ишлаётганида ёниш камерасида ажралиб чиқаётган иссиқликнинг бир қисми иссиқлик алмашинуви ҳисобига деталларга ўтиб уларни қиздиради. Бунга ишқаланиш ишининг иссиқликка айланиши ва атроф-муҳитнинг таъсири эвазига ИЕД қисмларининг ҳарорати кўтарилиши ҳам қўшилилади. ИЕДнинг литравий қувватини ошириш, солиштирма массасини камайтириш ҳамда ташқи ўлчамларини кичрайтиш ва бошқа мақсадларда двигателни энергетик кўрсаткичлар бўйича кучайтиришга доимо интилиш муқаррар равишда вақт бўйича иссиқлик киритиш тезлигининг ёки иссиқлик оқими қувватининг ортишига олиб келади, бунинг оқибатида деталларнинг қизиши кучаяди ва улардан иссиқликнинг олиб кетилиши қийинлашади, уларнинг ишлаш шаронти оғирлашади. Бу ҳол юқори механик юкланишлар билан қўшилиб, деталларнинг зўриқиб ишлашини оширади ва уларнинг яхши ишлаши бузилишига, ишламай қолишига, ИЕД деталлари, узеллари ҳамда механизмларининг ишончли ишлаши пасайишига ва хизмат муддати қисқаришига олиб келиши мумкин.

Ёниш камерасини қуршаб турган деталлар: ҳалқаларни билан биргаликда поршень, цилиндрлар устёпмасининг ёниш камерасига қараган девори (устёпманинг олов ёнадиган туби), чиқариш клапани ва унинг уяси, цилиндр (ёки гильза)нинг юқориги қисми энг оғир шаронтда ишлайди. Уларнинг иссиқлик юкланиши энг юқори ва механик юкланиши жуда катта бўлади. Айнан шу деталларнинг бузилмасдан ва узоқ вақт ишлаши ИЕДнинг жонз энг катта қувватини белгилайди.

Иссиқлик юкланишлари иссиқлик оқимининг зичлиги $q = Q/F$ билан ифодаланади (бу ерда: Q — иссиқлик оқимининг қуввати, Вт (кВт); F — иссиқлик оқими узатиладиган сиртнинг юзи, m^2). Агар иссиқлик оқими фазо бўйича бир жинсли ва вақт бўйича ўзгармас бўлса, у ҳолда деталнинг барқарорлашган ҳарорати даражаси, бошқа шаронтлар ўзгармас бўлганда, оқим зичлиги билан аниқланади. Шу сабабли иш жараёнидаги иш ҳароратлари қийматларидан ёки деталь ҳароратларининг мажмуи (ҳарорат майдони)дан кўп ҳолларда деталнинг иссиқлик билан юкланганлик характеристикасини аниқлаш учун фойдаланилади.

Деталь ҳароратининг кўтарилиши материалининг механик мустаҳкамлиги, яъни унинг қўйилган юкланишга қаршилик кўрсатиш лаёқатлиги пасайишига олиб келади. Лекин шу билан бирга, бунда агар деталь барча йўналишларда эркин кенгай олмаса, ҳеч қандай термик зўриқишлар пайдо бўлмайди. Агар кўриб чиқиладиган деталь унинг кенгайишини чеклаб турувчи бошқа бир деталга туташган бўлса, иссиқлик оқимининг таъсири кўзда тутилган технологик ўтқазишни бузиш ва қўшимча ўзаро босимни, яъни механик зўриқишларни келтириб чиқариши мумкин.

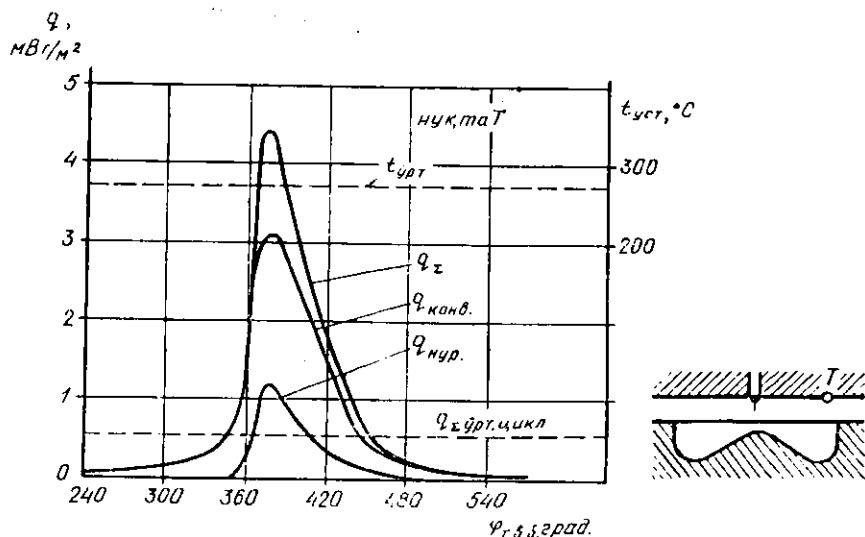
Агар жуфт деталлар тирқишида мой қатлами бўлган қўзғалувчан бирикмани ҳосил қилса, у ҳолда ҳароратнинг кўтарилиши мой пардасининг қовушоқлиги ва мойлаш хусусияти пасайишига олиб келади, бу эса, ўз навбатида, юкланиш таъсирида мой пардасининг бузилишига, чегаравий ишқаланиш юзага келишига, сиртларининг ейилиши тезлашишига ҳамда ишқаланиш иши иссиқликка айланиши ҳисобига узелнинг қизиши тезлашишига сабаб бўлиши мумкин. Юқори ҳароратларда мой оксидланиши, локлар, смолалар ёки сўхта пайдо бўлиши, деталнинг ҳаракатчанлиги йўқолиши ва узелнинг иши бутунлай бузилиши мумкин.

Ёниш камерасини қуршаб турган деталлар ишининг мураккаблиги шундан иборатки, улар томон йўналган иссиқлик оқимлари вақт бўйича кескин ўзгариб туради, даврий (циклик) тарзга эга ва деталлар сирти бўйича нотекис тақсимланади. Иссиқлик оқимларининг вақт бўйича доимиймаслиги шунга олиб келадикки, деталлар ҳарорати ҳатто цикл мобайнида ҳам турғун бўлмайди. Деталь сиртки қатламининг ҳарорати энг кўп даражада ўзгариб туради ва шунга кўра бу ерда иссиқликдан кенгайиш ҳам энг юқори даражада бўлади. Деталнинг ички қатламларига кириб борган сари ҳароратнинг даврий ўзгариши тобора камайиб боради.

Сиртдан энг узоқдаги қатламда деярли ўзгармайдиган ҳарорат мавжуд бўлиши мумкин. У жами иссиқлик оқими билан аниқланади. Иссиқлик беришининг вақт бўйича бу тарзда ўзгариши деталларда иссиқликдан зўриқишни келтириб чиқаради, чунки деталнинг ҳар бир қатлами ўзига хос бўлган ҳароратга мувофиқ тарзда кенгайишга интилади, ҳолбуки қўшни қатламлар билан ички структура боғланишлари қатламларнинг ўлчамлари ўзгаришига тўсқинлик қилади. Деталь ҳароратининг чуқурлик (деталь сиртидан ҳисоблаганда) бўйича ўзгариш қонуниятини ИЕДнинг иш режимига боғлиқ бўлади ва айланиш частотаси ортиши билан кескинроқ бўлиб боради. У деталь материалига ва металлларнинг иссиқлик ўтказувчанлигига ҳам боғлиқ бўлади.

14.2-расмда тўрт тактли дизелнинг цилиндрлар устёпмасидаги олов ёнадиган туб сиртининг нуқталаридан бирида иссиқлик оқими зичлигининг тирсакли валининг бурилиш бурчаги бўйича ўзгариши кўрсатилган. Кириш тактида иссиқлик оқими унча катта бўлмайди ва янги заряд томон йўналган бўлади, чунки ёниш камераси деворининг ҳарорати газнинг ҳароратидан юқоридир. Сиқиш тактида газнинг ҳарорати кўртарилган борган сари иссиқлик деворларга ўта бошлайди. Сиқиш жараёни ичида деворларга ўтиб кетадиган иссиқликнинг умумий миқдори цикл мобайнида деворларга ўтиб кетган жами иссиқликнинг 1—2% (бензинда ишлайдиган ИЕДларда) ва дизелларда 5—8% ини ташкил этади.

Иссиқлик оқимининг катталиги газнинг ҳарорати билангина



14.2- расм. Дизель цилиндрлари устёпмаси орқали тарқалувчи иссиқлик оқими характеристикасининг тирсакли вал бурилиш бурчаги бўйича ўзгариши:

$$n = 1400 \text{ мин}^{-1}; p_k = 0.163 \text{ МПа}; \alpha = 1.98; p_e = 1.06 \text{ МПа}$$

эмас, балки унинг босими, таркиби ва камерада ҳаракатланиш тезлиги билан ҳам аниқланади. Бу кўрсаткичлар тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича кучли ўзгариб туради. Дизеллардаги ёниш диффузион табиатга эга бўлиб, алангада кўп миқдорда ёнувчи углерод зарралари мавжуд бўлиши билан ажралиб туради. Бу зарраларнинг иссиқлик тарқатиш жадаллиги юқори бўлади.

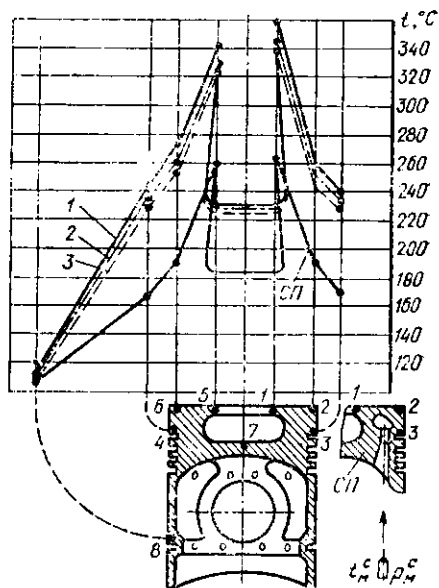
Бундан ташқари, аланганинг маҳаллий ҳароратлари ара-лашманинг берилган таркиби учун термодинамик мулоҳаза-ларга кўра ҳисоблаб топилган ўртача қийматлардан анча ортиқ бўлади. Шу сабабли иссиқлик оқимининг нур тарздаги ташкил этувчиси дизелларда бензинда ишлайдиган ИЕД ларга қара-ганда анча катта бўлади. Иссиқлик оқимининг энг юқори зич-лиги цикл давомидаги ўртача қийматидан бир неча ўн бара-вар юқоридир. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда ёниш ва кенгайиш даври давомида деворларга иссиқлик умумий миқдорининг 65—70%, дизелларда эса 70—90% қисми ўтиб кетади. Қолган қисми эса ишлатилган газлар билан чиқари-лади. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД лардаги иссиқликнинг бу қисми ишлатилган газлар ҳарорати юқорироқ бўлганидан дизеллардагидан 2—4 марта кўп бўлади. Иссиқлик оқимининг даврий тарзда ўзгариши металлнинг сиртқи қатламлари қизиб кетишига, зўриқишларнинг бир ерга тўпланишига, толиқишга мустаҳкамликнинг пасайишига сабаб бўлади ва деталларнинг

дарз кетишига олиб келиш мумкин.

Иссиқлик оқимининг деталлар сиртида нотекис тақсимланиши уларнинг иссиқликдан кенгайиши бир хилда эмаслиги билан боғлиқ бўлгани учун деталларнинг иссиқликдан зўриқишига сабаб бўлади. Иссиқлик беришнинг бу ўзига хос томони деталларнинг геометрик шакли ўзгаришига, уларнинг қийшайишига ва бошқа деформацияларга олиб келади, бу эса узеллардаги тугаш деталлар ишини қўши мча равишда бузади.

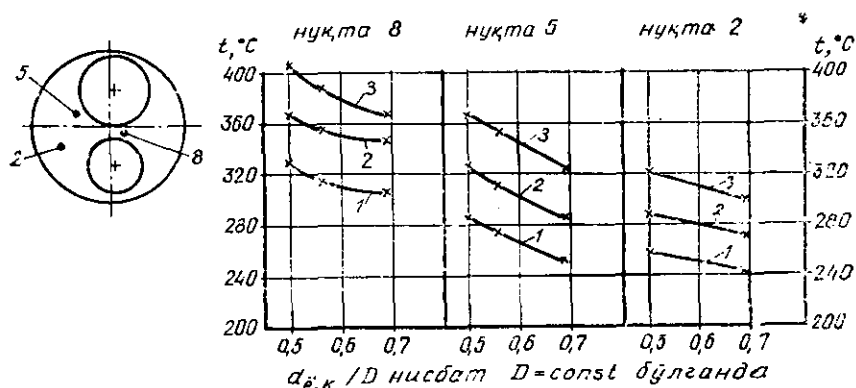
Иссиқлик оқимларининг сиртларда нотекис тақсимланиши ва шу туфайли юзага келувчи иссиқликдан зўриқишларнинг қиймати кўп жиҳатдан деталлар конструкциясининг ўзига хос томонлари, шунингдек ёниш камерасининг шакли ва жойлашуви билан боғлиқдир. Чунончи, ёниш камераси поршенда, айниқса, чуқур ва цилиндр ўқига нисбатан носимметрик тарзда жойлашган дизелларда (М-жараён, Д-жараён, ЦНИДИ камерси) поршень тубидаги ҳарорат майдони жуда хилма-хил бўлади, бунда камера бўғзининг иссиқ газ оқимлари тегиб ўтувчи қирралари яқинида энг юқори ҳарорат юзага келади (14.3-расм).

Поршендаги камеранинг диаметри кичрайтирилса, камерадан цилиндр устёпмасидаги олов ёнувчи тубга томон йўналган иссиқлик оқимининг зичлиги ортади, натижада девор сиртининг нотекис қизиши кучаяди, шунингдек иссиқликдан зўриқишлар ортади (14.4-расм). Графиклардан кўриниб турибдики, кичик диаметрли камера учун энг иссиқ нуқта (клапанлар орасидаги 8-нуқта) ҳарорати билан энг совуқ нуқта (ёниш камерасининг контуридан ташқаридаги, ammo цилиндр айланаси ичидаги 2-нуқта) ҳарорати ўртасидаги фарқ дизелнинг (6) иш режими учун 88°C ни, кенгроқ камера учун эса 67°C ни ташкил этар экан. Поршень тубидаги ва цилиндр устёпмасидаги иссиқлик оқимлари ҳамда ҳарорат майдонининг жуда хилма-хиллиги ажратилган камерали дизеллар, айниқса, ёрдамчи камераси



14.3- ЦНИДИ камерали дизель поршенининг температура майдони:

$n = 1250 \text{ мин}^{-1}$; $p_e = 0,85 \text{ МПа}$; $a - p_e = 0,142 \text{ МПа}$, $\alpha = 1,6$, $t_K = 95^{\circ}\text{C}$; $b - \alpha = 1,66$ (p_K нинг $0,178 \text{ МПа}$ гача кўтарилиши ҳисобига), $t_K = 118^{\circ}\text{C}$; $c - \alpha = 1,66$ (p_K нинг 58°C гача пасайиши ва p_K нинг $0,134 \text{ МПа}$ гача камайиши ҳисобига)



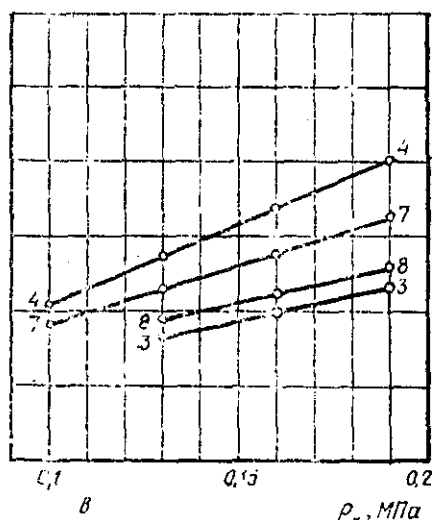
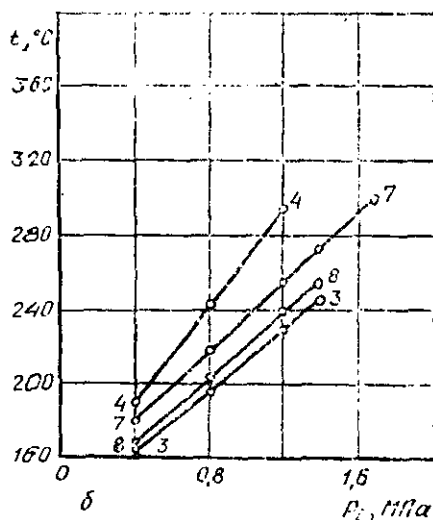
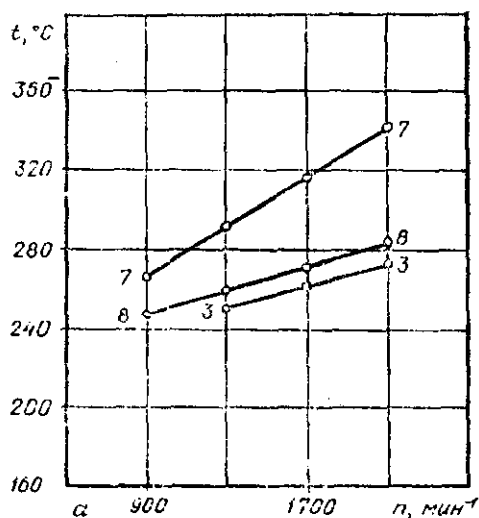
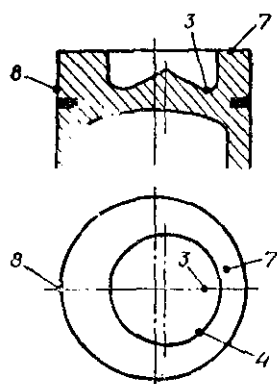
14.4- расм. $d_{с.к.}/D$ нисбатнинг дизель цилиндрлари устёпмаси температурасининг ўзгаришига таъсири:

1 — $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$, $p_i = 0,96 \text{ МПа}$, $\alpha = 1,62$; 2 — $n = 1300^{-1}$, $p_i = 1,09 \text{ МПа}$, $\alpha = 1,21$; 3 — $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$, $p_i = 1,08 \text{ МПа}$, $\alpha = 1,91$

(уюрмали камералар ва қўлгина олд камералар) ён томонда жойлашган дизеллар учун хосдир.

ИЕД ларни яратиш амалиёти ёниш камерасини қўришаб турган, энг кўп юкланиш тушадиган деталлар учун ҳароратларнинг жоиз чекли даражаларини ишлаб чиқди. Мазкур деталлар тўхтовсиз ва ишончли ишлашига доир талаблардан келиб чиқиладиган бўлинса, ушбу даражалар оширилмаслиги керак. Чўяндан ясалган цилиндр устёпмасидаги олов ёнадиган туб учун бу даража 350°C , алюминий қотишмасидан ясалгани учун 250°C , чўяндан ишланган поршень учун 550°C , алюминий қотишмасидан ясалгани учун $350\text{—}370^{\circ}\text{C}$, дизелнинг чиқариш клапани тарелкаси учун 600°C ва бензинда ишлайдиган ИЕД ники учун 850°C ни ташкил этади.

Қўлгина деталлар учун механик зўриқишлар ёки ҳарорат қўтарилиши туфайли материал механик хоссаларининг ёмонлашуви эмас, юқори ҳарорат даражаси билан боғлиқ бўлган омиллар чекловчи омил бўлиб ҳисобланади. Масалан, форсунка тўзиткичининг ёниш камерасига чиқиб турувчи тумшугининг ҳарорати $170\text{—}220^{\circ}\text{C}$ дан зиёд бўлмаслиги керак, акс ҳолда сопло тешиклари коксланиши натижасида ёнилғи пуркалиши ва аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилиши мумкин. Қатор конструкцияларда жоиз энг юқори ҳарорат корпуснинг прецизион йўналитувчисида беркитувчи игнанинг қадалиб қолиб форсунканинг иши буткул бузилиши мумкинлиги туфайли чекланган бўлади. Компрессион ҳалқа ва поршень ариқчасининг энг юқори иш ҳарорати $240\text{—}250^{\circ}\text{C}$ дан ошмаслиги зарур, акс ҳолда мойнинг коксланиши оқибатида ҳалқа ариқчада ҳаракатлана олмайдиган бўлиб қолиши ҳамда ушбу зичловчи узелнинг иши батамом издан чиқиши мумкин. Бундан ташқари, юқори ҳарорат таъсирида алюминий қотишмаси қаттиқлиги-



14.5- расм. Дизель иш параметрларининг поршень температурасига таъсири

нинг пасайиши поршень ариқчасидаги таянч текисликларнинг тез ейилишига сабаб бўлади.

Айтиб ўтилганидек, ИЕД деталларининг иссиқлик билан юкланишининг ортиши иссиқлик бериш тезлигининг зиёдлашуви ёки иссиқлик олинишининг секинлашуви билан боғлиқдир. 14.5- расмда босим остида киритиш усули қўлланилган дизелнинг қатор иш кўрсаткичлари поршень ҳароратига унинг тубидаги энг иссиқ нуқталаридан бирида ва юқориги зичловчи ҳалқа ариқчасида қандай таъсир кўрсатиши тасвирланган. Ай-

ланиш частотаси тезлик характеристикаси бўйича (14.5- расм, а) ортганда бир соатлик ёнилғи сарфи, яъни иссиқликни ИЕД га киритиш суръати зиёдалашади, ёниш жараёни жадаллашади, газнинг ҳарорати кўтарилади. Айни чоғда деталларнинг қизишига кетадиган вақт (бир цикл давомида) ва улардан иссиқлик олинишига кетадиган вақт қисқаради. Буларнинг ҳаммаси деталлар ва ИЕДнинг ҳарорати кўтарилишига олиб келади. Юкланиш ортиши билан поршень ҳароратининг кўтарилишини (14.5- расм, б; $n = \text{const}$) цикл давомида киритиладиган иссиқликнинг кўпайиши, ёнишнинг жадаллашуви билан, ёниш босқичи узайиши туфайли газнинг деворларга тегиб туриш вақтининг узайиши билан, шунингдек иш жисмининг таркиби ўзгариши билан (нур тарқатувчи уч атомли газлар улуши ва ҳосил бўлаётган қаттиқ углерод зарралари миқдори кўпайиб, улар ёнганда ўздан юқори жадалликдаги иссиқлик нури тарқатади) тушунтириш мумкин.

Юкланиш ИЕД деталларининг иссиқликдан зўриқишини белгилувчи асосий омил ҳисобланади. Босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ҳам (14.5- расм, в; $\alpha = \text{const}$, $n = \text{const}$) комплекс тарзда таъсир кўрсатади. Айнан мана шу — поршень ҳарорати кўтарилишининг асосий сабабидир. Бунга ҳаво зичлиги (камерадаги босим)нинг кўтарилиши ҳам келиб қўшилади, натижада деворлар билан иссиқлик алмашинуви янада жадаллашади. Агар босим остида киритиляётган ҳавонинг босими кўтарилганда циклик ёнилғи миқдори ёки ИЕДнинг қуввати ўзгаришсиз тутиб турилса, ҳавонинг ортиқлиги ортади, бу эса деталларнинг, шу жумладан, поршеннинг иссиқликдан зўриқиш даражасини камайтиради.

Бунинг яққол мисоли сифатида 14.3-расмда: а) $p_k = 0,141$ МПа ва $\alpha = 1,58$; б) $p_k = 0,178$ МПа ва $\alpha = 1,68$ бўлгандаги поршень ҳароратининг чиқиқлари келтирилган. Иккала ҳолда ҳам дизелнинг қуввати ўзгаришсиз қолган, p_k нинг кўтарилиши билан p_k нинг катталашуви оқибатида ҳатто t_k нинг 23% ортишига қарамасдан поршеннинг ҳарорати 8—12° пасайган. Бундай шартда p_k нинг зиёдалашуви дизель деталларининг иссиқликдан зўриқишини камайтирувчи омил бўлиб ҳисобланади.

Дизелларда ҳаво зарядининг айланиш тезлиги аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жадаллигидан маълум даражада юқори бўлади ва деталлар ҳароратини кўтаради. Айланиш жадаллиги ҳаддан ташқари (ўта уюмаланиш) бўлганда ёниш жараёни бузилади ва заряднинг айланиш тезлиги ортиши натижасида деталларнинг ҳарорати ҳатто бирмунча пасайиши ҳам мумкин. Учқундан ўт олдириладиган ИЕДларда фақат тўғри ҳодиса юз беради, яъни газнинг ҳаракатланиш жадаллиги ортиши билан ёниш тезлиги, иссиқликнинг деворларга ўтиши ва деталларнинг ҳарорати зиёдалашади.

Ёнилғи беришни (ёки ўт олдиришни) илгарилатиш бурчагининг катталашуви циклдаги босим ва ҳароратнинг энг юқори

даражаси ортишига олиб келади, бу эса, ўз навбатида, деталларнинг иссиқликдан зўриқиши кучайишига сабаб бўлади. Шу сабабли босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда деталларнинг механик ва иссиқлик юкланишини камайтириш учун кўпинча ёнилғи беришни илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади. Шу билан бирга, ёнилғи (ёки ўт олдириш учқуни) ҳаддан ташқари кечикиб бериладиган бўлса, ёнишнинг гўзилиб кетиши туфайли ИЕД, биринчи галда, ишлатилган газларни чиқариб юбориш билан боғлиқ бўлган деталлари ўта қизиб кетади. 14.3-расмда турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда компрессордан кейин ҳавони ораліқ совитишнинг поршенининг ҳарорат майдонига таъсири кўрсатилган (эгри чизиқ, *в*). Босим остида киритилаётган ҳаво ҳароратининг иссиқлик алмашғичда 37° га пасайтирилиши (қувватни ўзгартирмаган ҳолда) поршень тубининг турли нуқталарида ҳароратининг $16\text{—}21^{\circ}$ га пасайишини таъминлади. Шундай қилиб, зарядни ораліқ совитиш дизель кўрсаткичларини яхшилашга (13.6 ва 13.7-расмлар) ҳамда деталларнинг иссиқликдан зўриқишини камайтиришга ёрдам беради.

Ишлатиш шароити ИЕД деталларининг ҳароратига (иссиқлик ҳолатига) катта таъсир кўрсатади. Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши двигателдан иссиқлик олиш жадаллиги пасайишига ва деталларнинг иссиқлик билан юкланиши ортишига олиб келади. Бунда дизелларда ҳавонинг ортиқлиги камайтирилади ва ёниш маҳсулларининг ҳарорати кўтарилади, натижада деталларнинг иссиқлик билан юкланиши янада ортади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда ҳавонинг ҳарорати 1° кўтарилиши натижасида поршень $0,4\text{—}0,5^{\circ}$ қизийди. Ҳаво билан совитиладиган дизелда ўтказилган тажрибаларда атроф-муҳит ҳароратининг 20°C дан 40°C га кўтарилиши цилиндр устёмасининг турли нуқталарида ҳароратининг $30\text{—}40^{\circ}$ кўтарилишига олиб келди. Ўрта Осиё региони шароитида транспорт машиналари двигателининг ҳарорати капот остида $90\text{—}100^{\circ}\text{C}$ га етиши мумкин, бу эса ўрта минтақанинг ёз мавсуми шароитига хос бўлган қийматлардан $35\text{—}45^{\circ}$ зиёддир. Мазкур омилнинг ИЕД деталларининг иссиқликдан зўриқишига таъсири жуда сезиларли бўлиб, ишлатиш жараёнида ҳамиша ҳисобга олиниши керак. Жойнинг денгиз сатҳидан баландлиги ортиши ҳам деталларнинг ҳароратига худди шундай таъсир қилади, чунки бундай шароитда сувнинг қайнаш ҳарорати ва ҳаво зичлигининг камайтилиши оқибатида иссиқликнинг атроф-муҳитга тарқалиши тобора қийинлашиб боради.

Суоқлик билан совитиш системаси ғилофининг деворларида тош (накипь) ҳосил бўлиши ва ҳаво билан совитиладиган ИЕД ларда қобирғали юзаларининг ифлосланиши деворларнинг ҳарорати $30\text{—}50^{\circ}$ кўтарилишига ва шунга яраша деворларнинг ва уларга туташган деталларнинг иссиқлик билан юкланиши ортишига олиб келади. Аксинча, ишлатиш жараёнида ёниш

камерасининг ички юзаларини смола, мой ва ёнилғининг парчаланиш маҳсуллари, сўхта босиши деворларга иссиқлик ўтишини ёмонлаштиради.

Бундан келиб чиқадики, ИЕД қувватини ошириш, шунингдек бирор сабабга кўра иссиқлик оқимларининг жадаллашуви деталларнинг, биринчи галда, ёниш камераси атрофидаги деталларнинг иссиқликдан зўриқишини оширар экан, ИЕД узеллари ва ўзининг тўхтовсиз, ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминловчи чоралар кўришни тақозо этади. Муайян шаронт ва вазифаларга қараб ҳажми ва мазмуни аниқланадиган ушбу чоралар мақсадга эришиш усулига боғлиқ равишда қуйидаги туркумларга ажратилиши мумкин.

1. Газнинг ҳароратини пасайтириш. Газнинг ҳароратини пасайтириш учун номиннал юкланишда ҳавонинг ортиқлигини кўпайтиришдан, клапанлар бир йўла очиқ бўлган даврда ёниш камерасини янги заряд билан шамоллатишдан, янги зарядни компрессордан кейин оралиқ совитишдан, сув пуркашдан, ишлатилган газларни рециркуляциялашдан, ёнилғи беришни илгарилатиш (ўт олдиришни илгарилатиш) бурчагини иссиқликдан энг яхши фойдаланиш шартларига кўра энг мақбул қийматларга нисбатан кичрайтиришдан фойдаланилади. Кўпинча ушбу чоралардан ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини камайтириш, ИЕД ишлаётганда чиқадиған шовқинни пасайтириш, иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш учун ва бошқа мақсадларда ҳам фойдаланилади.

2. Деталларни совитиш. Юқори юкланиш билан ишлайдиган ИЕД ларда кўпинча мой билан мажбурий совитиладиган поршенлар қўлланилади. Бу мой поршень тубининг қартерга қараган деворига ёки поршень каллагига ишланган ва ёниш камерасини қуршаб турувчи айлана каналга махсус форсунка воситасида босим билан узатилади (14.3-расмдаги СИГа қаранг). Бу тадбир ёрдамида поршеннинг ҳароратини 45—80° пасайтиришга эришилади. Ёниш камерасидан иссиқликнинг ажралиб чиқиши ИЕД да иссиқлик исрофини кўпайтиргани учун мойнинг узатилиш жадаллиги кўпинча иш режимига қараб ростлаб турилади.

Бу мақсадда цилиндрлар устёпмасидаги клапан уялари орасини совитишдан ҳам фойдаланилади. Бунинг учун махсус тешиклар орқали совитиш суюқлиги ёки мой узатилади. Бу усул юқори қувватли дизелларда қўлланилади. Тўзаткич ҳароратини пасайтириш учун форсункаларни суюқлик билан жадал совитиладиган юлқа деворли стаканларга ўрнатиш қўлланилаётир. Чиқариш клапанлари ва улар уяларининг ҳароратини пасайтириш мақсадида энг совуқ совитувчи суюқлик бевосита уя ва цилиндрлар устёпмасидаги клапан уялари орасига узатиладиган қилинмоқда. Кучайтирилган ИЕД ларда ичи натрий билан тўлғазилган чиқариш клапанлари қўлланилади. ИЕД ишлаётганда натрий суюқ ҳолатга ўтади. Конвектив ис-

сиқлик алмашиниши эвазига иссиқлик клапан тарелкасидан стерженнинг юқори қисмига ўтади, бу ердан эса йўналтирувчи орқали уни мой ва совитувчи суюқлик олиб кетади.

3. Деталларни қопламалар ва тўсиқлар ёрдамида ҳимоялаш. Баъзан поршенга иссиқлик ўтишини камайитириш ва унинг ҳароратини пасайитириш учун поршень тубининг олов тегадиган юзаси ва ёниш камерасининг юзаси иссиқликни ёмон ўтказадиган сопол ёки оксидли қоплама билан ҳимояланади. Қопламанинг ўзида ҳарорат даражаси жуда юқори бўлади, бу эса юқори даражадаги иссиқликдан зўриқишни келтириб чиқаради. Қоплама қатлами деталнинг асосий материали билан яхши илашадиган бўлиши керак. Чораларнинг ана шу туркумига тўсиқлар (экранлар)дан фойдаланишни ҳам киритиш мумкин. Улар тўзиткичнинг ёки форсунка стаканининг маҳкамлаш гайкасига ўрнатилади ва ёниш даврида тўзиткич тумшугини иссиқлик оқимидан ҳимоялайди.

4. Конструктив ва технологик усуллар. Бу усуллар хилма-хил бўлиб, кўп жиҳатдан ИЁД нинг ўзига хос хусусиятларига қараб танланади. Ушбу туркумдаги умумий чоралардан энг кўп қўлланиладигани сифатида одатдаги ясси сиртли зичловчи ҳалқалар ўрнига конуссимон таянч юзали зичловчи ҳалқалардан фойдаланишни кўрсатиш мумкин. ИЁД ишлаётган вақтда поршень цилиндр ичида ҳаракатланганда ҳалқалар поршень ариқчасининг конуссимон деворларидан ажралиб, ҳосил бўлган сўхта қатламини емиради. Бунинг натижасида уларнинг ариқчада доимий ҳаракатланиши таъминланади ва поршень қадалиб қолишининг олди олинади. Ҳалқаларнинг бу хусусияти ариқча соҳасида поршеннинг ҳароратини оддий конструкциядагига нисбатан 50° гача кўтаради. Зичловчи ҳалқаларга мўлжалланган ариқчаларнинг хизмат муддатини узайтириш учун алюминий қотишмасидан ишланган поршенлар пўлат ёки чуён қўймалар билан мустаҳкамланади. Поршень ариқчалари ана шу қўймаларга ўйилади.

Баъзан поршень каллагига, биринчи зичловчи ҳалқадан юқорироқда, чуқур цилиндрсимон ариқчалар йўнилади. Бу ариқчалар иссиқлик оқимини ҳалқадан айланитиб ўтказиб поршень танасининг ичига йўналтиради. Натижада зичловчи ҳалқанинг хизмат муддати бирмунча узайишига эришилади. Поршендаги камераси чуқур ва ана шу камера бўғзининг ҳарорати юқори даражада бўлган дизеллардаги (М-жараён) алюминий қотишмасидан ясалган поршенларда баъзан пўлат ёки чуён қўйма кўзда тутилади. Механик мустаҳкамлиги ва иссиқликка чидамлилиги юқори бўлган бу қўйма алюминий қотишмаси қизиб кетишининг ва дарз кетишининг олдини олишга имкон беради.

Бу туркум чораларида деталлар материални алмаштириш ёки уларга термик ишлов бериш, уларнинг ўлчамлари ҳамда шаклини ўзгартириш ва бошқалар ҳам кўзда тутилади. Одат-

да, ИЕД даги иссиқликдан зўриқувчи деталлар ва узелларнинг ишончли ишлаши ҳамда имкониятларини оширишга қаратилган программа турли туркумлардаги чоралар мажмуини ўз ичига олади.

15-БОБ. ИЕД ДИНАМИКАСИ

15.1. УМУМий МАЪЛУМОТЛАР

Транспорт машиналарининг иш мосламаларини ҳаракатга келтириш учун ИЕД валидаги буровчи моментдан фойдаланилади. Буровчи момент поршенларнинг цилиндрлар ичида кривошип-шатун механизми ёрдамида илгариланма ҳаракатланиши ўзгариши натижасида юзага келади. ИЕД ишлаганида кривошип-шатун механизмида газларнинг поршенга босими таъсирида юзага келувчи куч ва моментларгина эмас, балки инерция ҳодисалари туфайли пайдо бўлувчи куч ҳамда моментлар ҳам таъсир қилади. Улар ҳам, булар ҳам даврий тарзда бўлиб, кривошипнинг бурилишига қараб мураккаб қонунлар асосида тез ўзгариб туради. Бу қонунлар цилиндрда циклнинг амалга ошириш, ИЕД нинг конструкцияси ва тузилиш хусусиятларини, кривошип-шатун механизми характеристикасини, шунингдек иш режими, яъни юкланиш ва айланиш частотасини акс эттиради. Натижада ИЕД нинг буровчи моменти ва тирсақли валнинг айланиш бурчак тезлиги цикл давомида узлуксиз ўзгариб туради.

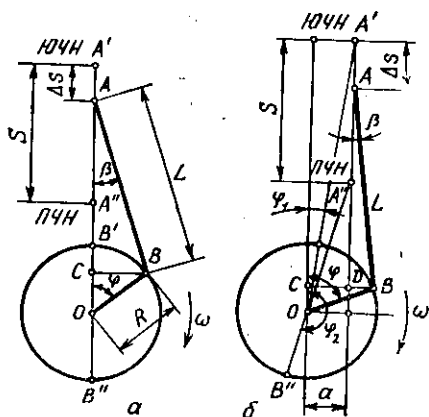
Кривошип-шатун механизмига таъсир кўрсатувчи куч ва моментлар унинг деталларини, шунингдек ИЕД нинг корпус элементлари ҳамда таянчларини механик тарзда юклантириб, тебраниш ва титраш, шовқин, ишқаланишни келтириб чиқаради, натижада энергия исроф бўлади. Кривошип-шатун механизмига таъсир кўрсатувчи куч ва моментларни муфассал динамик таҳлил қилиш ИЕД ни яратиш босқичида уларнинг мустаҳкамлиги, кўтариб турувчи сиртларининг, подшипниклар ва таянч элементларининг ишончли ва узоқ муддат ишлаши шартларидан келиб чиқиб, деталларнинг ўлчамларини тўғри танлашга, шунингдек ишлаётганда тушадиган юкланишлар ҳамда титрашни камайтириш чораларини белгилаш ва амалга оширишга, тирсақли вал буровчи моменти ва айланиш частотасининг нотекислигини камайтиришга имкон беради. Кривошип-шатун механизмида кучлар ва улар моментларининг пайдо бўлиш ҳамда ўзгаришининг асосий қонуниятларини билиш ишлатиш жараёнида ейилиш ва унинг деталларда юзага келиш жойларини, шунингдек тузатиш чоғида механизм деталларини алмаштиришда амал қилиш керак бўлган талабларни, ИЕД нинг иш шароити ва режими буровчи момент ва титраш тарзига, шовқинга, деталларнинг ейилиши ҳамда ишга яроқлилигига қандай таъсир кўрсатишини тушуниш имконини беради.

15.2. ПОРШЕНЬ ҲАРАКАТИНИНГ КИНЕМАТИКАСИ

Кривошип-шатун механизмига таъсир қилувчи инерция кучларининг катталиги деталларнинг массасига ва ИЕД ишлаётганда юзага келувчи уларнинг тезланиш қийматларига боғлиқ бўлади. Тезланишлар эса механизм кинематикаси билан белгиланади. 15.1-расмда ИЕД да қўлланилувчи кривошип-шатун механизмларининг схемалари тасвирланган: *а* — *марказий*, бунда цилиндр ва тирсакли валнинг ўқлари кесишади, *б* — *силжитилган (дезаксиал)* бунда цилиндрнинг ўқи валнинг айланиш ўқиغا нисбатан *а* масофага силжитилган (кривошипнинг айланиш йўналишида) бўлади. Бундай силжитишнинг нима учун кераклигини кейинроқ тушунтирамиз.

Кривошипнинг айланиш йўналиши стандарт ўнг томонга айланишга, яъни агар тирсакли валнинг эркин учи томондан қарайдиган бўлсак, соат миллининг айланиш йўналишига мос келади. Механизмнинг асосий характеристикаси $\lambda = R/L$ нисбатдан иборатдир (бу ерда: R — кривошипнинг радиуси (OB); L — шатуннинг узунлиги (AB)). Мавжуд ИЕД ларда λ нинг қиймати $1/3,2$ ($0,31$) дан $1/4,2$ ($0,24$) га қадар ўзгариб туради. Силжитилган механизм учун характеристика сифатида $K = a/R$ дан, яъни нисбий силжишдан ҳам фойдаланилади. Силжитилган кривошип-шатун механизмининг кўриб чиқиладиган ҳоли умумийдир, аммо унинг кинематик нисбатлари жуда мураккаб бўлиб, таҳлил қилиш учун ноқулайдир. Шу билан бирга, икки механизм поршенлари кинематикасидаги фарқлар *а* (K) нинг муайян қийматларида жуда кам бўлади (15.1-расмга қаранг). Шу сабабли, биз кўзлаган мақсад учун оддийроқ бўлган марказий механизми (15.1-расм, *а*) кўриб чиқиш билан кифояланамиз. Механизмнинг бошланғич вазияти поршеннинг ЮЧН ҳолатига, яъни шатун ва кривошип бир чиқиқда ётган ҳолатга мос келади. Бунда кривошипнинг бурилиш бурчаги $\varphi = 0$ ни ташкил этади. Поршеннинг тезлик ва тезланишини кўриб чиқишда кривошипнинг айланишини бир текис деб оламиз.

Поршеннинг ΔS кўчиши ЮЧН (A' нуқта) дан бошлаб ҳисобланади ва шу пайтда AA' га тенг бўлади. Кривошипнинг ихтиёрий вазияти учун поршеннинг кўчиши ушбу муносабатдан аниқланади:



15.1-расм. Кривошип-шатун механизми схемалари:

а — марказий, *б* — силжитилган

$$S = AA' = OA' - AC - CO = (L + R) - L \cos \beta - R \cos \varphi \quad (15.1)$$

бу ерда β — шатуннинг вертикалдан оғиш бурчаги.

Мазкур формуладан фойдаланиш қулай бўлиши учун β бурчакни чиқариб ташлаймиз. ABC ва OBC учбурчаклардан $R \sin \varphi = L \sin \beta$ ни ҳосил қиламиз, бундан

$$\sin \beta = \lambda \sin \varphi$$

ёки

$$\cos \beta = (1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi)^{1/2} \quad (15.2)$$

(15.2) ни даражалли биномиял қаторга ёйсақ, ушбуга эга бўламиз:

$$\cos \beta = 1 - \lambda^2/2 \sin^2 \varphi - \lambda^4/8 \sin^4 \varphi \dots; \quad (15.3)$$

λ нинг кичик қийматларини эътиборга олиб, қаторнинг фақат биринчи икки ҳади билан кифояланамиз:

$$\cos \beta \approx 1 - \lambda^2/2 \sin^2 \varphi.$$

Мазкур ифодани (15.1) га қўйиб ва ўзгартиришлардан сўнг

$$S = R[(1 - \cos \beta) + \lambda/4(1 - \cos 2\varphi)] \quad (15.4)$$

ни ҳосил қиламиз.

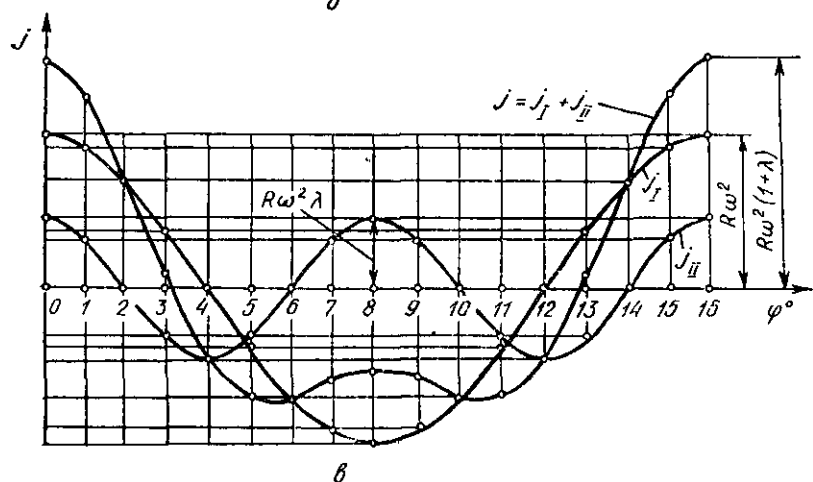
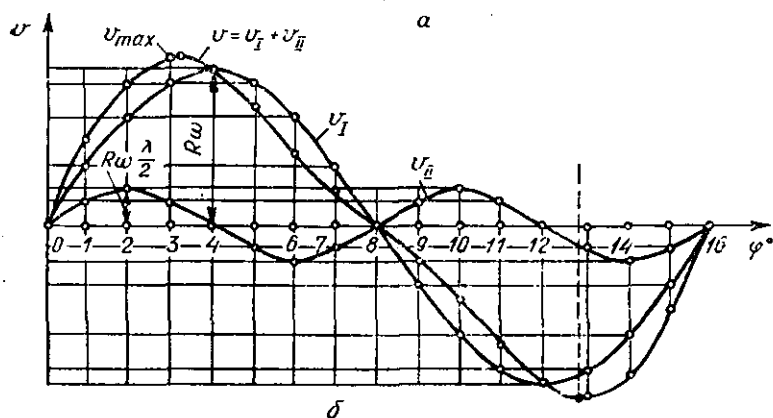
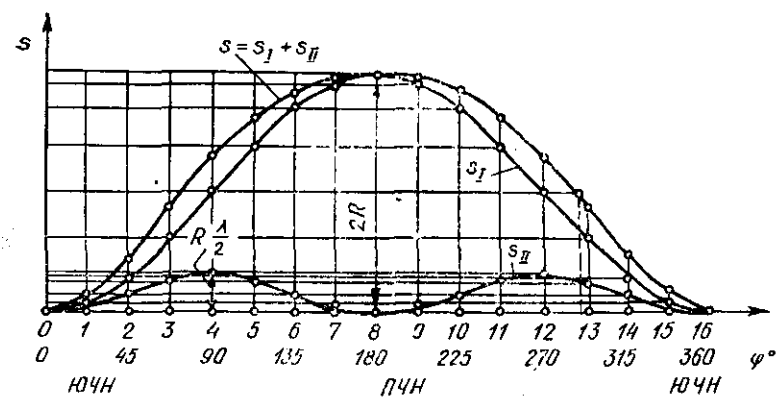
Механизмни таҳлил қилиш қулай бўлиши учун унинг кинематик характеристикалари иккита ташкил этувчининг йиғиндиси кўринишида ифодаланади. Шунда, масалан, поршеннинг кўчиши учун $S = S_I + S_{II}$ ҳосил бўлади. $S_I = R(1 - \cos \varphi)$ нинг ўзгариш даврийлиги 2π ни, яъни кривошипнинг тўлиқ айланишини ташкил этади. У биринчи тартибли гармоник ташкил этувчи деб аталади. $S_{II} = R\lambda/4(1 - \cos 2\varphi)$ нинг ўзгариш даврийлиги π ни, яъни кривошипнинг ярим айланишини ташкил этади. У иккинчи тартибли ташкил этувчи дейилади.

Кривошипнинг бурилиш бурчагига боғлиқ ҳолда поршеннинг кўчиш графиги 15.2-расм, а да кўрсатилган. Графикда биринчи ва иккинчи тартибли ташкил этувчилар ҳам белгиланган. Кўриниб турибдики, поршеннинг тўлиқ йўли $\varphi = \pi$ га тенг бўлиб, S ($S = 2R$) сифатида аниқланади. Поршень кривошип айланишининг биринчи ва тўртинчи чораклари ичида иккинчи ҳамда учинчи чоракларига қараганда (ПЧН соҳасида) кўпроқ йўлни ўтади, бунини S_{II} нинг таъсири билан тушунтириш мумкин. S_{II} формуласининг тузилишидан кўринадики, поршень кўчишининг бу нотекислиги λ нинг катталиги, яъни шатуннинг охириги узунлиги билан боғлиқ. λ қанча катта бўлса, у шунча юқори бўлади. Равшанки, $L = \infty$ бўлганда $S_{II} = 0$ бўлади ва поршеннинг кўчиши кривошип айланишининг чоракларида бир текис бўлади.

Поршеннинг v тезлиги кўчишнинг (t) вақт бўйича ҳосиласидир:

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{dS}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = R\omega \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right), \quad (15.5)$$

бу ерда $\omega = d\varphi/dt$ — кривошип айланишининг бурчак тезлиги ($d\varphi/dt = \omega = \text{const}$ шарҳга кўра).



15.2- расм. Поршень ҳаракатининг кинематикаси:

a — кўчиш; b — тезлиш; α — тезланиш

Т куч машина механизмларини ҳаракатга келтириш учун мўлжалланган ва тирсакли валга қўйилган индикатор буровчи моментини ҳосил қилади:

$$M_i = TR = PR \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta \quad (15.13)$$

К куч кривошипда сиқилиш ёки чўзилиш зўриқишларини вужудга келтиради.

15.3-расмда кўрсатилган куч ва моментларнинг йўналишларини мусбат деб қараймиз, бунга тескари йўналишларни эса манфий деб ҳисоблаймиз.

Н куч поршенни цилиндр деворига қисиб, ИЁД таянчларига тушувчи тўнқарувчи моментни ҳосил қилади:

$$M_{\text{тўнк.}} = N \cdot h. \quad (15.14)$$

15.3-расмдан кўриниб турибдики, $M_{\text{тўнк.}}$ момент M_i га қарама-қарши йўналган. h катталикни ABC ва OBC учбурчаклардан топиш мумкин:

$$h = L \cos \beta + R \cos \varphi = R(1/\lambda \cos \beta + \cos \varphi), \quad (15.15)$$

аммо

$$R \sin \varphi = BC = L \sin \beta \text{ ёки } 1/\lambda = \sin \varphi / \sin \beta. \quad (15.16)$$

Охирги ифодани (15.15) га киритиб ва уни ўзгартириб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$h = R \sin(\varphi + \beta) / \sin \beta.$$

(15.9) ва (15.14) лардан фойдаланиб ушбуга эга бўламиз:

$$M_{\text{тўнк.}} = PR \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta = M_i.$$

Шундай қилиб, тўнқарувчи момент тирсакли валнинг ҳар қайси бурилиш бурчагида индикатор буровчи моментига тенг ва қарама-қарши йўналган бўлади.

Газ кучлари (15.8) формулада ИЁД нинг тегишли иш режимида индикатор диаграммаси асосида $P_r = (p_u - p_o) \cdot F_n$ ифодага кўра ҳисоблаб топилади (бу ерда: F_n — поршень ёки цилиндрининг юзи; p_u ва p_o — кўриб чиқиладиган вақтда цилиндрдаги газнинг ўзлиқ босими ва атмосфера босими). Агар цилиндрдаги босим атмосфера босимидан паст бўлса (масалан, босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларда киритиш тактида), газ кучининг ишораси манфий бўлади.

Газ босими кучлари цилиндр ҳажмининг бутун деворларига бир текис таъсир қилади. Шу сабабли цилиндр устёпмаси ва поршенга қўйилган тенг таъсир этувчи P_r ва P'_r кучлар ўзаро тенг ҳамда йўналиш жиҳатидан қарама-қаршидир. Тирсакли валнинг P_r куч узатиладиган таянч эса тузилиш жиҳатдан цилиндр устёпмаси билан боғлиқлиги сабабли айтиб ўтилган газ кучларининг тенг таъсир этувчилари бир-бирини йўқ қилади ва ИЁД таянчларига узатилмайди. Улар фақат ИЁД конструкциясининг элементлари (цилиндр устёпмаси, уни блокка маҳкамлаб турган шпилькалар,

цилиндр деворлари, тирсакли валнинг подшпиннигини маҳкамлаш болтлари ва ҳоказо) дагина зўриқишни юзага келтиради.

Қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари

P_i куч [(15.8) формулага қаранг] тўлиқлигича ИЁД таянчларига узатилади. Унинг ҳосил бўлишида деталларнинг икки туркуми қатнашади. Аввало бу деталларга поршень группаси деталлари (поршень, ҳалқалар, бармоқ, уни бўйламасига қотириб қўядиган деталлар) ни кўрсатиш мумкин. Уларнинг жами массаси m_n га тенг. Бу туркумга картер ичида мураккаб текис-параллел тарзда ҳаракат қилувчи шатун комплекти массасининг бир қисми ҳам киритилади. Механизмни динамик таҳлил қилишни соддалаштириш мақсадида шатун комплекти шартли равишда иккита масса билан алмаштирилиб, улардан бири ($m_{шп}$) поршень бармогининг ўқиға қўйилади ва поршень группаси билан биргаликда қайтма-илгариланма ҳаракат қилади, деб фараз қилинади.

Комплект массасининг иккинчи қисми $m_{шк}$ шартли равишда кривошип ўқиға (B нуқтаға) қўйилади ва у O марказ атрофида айланади, деб фараз қилинади. Шатун комплектини иккита тўпланган массалар системаси билан алмаштириш учун ушбу иккита шарт бажарилиши керак: $m_{ш} \approx m_{шп} + m_{шк}$ — массанинг ўзгармаслиги шарт; $m_{шп} L_n = m_{шк} L_k$ (15.4-расм) — массалар маркази вазиятининг ўзгармаслиги шарт.

Мавжуд усуллар ушбу ишни ҳисоблаш йўли билан (яратилаётган ИЁД лар учун) га тажриба йўли билан (мавжуд ИЁД лар учун) амалга ошириш имконини беғади. Статистика маълумотларига кўра $m_{шп} = (0,25 - 0,33) \cdot m_{ш}$; $m_{шк} = (0,67 - 0,75) \cdot m_{ш}$. Шундай қилиб,

$$P_i = -m_j \cdot j,$$

бу ерда

$$m_j = m_n + m_{шп}. \quad (15.17)$$

Марказдан қочма кучлар:

а) шатун массаси бир қисмидаги марказдан қочма кучлар Марказдан қочма кучнинг қиймати ушбу формуладан аниқланади:

$$K_{кш} = -m_{шк} R \omega^2. \quad (15.18)$$

Маэкур куч кривошип радиуси бўйлаб O марказдан йўналган, яъни мусбат K кучға қарама-қарши йўналган бўлиб шатун бўйинга ва шатуннинг пастки каллагига, шунингдек ўзак бўйинга ҳамда унинг подшпиннигига тушади. Ҳар қайси шатун бўйинга ёнма-ён қилиб иккита шатун ўрнатилган V-симон ИЁД ларда марказдан қочма куч ҳосил бўлишида иккита $m_{шк}$ масса қатнашади.

б) кривошипдаги марказдан қочма кучлар

Марказдан қочма кучни шатун бўйинининг массаси $m_{шб}$ ва шатун бўйинга тегиб турувчи тирсакли вал жағларининг массаси ҳосил қилади. Одатда, жағларнинг кўриниши анча мураккаб, массалар маркази ρ нинг радиуси маълум катталиқда бўлади (15.4-расмга қаранг). Уларнинг массаси $2m_{ж}$ ни марказдан қочма кучларнинг тенглиги шартидан келиб чиқиб, кривошип радиуси R га келтириш қабул қилинган. Шундай қилиб, кривошипнинг умумий келтирилган массаси қуйидагича аниқланади:

$$m_{Рк} = m_{шб} + 2m_{жR} = m_{шб} + 2m_{ж}\rho/R.$$

У ҳолда кривошипнинг марказдан қочма кучи

$$K_{Рк} = -m_{Рк}R\omega^2 \quad (15.19)$$

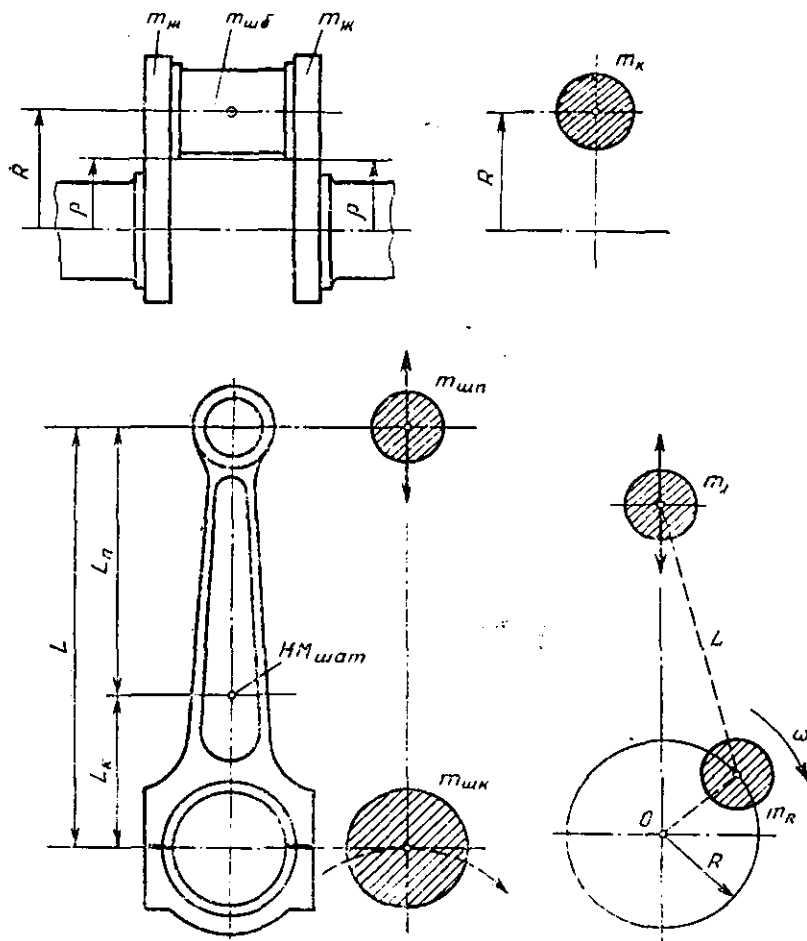
га тенг бўлади. У айланиш маркази O дан кривошип бўйлаб йўналади ва ўзак бўйинга ҳамда унинг подшипникгига тушади. Оралиқ ўзак таянчлари учун бўйинлар ва жағларнинг бир-бирига нисбатан сурилишини ҳисобга олган ҳолда, подшипникнинг иккала томонидаги ёнма-ён жойлашган иккита кривошипдан тушувчи юкланишлар аниқланади.

Шатун ва кривошип айланувчи массаларининг марказдан қочма кучлари $K_R = K_{Rш} + K_{Рк}$ ИЁД таянчларига узатилиб, уларда йўналиш жихатидан ҳар хил бўлган юкланишларни ҳосил қилади;

в) посангилардаги марказдан қочма кучлар

Бу элементлар ИЁД ишлаётганда уни мувозанатлаш учун, шунингдек, вални ва ўзак подшипникларни юксизлантириш учун атайин жиритилади. Уларнинг марказдан қочма кучлари умумий боғлиқликлар билан аниқланади, массаларини танлаш усуллари эса 15.5-§ да кўриб чиқилади.

Кривошип-шатун механизми деталлари, ИЁДнинг корпус элементлари, подшипниклар ва таянч юзалар одатда келиб чиқиши турлича бўлган бир неча куч ҳамда моментлар (газ ва инерция кучлари) билан юкланади. Газ кучларининг ТВБ бурчаги бўйича ўзгариши мураккаб тарзда бўлиб, иш жараёнининг ташкил қилишнинг ўзига хос хусусияти ва иш режими-га, яъни айланиш частотаси ҳамда юкланишга боғлиқдир. Инерция кучларининг ўзгариш қонуниятлари ҳам айланиш частотасига боғлиқ бўлиб, конструкциянинг ўзига хос томонларини акс эттиради. Шу сабабли механизмдаги у ёки бу деталь ва элементларнинг энг катта юкланишига мос келувчи кривошип вазиятини олдиндан айтиб бериш қийин. Шундан келиб чиқиб, кривошип-шатун механизмининг динамик таҳлили бутун иш цикли мобайнида ўтказилиб, бунда ҳисоблашлар қандай мақсадга қаратилганига боғлиқ равишда, тирсакли валнинг ҳар $10-30^\circ$ бурилиш бурчагида куч ва моментларнинг қийматлари аниқланади. Бунда ҳисоблашлар энг кўп юклан-



15.4- расм. Кривошип-шатун механизми массаларини келтириш

ган иш режимларида, одатда, номинал айланиш частотасида тўлиқ юкланиш билан ёки, камдан-кам ҳолларда, энг катта буровчи момент режимида ўтказилади.

3- илованинг 1—4- жадвалларида поршень кинематикасининг параметрларини аниқлаш ва механизмни кривошипнинг бурилиш бурчагига боғлиқ равишда динамик таҳлил қилиш учун зарур бўлган тригонометрик функциялар берилган.

Мавжуд ИЕД ларни динамик таҳлил қилишда инерция кучларини ҳисоблаш учун зарур бўлган элементлар массаларининг қийматлари тарозиди тартиб кўриш натижаларига кўра (ёки справочник маълумотларидан) олинади. Янги яратилаётган ИЕД лар учун статистика маълумотларидан, ишлаб чиқарилган ўхшаш ИЕД лар бўйича фойдаланилади (15.1-жадвал).

Кривошип-шатун механизми деталларининг
конструкциян массаси, кг/м³ ҳисобида

ИЕД тури	Поршень группасининг солиштирма оғирлиги (массаси) $m_{\text{п}}/F_{\text{п}}$	Шатун группасининг солиштирма оғирлиги (массаси) $m_{\text{ш}}/F_{\text{п}}$
Карбюраторли ($D=60-100$ мм) Дизеллар ($D=80-120$ мм)	100—150 200—300	120—200 250—350

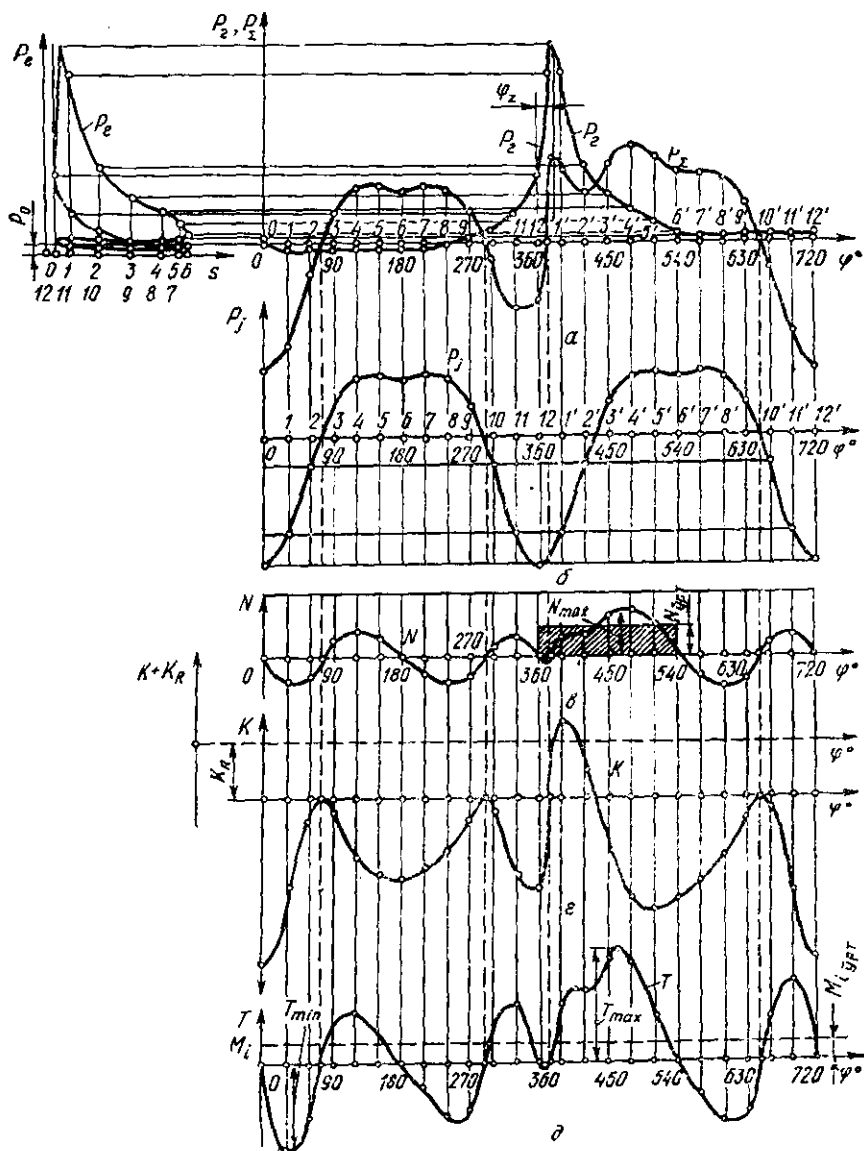
Эслатма: $*F_{\text{п}}$ — поршень юзи, м²

15.5-расмда бензинда ишлайдиган ИЕД лар учун кучлар ва улар ташкил этувчиларининг номиннал режимда кривошипнинг бурилиш бурчаги бўйича ўзгариш графиги келтирилган. Газ кучлари ва инерция кучларини қўшиш қулай бўлиши учун $P_{\text{г}}$, $P_{\text{г}}$ ва P катталиклар поршеньнинг юза бирлигига бўлинган, яъни босим ўлчами келтирилган.

Айтиб ўтганимиздек, N куч цилиндр девори ва поршень этак қисмига таъсир этиб, ИЕД ишлаётганида ана шу ишқаланувчи сиртларнинг ейилишига сабаб бўлади. Деталларнинг ейилишга чидамлилигини оширишга қаратилган махсус тадбирлар (сиртларнинг тайёрланиш сифатини яхшилаш, поршень этак қисмининг ўлчамини катталаштириш, цилиндр деворига мой узатиш ва ҳоказо) дан ташқари, уларнинг ейилишини N кучни кичиклаштириш орқали ҳам камайтириш мумкин. Механизмда β бурчак ва N кучнинг кичиклашишини таъминловчи λ нинг кичикроқ қийматини танлаш [(15.9) ва (15.16) формулаларга қаранг] шатуннинг узайиши ҳамда $m_{\text{ш}}$ нинг ортишига олиб келади.

Силжитилган (дезаксиал) механизмлардан фойдаланиш ҳам (15.1-расмга қаранг) N_{max} ни камайтиришга қаратилгандир. λ нинг берилган қийматида $a(K)$ қанча катта бўлса, β бурчак шунча зиёд кичиклашувига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Бундай механизмлар N кучнинг мусбат қийматларини кичиклаштиришга имкон беради. Илгариланма-қайтма ҳаракат қилувчи деталларнинг асосан инерция кучлари ҳисобига юзага келувчи N кучнинг манфий қийматлари эса бунда марказий механизмдагидан каттароқ бўлади.

K ва T ташкил этувчилар $K_{\text{Рш}}$ билан биргаликда шатун подшипнигига таъсир қилиб, унинг ейилишига сабаб бўлади. Шатун подшипнигининг юкланиши қандай аниқланишини кейинроқ кўриб чиқамиз. Шу кучларнинг ўзи $K_{\text{Рк}}$ куч билан қўшилиб, тирсакли валнинг ўзак подшипнигини юклантиради. T кучни ифодаловчи эгри чизик мазкур цилиндр (кривошип) ҳосил қилаётган индикатор буровчи моментининг ўзгариш графигини маълум масштабда акс эттиради [(15.13) формулага қаранг]. Цилиндрларнинг мумкин бўлган



15.5- расм. Кривошип-шатун механизмидаги кучларнинг тирсакли вал бурилиш бурчаги бўйича ўзгариш графиги

нотекис ишлашини ҳисобга олган ҳолда кўп цилиндрли ИЕД нинг бурсовчи моментига доир эгри чизикни ясашда ҳам юқоридаги эгри чизикдан фойдаланилади. Кўп цилиндрли ИЕД нинг буровчи моментини аниқлаш усуллари 15.3.4-§ да келтирилади.

3.2. Шатун бўйиннинг юкланиши

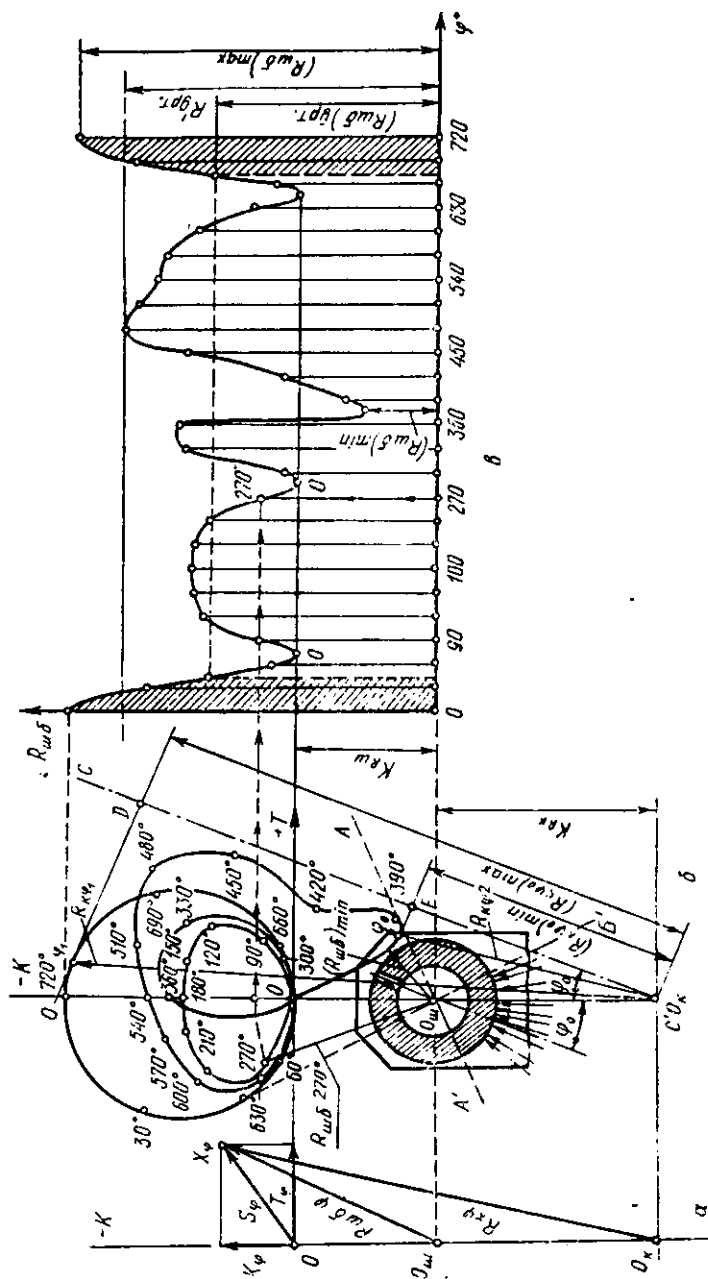
Шатун бўйинга шатун бўйлаб узатилувчи S куч ва марказдан қочма $K_{R_{шб}}$ кучдан иборат йиғинди куч таъсир қилади. $R_{шб}$ тенг таъсир этувчини олиш учун бу кучлар векторли қўшилади:

$$\overline{R}_{шб} = \overline{S} + \overline{K}_{R_{шб}}.$$

S кучнинг йўналиши $K_{R_{шб}}$ га нисбатан доим ўзгариб тургани учун шатун бўйинга тушадиган юкланиш графигини тузишда S куч кривошипнинг ҳар бир ҳолатида K ва T ташкил этувчилар билан алмаштирилади. Бу ташкил этувчилар механизми динамик таҳлил қилишда топилган ва кривошипга нисбатан муайян йўналишларга эга. ИЁД нинг иш цикли давомида бўйиннинг юкланиш графиги *қутбли диаграмма* кўринишида тузилади. Бу диаграмма вақтнинг ҳар бир онда $R_{шб}$ ни модуль ва йўналиш бўйича топиш, шунингдек унинг кривошипга нисбатан вазиятини аниқлаш имконини беради. Қутбли диаграмма ясашда шатун бўйни (кривошип) ни қўзғалмас деб, механизми эса унга нисбатан қарама-қарши томонга айланадиган деб фараз қилинади.

Қутбли диаграмма тузиш усуллари 15.6-расм, *а* да тушунтириб берилган. Вақтинчалик қутб деб олинган O нуқта орқали K ва T кучларнинг ортогонал ўқлари ўтказилади. Уларнинг мусбат йўналишлари 15.3-расмга мос келади. Ихтиёрий лаҳза (φ бурчак) учун O нуқтадан қабул қилинган масштабда K_φ ва T_φ лар ўлчаб қўйилади. Улар кучлар графигидан (15.5-расм) олинади. Ox_φ кесма S_φ куч векторига мос келади. Шу ишнинг ўзини барча кетма-кет φ бурчаклар учун 15.5-расм бўйича такрорлаб, O нуқтада бошланувчи S куч учларининг геометрик ўрни топилади (15.6-расм, *б* га қараң).

$R_{шб\varphi}$ тенг таъсир этувчини ҳосил қилиш учун диаграмманинг қутбли K ўқ бўйлаб $O_{ш}$ нуқтага шундай кўчириладики, $OO_{ш}$ масофа $K_{R_{шб}}$ га кучларнинг танланган масштабида мос келадиган бўлсин. Агар бунда $O_{ш}$ нуқта шатун бўйиннинг маркази қилиб олинса, у ҳолда тирсакли валнинг ҳар қайси бурилиш бурчаги учун $O_{ш}x_\varphi$ кесма шатун бўйинга тенг таъсир этувчи юкланишни ифодалайди. Равшанки, муайян тирсакли валнинг ўқи $O_{ш}$ нуқтадан пастроқда ётади. 15.6-расм, *б* да бензинда ишлайдиган ИЁД нинг шатун бўйинга номинал режимда тушувчи юкланиш қутбли диаграммаси мисол тариқасида тасвирланган. 15.6-расм, *в* да ИЁД нинг иш цикли давомида тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича $R_{шб}$ нинг ўзгариши кўрсатилган. $R_{шб}$ нинг қийматлари тегишли нуқталар учун бевосита қутбли диаграммадан олинган. Кўриниб турибдики, шатун бўйинга тушувчи энг катта юкланишни инерция кучлари ҳосил қилади (тирсакли валнинг $\varphi = 0^\circ$ бурилишига мос келувчи нуқта). Номинал айланиш частоталари кичикроқ ва ёнишдаги газ кучларининг қийматлари каттароқ бўлган дизеллар учун $R_{шб}$ нинг энг



15.6- рasm. Шатун бўйига таъсир қилувчи юкланишнинг қўбли диаграммаси:
 а — таъсир қилувчи кучлар диаграммаси; б — қўбли диаграммаси; δ — тенг таъсир этувчи
 куч $R_{шд}$ нинг тирсакли вал бурлиш бурчати бўйича графиги

катта қийматлари кенгайиш тактида ҳосил бўлади ($\varphi = 390 - 450^\circ$). Бензинда ишлайдиган ИЁД ларда $M_{\text{етак}}$ режимда, яъни инерция кучлари номинал частотадагидан 3 — 5 барабар кичик бўлганда ҳам ана шундай ҳодиса рўй беради.

Қарама-қарши томонлардаги цилиндрлардан келувчи иккита шатуни битта шатун бўйинида жойлашган V-симон ИЁД лар учун шатун бўйинининг юкланиши иккита тенг ташкил этувчидан иборат бўлади. Бу ташкил этувчилар блок цилиндрларининг оғиш бурчаги ва ИЁД цилиндрларининг ишлаш тартибини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаб топилади (ҳар қайси шатун комплектининг $K_{R\text{ш}}$ ташкил этувчилари йўналиши жиҳатидан мос келади). Бу ҳолда қарама-қарши жойлашган цилиндрлардан келувчи тенг таъсир этувчи кучлар шатун бўйинининг узунлиги бўйича ҳам силжиган бўлади.

Шатун бўйинининг юкланиш қутбли диаграммаси ўзак бўйинининг ҳам юкланганлик даражасини аниқлаш имконини беради. Шатун бўйинга қўйилган кучларга қўшимча равишда, ўзак бўйинга марказдан қочма $K_{R\kappa}$ куч ҳам таъсир қилади. Бу кучнинг йўналиши $K_{R\text{ш}}$ ники каби бўлади. Бинобарин, агар диаграммада (15.6-расм, а, б) қутб O_κ нуқтага $K_{R\kappa}$ кучлар масштабига мос келувчи $O_\text{ш}O_\kappa$ катталикка силжитилса, O_κ нуқта ўзак таянчи (тирсакли вал ўқи) нинг марказини ташкил этади ва $O_\kappa x_\phi$ кесма валнинг ушбу тирсаги ўзак таянчлари юкланишининг тенг таъсир этувчи вектори $R_{\kappa\phi}$ бўлади.

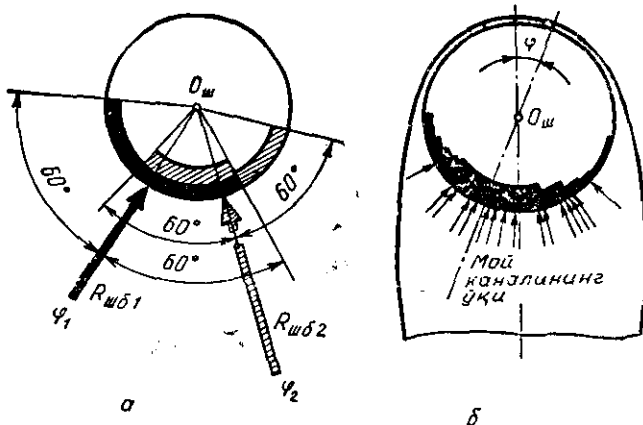
Тўлиқ таянчли тирсакли валларда оралик ўзак бўйини ўзининг икки томонида жойлашган иккита қўшни тирсак билан юкланади. Бунда ўзак подшипнигига ҳар бир тирсак юкланишининг ярми узатилади деб фараз қилинади:

$$\begin{aligned} R_{\kappa. \text{ўз.}} &= 0,5 (\bar{R}'_{\text{шб}} + \bar{R}'_{\text{шр}}) + 0,5 (\bar{R}'_{\text{шб}} + \bar{R}'_{\text{шр}}) = \\ &= 0,5 \bar{R}'_\kappa + 0,5 \bar{R}'_\kappa. \end{aligned} \quad (15.20)$$

$R_{\kappa. \text{ўз.}}$ ни олиш учун, юқорида айтилганидек, қўшни тирсаклар ўзак таянчлари юкланишининг қутбли диаграммалари тузилади ва кейин тирсакларнинг силжишини ҳамда ИЁД цилиндрларининг ишлаш тартибини эътиборга олиб, тегишли нуқталардаги $R'_{\kappa\phi}$ ва $R''_{\kappa\phi}$ тенг таъсир этувчилар қўшилади. Бунда (15.20) муносабат ҳисобга олинади. Шу йўл билан ҳосил қилинган диаграмма ўзак таянч (подшипник) га таъсир этувчи кучлар векторини ифодалайди. Ўзак бўйинга тушувчи юкланишни ҳосил қилиш учун бу диаграмма қўзғалмас тирсакли валга нисбатан 180° буриб қўйилади.

15.3.3. Шатун бўйинининг ейилиш диаграммаси

Тирсакли вал бўйинлари юкланишининг қутбли диаграммалари асосида уларнинг ейилишини ифодаловчи шартли диаграммаларни тузиш мумкин. Бунда, бўйинининг ейилиши қўйил-



15.7-расм. Тирсакли вал бўйинининг ейилиш диаграммасини тузиш

ган кучга ва кўрилатган вақт оралиғида унинг таъсир этиш даврига мутаносибдир, деб фараз қилинади. Ейилиш диаграммасини ясаш усули 15.7-расм, а да тасвирланган. Бўйинга нисбатан йўналган, қўйилган куч векторининг икки томонига 60° бурчак остида бўйин контури бўйлаб ҳалқасимон чизиқлар ўлчаб қўйилади. Уларнинг қалинлиги куч модулига мутаносиб бўлиши керак. Белгиланган ҳисоблар қадами (10° , 15° , 30° ва ҳоказо) орқали кутбни диаграммадан олинган таъсир этувчи кучлар векторларининг барча йўналишларини чизиб ва чизиқлар қалинлигини қўшиб ИЁД нинг иш цикли давомидаги ейилишни кўрсатувчи шартли диаграмма ҳосил қилинади.

Қўшиб орқали ҳосил қилинган юза қанча катта бўлса, ейилиш шунча катта бўлади. Ейилиш диаграммалари ясашда қўйилган кучлар сифатида мос равишда шатун бўйин учун $R_{шб}$ ва ўзак бўйин учун $R_{зб}$ чизилади. Шатун бўйинининг ейилишини кўрсатувчи диаграмма 15.7-расм, б да келтирилган. Бензинда ишлайдиган ИЁД учун ҳам, дизеллар учун ҳам шу усул билан олинган энг кўп ейилиш инерция кучлари билан белгиланади, чунки газ кучлари катта бўлишига қарамай (айниқса дизелларда), улар тирсакли вал бурилиш бурчагининг жуда кичик оралиғи мобайнида таъсир қилади. Расмдан кўриниб турибдики, шатун бўйин контурининг бир қисми умуман ейилмайди. Шу сабабли, бўйин ишлаётганда ейилиши туфайли ўзининг мунтазам цилиндрсимон шаклини йўқотади.

15.3.4. Буровчи момент графиги

Буровчи моментнинг жорий қиймати M_i га мутаносиб бўлган тангенциал ташкил этувчи T газ кучларини ҳам, кривошип-шатун механизмидаги қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучларини ҳам ҳисобга олади. Шундай қилиб, M_i нинг ўзгариш графиги иккала кучларнинг ҳам таъсирини ифодалайди.

Лекин, ИЕД буровчи моментининг ўртача қийматига инерция кучларининг цикл давомида қўшадиган ҳиссаси нолга тенг бўлади. T куч асосида $M_{i \text{ ўр.}}$ ни аниқлашда бу ҳол ўз-ўзидан ҳисобга олинади:

$$M_{i \text{ ўр. бир}} = \frac{R}{2\pi} \int_0^{2\pi} T d\varphi$$

Кўп цилиндрли ИЕД лар учун буровчи моментининг ўртача қиймати $M_{i \text{ ўр.}}$ $M_{i \text{ ўр. бир}}$ ни цилиндрлар сонни i га кўпайтириб аниқланади. Кўп цилиндрли ИЕД буровчи моментининг ўзгариш графигини олиш учун битта цилиндрнинг эгри чизиғи $T = f(\varphi)$ дан фойдаланиладиган бўлса (15.5-расмга қаранг), ҳамма цилиндрлар бир хилда ишлайди ва цикллараро нотурғунлик мавжуд эмас, деб фараз қилинади. Цилиндрларда чақнашларнинг ТВБ бўйича навбатма-навбат юз бериши бир текис бўлганда тирсакли валнинг чиқиш учида куч импульслари бир-бирига нисбатан $\Delta\varphi^\circ = 720^\circ/i$ катталиққа силжитилган ҳолда қўшилади. Буни ҳисобга олиб, 4π цикл мобайнидаги $T = f(\varphi)$ эгри чизиғи $\Delta\varphi$ узунлиқдаги бўлақларга ажратилади ва мос бурчаклардаги ординаталар қўшилади (15.8-расм). Алгебраик қўшиш натижалари асосида йиғинди куч T_Σ нинг графиги ҳосил қилинади. Шу график асосида ва (15.13) формулани эътиборга олиб, индикаторли буровчи моментининг қийматлари аниқланади.

Равшанки, график ҳар $\Delta\varphi$ оралиқда такрорланади. 15.8-расмдан кўриниб турибдики, $\Delta\varphi$ мобайнида моментнинг қиймати узлуксиз ўзгарар экан. Бунда ҳатто биргина ИЕД учун ҳам буровчи моментнинг ўзгариш қонунияти иш режими (айланиш частотаси ва юкланиш) га боғлиқ бўлади. Йиғинди куч T_Σ графиги асосида моментнинг ўртача қийматини аниқлаш мумкин:

$$M_{i \text{ ўр.}} = \frac{R}{\Delta\varphi} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} T d\varphi = \frac{F_2 - F_1}{\Delta\varphi} Rm,$$

бу ерда m — диаграмма масштаби.

Чақнашларнинг навбатма-навбат юз бериши нотекис бўлганда йиғинди куч T_Σ (буровчи момент) нинг графиги ҳамма цилиндрларнинг $T = f(\varphi)$ эгри чизиқларини устма-устлаш усули билан тузилади. Бунда ИЕД ларнинг ишлаш тартиби ва бир цилиндрдаги чақнашнинг бошқасидаги чақнашга нисбатан силжииш бурчаги ҳисобга олинади.

15.4. ИЕД ИШЛАШИНING РАВОНЛИГИ

ИЕД нинг индикатор буровчи моменти тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича доим ўзгариб туради ва маълум даврийликка эга (15.8-расмга қаранг). Унинг бу нотекислиги буровчи моментнинг нотекислик коэффициентини билан баҳоланади:

$$\mu = \frac{M_{i \max} - M_{i \min}}{M_{i \text{ ўр.}}}$$

μ нинг қиймати асосан цилиндрлар сонига боғлиқ бўлиб, уларнинг сонн ортиши билан кичиклашади. μ нинг қиймати ИЕД нинг тури ва ўзига хос томонларига, хусусан, чақнашларнинг навбатма-навбат юз бериш раволигига ҳам боғлиқ. Биргина ИЕД нинг ўзида μ иш режимга қараб ўзгаради. $i = 1$ бўлганда $\mu = 12,6$; $i = 4$ бўлганда $\mu = 6,8$; $i = 6$ бўлганда $\mu = 1,5 - 2,2$; $i = 8$ бўлганда $\mu = 0,9 - 1,2$ бўлади ва ҳоказо.

Ташқи моментларнинг мавжудлиги, ИЕД нинг ўзидаги ишқаланиш, ёрдамчи механизмларнинг қаршилиги ва бошқа омиллар шунга олиб келадики, ИЕД дан чиқишда буровчи моментнинг ўзгариш қонуниятини 15.8-расмда келтирилганидан бошқачароқ бўлади. ИЕД нинг барқарор иш режимда $M_{i\text{ ўр.}} = M_{\text{қар.}}$ бўлади. Айни чоғда,

$M_i > M_{\text{қар.}}$ бўлган даврларда индикаторли буровчи моментнинг нотекислиги тирсакли вал айланишининг тезлашишига (унинг ω си катталашади), $M_i < M_{\text{қар.}}$ бўлган даврларда эса секинлашуви (унинг ω кичиклашади) олиб келади. Цикл давомида тирсакли вал айланишининг нотекислиги айланишининг нотекислик коэффициентини билан ифодаланади:

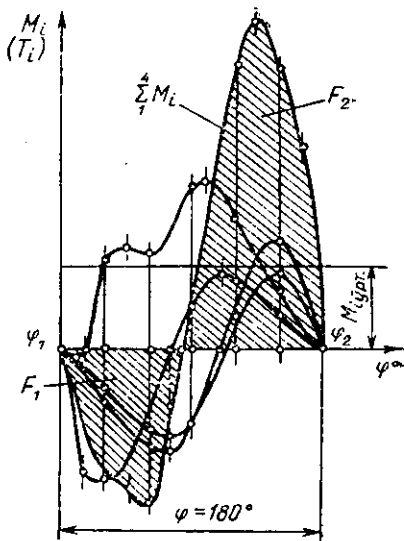
$$\delta = \frac{\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}}{\omega_{\text{ўр.}}}$$

бу ерда $\omega_{\text{ўр.}} = \pi n / 30 = (\omega_{\text{max}} + \omega_{\text{min}}) / 2$ — вал айланишининг ўртача бурчак тезлиги.

ИЕД да инерцияга эга ҳаракатланувчи элементлар мавжуд бўлганда кинетик энергия баланси қуйидагича ёзилади:

$$(M_i - M_{\text{қар.}}) d\varphi = J_0 d\left(\frac{\omega^2}{2}\right). \quad (15.21)$$

Ушбу тенгламанинг чап қисми тирсакли валнинг элементар бурлиш бурчаги мобайнидаги буровчи моментнинг ортқча ишини, J_0 эса тирсакли валга келтирилган ИЕД ҳаракатланувчи деталларининг инерция моментини ифодалайди. Мазкур тенгламани вал чиқиш учи бурчак тезлигининг ω_{min} дан ω_{max} гача ўзгариши оралиғида интеграллаб ушбуга эга бўламиз:



15.8-расм. Тўрт цилиндрли, тўрт тактли ИЕД даги йиғинди куч T (буровчи момент) нинг графигини тузиш

$$L_{\text{орт.}} = J_0 \delta \omega_{\text{р.}}^2 \quad (15.22)$$

Одатда, машиналарнинг кўриб чиқиладиган туркуми учун жоиз $\delta = 1/30 - 1/40$ қиймат ҳаракатга келтирилувчи механизмларнинг нормал ишлашнинг таъминлаш шартидан келиб чиқиб танланади. (15.22) формула маховикнинг зарур моментини ҳисоблаб топнишга имкон беради, мазкур момент қиймати J_0 катталикнинг 80—90% ини ташкил этади. Бироқ, кўпинча, маховик узатма уланганда машинанинг ўрнидан қўзғалишнинг таъминлаш шартидан келиб чиқиб танланади. Бунда инерция моменти, айланишнинг жоиз нотекислиги талабларидан келиб чиқувчи моментга нисбатан каттароқ бўлади.

ИЕД буровчи моментининг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича нотекислиги ва унинг ўзгариши даврий тарздалиги иш вақтида тирсакли валнинг ўзида буралма тебранишлар вужудга келишига сабаб бўлади, натижада баъзи кўндаланг кесимлар бошқаларига нисбатан буралиб қолади. Буралма тебранишлар резонансли режимларда, қачонки хусусий тебранишлар частотаси ғалаёнлантирувчи момент частотаси билан мос келадиган, валнинг буралиш амплитудалари ва уларга мутаносиб бўлган зўриқишлар энг катта қийматларига эришадиган пайтда айниқса хавфли бўлади. Турли иш режимларида буралма тебранишлар туфайли тирсакли вал элементларида юзага келувчи зўриқишларни ҳисоблаб чиқиш замонавий тезюар ИЕДлар яратишдаги энг долзарб масалалардан биридир.

15.5. ИЕД НИ МУВОЗАНАТЛАШ

Мувозанатланган деб шундай двигателга айтиладики, у ишлаётганда таянчларига узатилувчи куч ва моментлар қиймат ва йўналиш жиҳатидан ўзгаришсиз қолади. Мувозанатланмаган двигателларда ўзгарувчи куч ва моментлар осмада тебранишлар ва титрашлар, куч агрегатининг таянч элементларида ҳам, корпус деталларида ҳам юкланиш ҳамда зўриқиш пайдо бўлишига сабаб бўлади, маҳкамланадиган бирикмаларнинг бўшашиб қолишига, деталларнинг тез ейилишига, ёрдамчи агрегатлар ва ускуналарнинг иши бузилишига олиб келади. Титраш ва тебранишлар машинада ишловчилар (ҳайдовчилар, машинистлар) нинг меҳнати ва соғлиғига ёмон таъсир кўрсатади, қўшимча механик шовқин манбаи бўлиб ҳисобланади. Иш вақтида ИЕД мувозанатининг бузилишига, биринчидан, кривошип-шатун механизмидаги қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари ва айланма ҳаракат қилувчи деталларнинг марказдан қочма инерция кучлари, иккинчидан, буровчи моментнинг нотекислиги оқибатида тўнқарувчи моментининг ўзгариши сабаб бўлади.

ИЕД буровчи моментининг нотекислигини цилиндрлар сонини кўпайтириш орқали камайтириш мумкин. Аммо уни бутунлай йўқотиб бўлмайди, шу сабабли ИЕД мувозанатланмаган

агрегат бўлиб қолади. Инерция кучлари ва уларнинг моментларини, умуман олганда, мувозанатлаш мумкин, аммо бунинг учун талайгина ишлаб чиқариш харажатлари талаб қилинади. Шу боис ИЕД лар амалда инерция кучлари бўйича ҳам қисман мувозанатланмаган бўлади. ИЕД ларни қиёсий баҳолашда улар конструкцияларининг у ёки бу турларининг камроқ ёки кўпроқ мувозанатланмаганлиги тўғрисидагина гапириш мумкин. ИЕД нинг мувозанатланмаганлигини (ва бу билан боғлиқ бўлган двигатель ишининг нотекислигини) камайтиришнинг кўплаб имкониятлари мавжуд бўлиб, уларни двигательларни яратиш ҳамда заводларда ишлаб чиқариш жараёнларида амалга ошириш мумкин. Булар жумласига иш жараёнини ташкил қилиш, конструкцияни ишлаб чиқиш ва тайёрлаш технологияси билан боғлиқ бўлган чораларни киритиш мумкин.

ИЕД таянчларига тушадиган юкланишнинг вақт бўйича ўзгариш сабабларидан бири ишнинг циклдан-циклга ва цилиндрлараро барқарор эмаслигидан иборат. Кўп цилиндрли ИЕД цилиндрларининг бир хилда ишлашига ҳар қайси цилиндрда сиқиш даражаси ва ёниш камерасининг шакли, янги заряд билан тўлдириш даражаси ҳамда ўт олдириш лаҳзаси (ёнилғининг берила бошлаш вақти) бир хил бўлишини таъминлаш орқали эришиш мумкин. Дизелларда, булардан ташқари, ёнилғини киритиш ва тўзитиш қонуниятлари ҳамда аралашма ҳосил бўлиш параметрлари ҳам бир хилда бўлиши лозим. Бензинда ишлайдиган ИЕД лар иш жараёнининг цилиндрлар бўйича бир хил бўлиши деганда учқун разряди параметрларининг, аралашманинг таркиби ва тартибсиз ҳаракатланишининг бир хил бўлиши назарда тутилади.

Иш жараёнининг циклдан-циклга нобарқарор бўлиб бориши дизелларда ёнилғи аппаратларини такомиллаштириш билан, бензинда ишлайдиган ИЕД ларда эса аралашманинг мос таркибини танлаш, уни тартибсиз ҳаракатланидиган қилиш, ўт олдириш системаси элементлари ишини яхшилаш, ёнилғи билан таъминлаш аппаратларини такомиллаштириш орқали камайтирилади. Бу чораларнинг ҳаммаси ИЕДнинг иш жараёнини умумий созлаш давомида амалга оширилади.

ИЕДнинг мувозанат ҳолатда бўлишини таъминлашда конструктив чоралар асосий роль ўйнайди. Улар умумий тузиш масалалари (цилиндр сони ва жойлашуви, тирсакли вал схемаси, элементларнинг конструктив нисбатлари, цилиндрларнинг ишлаш тартибини танлаш, посангилар қўллаш) ни ишлаб чиқишни ўз ичига олади. ИЕД нинг конструкцияда кўзда тутилган даражадаги мувозанатланган бўлишликни таъминлашда технологик чоралар катта аҳамиятга эга. Улар барча поршень комплеклари ва шатун группалари массаларини уларнинг оғирлик марказлари, барча поршень группаларининг кинематикаси бир хилда, тирсакли вал ҳамда маховикнинг мувозанатланган бўлишига эришишга қаратилган. Мазкур чоралар мавжуд допуск-

лар системасига мувофиқ тарзда деталларни тайёрлаш ва двигателларни йиғиш жараёнида амалга оширилади.

Тирсакли валнинг марказдан қочма инерция кучлари таъсирида тўлиқ мувозанатланганликни таъминлаш учун қуйидаги талаблар қаноатлантирилиши: ҳамма массаларнинг айланиш ўқиға нисбатан статик моментлари йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак (статик мувозанатланганлик), марказдан қочма кучларнинг айланиш ўқида ётувчи исталган нуқтага нисбатан моментлари йиғиндиси ҳам нолга тенг бўлиши лозим (динамик мувозанатланганлик).

Бир тирсакли вални (15.9-расм, а) мувозанатлаш учун жағларининг давомига иккита бир хил оғирликдаги посангилар ўрнатилади:

$$m_{\text{пос}} = \frac{m_R R}{2r} = \frac{(m_{\text{шк}} + m_{\text{шп}} + 2m_{\text{жр}}/R) R}{2r},$$

бу ерда m_R — марказдан қочма кучни ҳосил қилувчи элементларнинг айланиш радиуси R га келтирилган массаси; ρ ва r (15.4-расмга қаранг) — мос равишда жағлар ҳамда посангилар оғирлик марказларининг айланиш радиуслари.

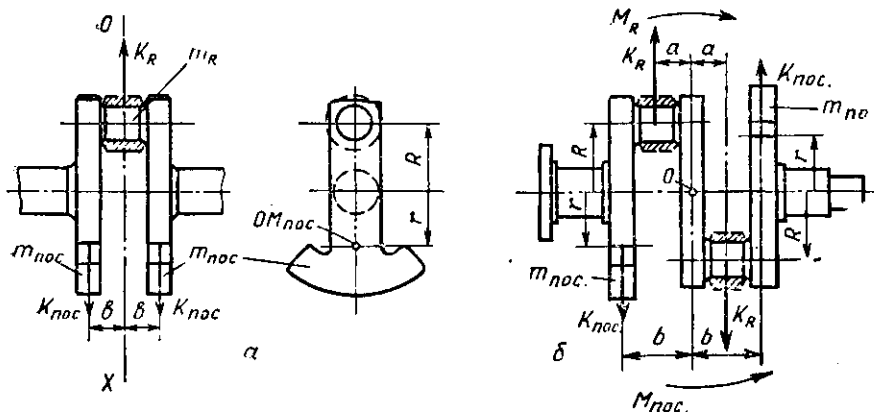
Динамик мувозанат таъминланиши учун посангилар цилиндр ўқи Ox га нисбатан симметриқ тарзда ўрнатилиши шарт.

Мувозанатланган икки тирсакли валда (15.9-расм, б) валнинг марказидан бир хил масофада ўрнатилган иккита бир хил оғирликдаги посангининг марказдан қочма кучи юзга келтирувчи бўйлама момент иккита тирсак айланганда ҳосил бўладиган марказдан қочма кучлар моментига тенг:

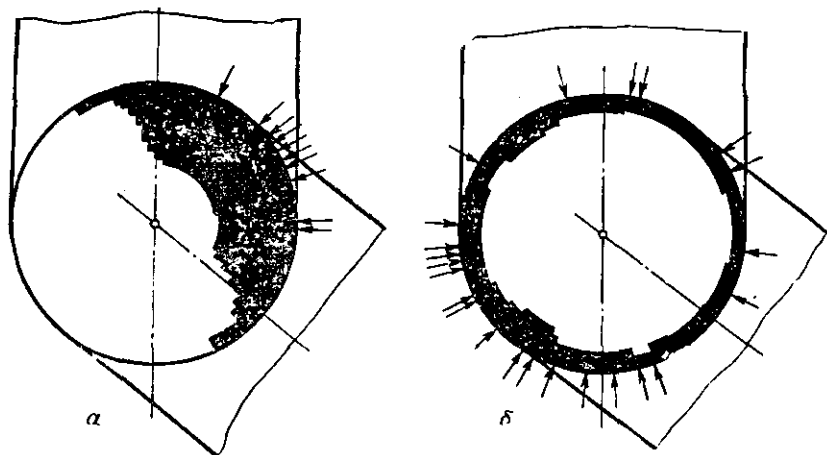
$$K_R 2a = K_{\text{пос}} 2b \text{ ёки } m_R R \omega^2 2a = m_{\text{пос}} r \omega^2 2b,$$

бундан

$$m_{\text{пос}} = m_R \frac{a}{b} \frac{R}{r}.$$



15.9-расм. Бир тирсакли (а) ва икки тирсакли (б) валларни мувозанатлаш



15.10- расм. Ўзак бўйиннинг ейилиш диаграммаси:

a — посангисиз; *b* — посанги билан

Цилиндрлари бир қатор жойлашган кўп цилиндрли ИЁД ларнинг тирсакли валлари посангилар ўрнатмасдан мувозанатланади. Бунинг учун:

тирсаклар сони жуфт бўлиши ва 4 тадан кам бўлмаслиги;
валда бўйлама ўққа перпендикуляр бўлган ва валнинг ўртасидан ўтувчи симметрия текислиги бўлиши;

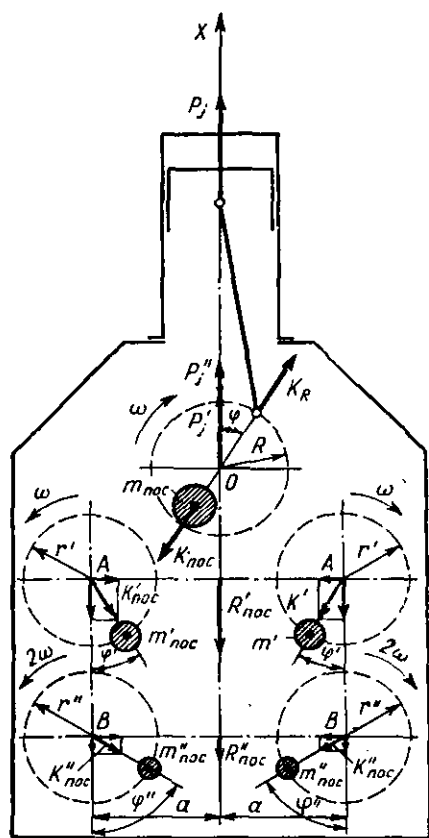
валнинг оғирлик маркази айланиш ўқида жойлашиши керак.

Бу ҳолда валнинг ўзи мувозанатланган бўлишига қарамай, вални эгувчи моментларни кичрайтириш ва ўзак подшипникларни юксилантириш учун валларга кўпинча посангилар ўрнатилади. Агар тирсакли валга посанги ўрнатиладиган бўлса, ўзак бўйиннинг ейилиш диаграммаси уларнинг марказдан қочма кучларини ҳисобга олиб тузилади. Бунда ўзак бўйиннинг юкланиши ва ейилиши бир текисроқ бўлади (15.10- расм).

Қуйида турли конструктив схемалардаги двигателларни инерция кучларидан мувозанатлаш усуллари кўриб чиқилади.

Бир цилиндрли ИЁД (15.11- расм)

Йиғинди марказдан қочма инерция кучи K_R , 15.9- расм, *a* га мувофиқ тирсакли вал жағининг давомига ўрнатилган иккита посанги билан мувозанатланади. Қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари P_i , 15.11- расмга мувофиқ, қўшимча *A* ва *B* посангилар системасини ўрнатиш орқали мувозанатланиши мумкин. Биринчи тартибли ташкил этувчи $P_{II} = -m_i R \omega^2 \cos \varphi$ валикларга цилиндрнинг ўқиға нисбатан симметрик тарзда жойлаштирилган айланувчи иккита посанги $m'_{\text{пос}}$ воситасида мувозанатланади. Посангилар тирсакли валнинг ўқиға перпендикуляр бўлган ва цилиндр



15.11- расм. Бир цилиндрли тўрт такт-
ли ИЭД да инерция кучларини муво-
занатлаш

ўқи орқали ўтувчи текислик-
да жойлаштирилади. Улар
тисакли вал тезлигида қара-
ма-қарши томонларга айлана-
ди, вертикалга нисбатан φ'
бурчак эса ҳар онда криво-
шипнинг бурилиш бурчаги φ
га тенг бўлиши керак. Бунда

$$m'_{\text{пос}} = \frac{1}{2} \frac{R}{r'} m_j.$$

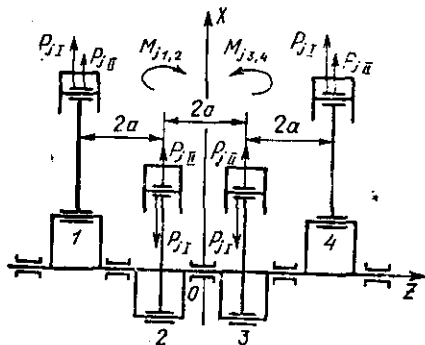
Иккинчи тартибли ташкил
этувчи $P_{jII} = -m_j R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi$
 P_{jI} га ўхшаш мувозанатла-
нади, аммо валиклар тисакли
валга нисбатан икки баравар
катта тезликда, яъни 2ω тез-
ликда айланиши, $m''_{\text{пос}}$ посан-
гилар эса айланган пайтда
ҳар онда 2φ га тенг вертикал-
га нисбатан φ'' бурчакни ҳо-
сил қилиши лозим; посанги-
нинг массаси $m''_{\text{пос}} = (m_j/8) \cdot$
 $(R/r'') \lambda$.

Мувозанатловчи механизм
ишлайётган вақтда ҳар қайси
қўшимча посангилар жуфти
марказдан қочма кучининг
вертикал ташкил этувчилари
тенг таъсир этувчи куч ҳосил
қилади. Бу ташкил этувчи P_j
нинг таъсир чизиги бўйича
йўналади, тегишли инерция
кучи (P_{jI} ва P_{jII}) га тенг

ва унга қарама-қарши бўлади. Қўриб чиқилган усул
бўйича P_{jI} ва P_{jII} кучларни мувозанатлаш тадқиқот мақсадлари учун
мўлжалланган бир цилиндрли махсус қурилмалардагина қўлланила-
ди. Одатдаги мақсадларга мўлжалланган бир цилиндрли мавжуд
ИЭД ларда фақат посангилар ўрнатилади (15.9- расм, а). Бунда
уларнинг массаси марказдан қочма K_R кучни мувозанатлаш учун за-
рур бўлган массадан каттароқ олинади. ИЭД ишлайётганда посанги-
ларнинг ортқча марказдан қочма кучининг вертикал ташкил этув-
чиси P_{jI} ни камайтиради. Аммо аynи пайтда қиймати ва йўна-
лиши жиҳатидан ўзгарувчан бўлган мувозанатланмаган горизонтал
ташкил этувчи пайдо бўлиб, у ИЭД нинг тўнқарилишига ва унинг
ўзи ўрнатиш таянчлар текислиги бўйлаб сурилишига сабаб бў-
лади.

Цилиндрлари бир қатор жойлаштирилган тўрт тактли, тўрт цилиндрли ИЕД

Бундай двигателнинг тирсакли вали текис, марказий O нуқтага нисбатан симметрик, қўшни цилиндрларнинг 180° бурчак остида силжитилган кривошипларига эга бўлади (15.12- расм). Вал посангиларсиз статик ва динамик жиҳатдан мувозанатланган, яъни $\sum K_{Ri} = 0$; $\sum M_{Ri} = 0$.



15.12- расм. Бир қаторли тўрт тактли, тўрт цилиндрли ИЕД ни мувозанатлаш

Биринчи ва тўртинчи цилиндрлар учун биринчи тартибли инерция кучлари $P'_{ji} = -m_j R \omega^2 \cdot \cos \varphi = C \cos \varphi$ га тенг, иккинчи ва учинчи цилиндрлар учун эса $P'_{ji} = C \cos (\varphi + 180^\circ) = -P'_{ji}$.

Шундай қилиб, $\sum_1^4 R_{ji} = 0$. Вал симметрик бўлганидан $\sum M_{ji} = 0$.

Биринчи ва тўртинчи цилиндрлар учун иккинчи тартибли инерция кучлари $P'_{jii} = -m_j R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi = C \cos 2\varphi$ λ , иккинчи ҳамда учинчи цилиндрлар учун эса $P'_{jii} = C \lambda \cos 2 (\varphi + 180^\circ) = C \lambda \cos 2\varphi$. Бино-

барин, $\sum_1^4 P'_{jii} = -4 m_j R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi$ бўлиб, одатда, мувозанатланмаганлигича қолади ва таянчларда ишораси ўзгарувчан вертикал юкланишлар ҳосил қилади. Тирсакли вал симметрик бўлгани учун иккинчи тартибли инерция кучлари ҳосил қилувчи йиғинди бўйлама момент $\sum M'_{jii} = 0$ бўлади.

Цилиндрлари бир қатор жойлашган олти цилиндрли, тўрт тактли ИЕД

Ушбу ИЕД нинг тирсакли, вали фазовий бўлиб, бир-бирига нисбатан 120° бурчак остида жойлашган кривошипларга эга (15.13- расм). Вал марказий O нуқтага нисбатан симметрик бўлиб, марказдан қочма инерция кучлари воситасида мувозанатланган, яъни

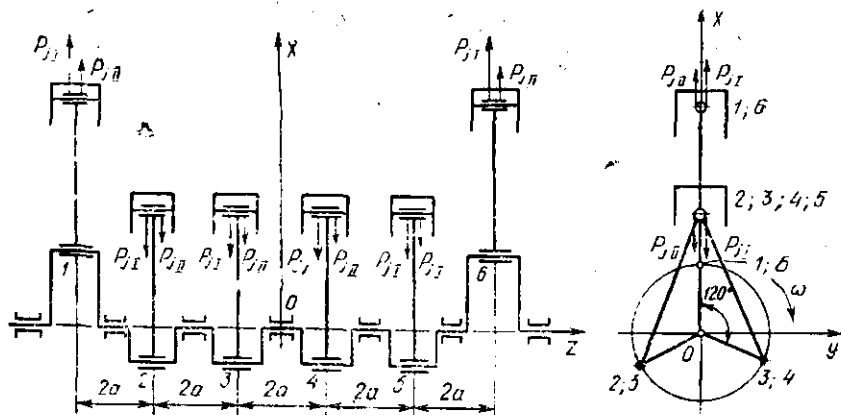
$$\sum K_{Ri} = 0 \text{ ва } \sum M_{Ri} = 0.$$

Кривошиплари бир фазада бўлган ўхшаш цилиндрларнинг биринчи тартибли инерция кучлари қуйидагиларни ташкил этади:

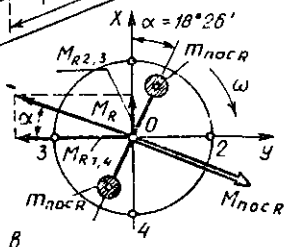
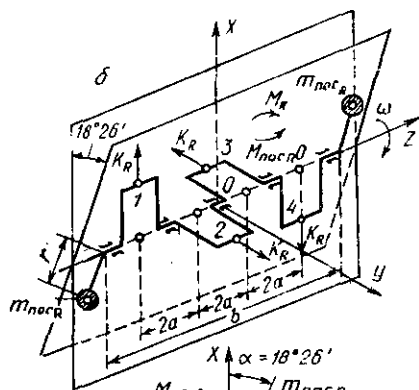
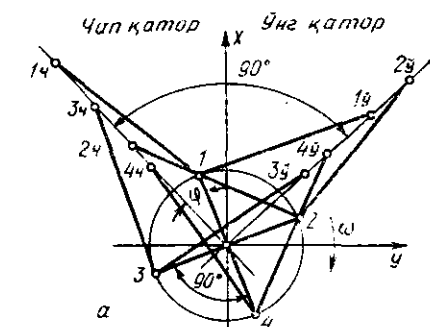
1 ва 6- цилиндрлар учун $P'_{ji} = C \cos \varphi$;

3 ва 4- цилиндрлар учун $P'_{ji} = C \cos (\varphi + 120^\circ)$;

2 ва 5- цилиндрлар учун $P'_{ji} = C \cos (\varphi + 240^\circ)$.



5.13- расм. Бир қаторли тўрт тактли, олти цилиндрли ИЕД ни мувознатлаш



$$\sum_{i=1}^6 P_{iI} = 2C [\cos \varphi + \cos (\varphi + 120^\circ) + \cos (\varphi + 240^\circ)] = 0.$$

Иккинчи тартибли инерция кучлари қуйидагиларни ташкил этади:

1 ва 6- цилиндрлар учун $P'_{1II} = C\lambda \cos 2\varphi$;

3 ва 4- цилиндрлар учун $P'_{3II} = C\lambda \cos 2(\varphi + 120^\circ)$;

2 ва 5- цилиндрлар учун $P'_{2II} = C\lambda \cos 2(\varphi + 240^\circ)$.

$$\sum_{i=1}^6 P_{iII} = 2C\lambda [\cos 2\varphi + \cos 2(\varphi + 120^\circ) + \cos 2(\varphi + 240^\circ)] = 0.$$

Вал симметрик бўлганидан

$$\sum M_{iI} = 0 \text{ ва } \sum M_{iII} = 0.$$

Шундай қилиб, мазкур двигателда ёнаки N куч юзага келтирувчи тўнқарувчи моментгина мувозанатланмаган ҳолатда қолади.

15.14- расм. Тўрт тактли, саккиз цилиндрли оғиш бурчаги 90° бўлган V-симон ИЕД ни мувозанатлаш:

a — двигатель схемаси; b — бўйлама моментин икки посланги ёрдамида мувозанатлаш; $в$ — натижаловчи векторларни аниқлаш

*Саккиз цилиндрли, тўрт тактли, оғиш бурчаги
90° бўлган V-симон ИЕД*

Мазкур двигатель цилиндрларида чақнашлар наевбатма-навбат бир текисда юз бериши билан ажралиб туради ва автотракторсозликда кенг қўлланилади. Бундай двигателнинг тирсакли валли фазовий, носимметрик бўлиб, иккита ўзаро перпендикуляр текисликда жойлашган кривошипларга эга (15.14-расм). Кривошиплар турли томонга керилганлиги сабабли марказдан қочма инерция кучлари йиғиндиси нолга тенг. Аммо вал носимметрик бўлгани туфайли у айланганда K_R куч таъсирида бўйлама момент юзага келади. Унинг марказий O нуқтага нисбатан қийматини қуйидагича топиш мумкин:

биринчи ва тўртинчи кривошипларнинг кучлари ҳосил қилувчи жами момент ана шу тирсақларнинг текислигида таъсир қилади ва $M_{R1,4} = 6 a K_R$ ни ташкил этади;

иккинчи ва учинчи кривошипларнинг кучлари ҳосил қилувчи жами момент перпендикуляр текисликда таъсир қилади ва $M_{R2,3} = -2a K_R$ ни (15.14-расмга кўра соат милининг айланиш йўналишига тескари йўналишда) ташкил этади;

натижаловчи момент ташкил этувчиларни геометрик усулда қўйиш орқали ҳосил қилинади:

$$M_{R\Sigma} = \sqrt{(6a K_R)^2 + (-2a K_R)^2} = a K_R \sqrt{40} = 6,325 a K_R.$$

Натижаловчи моментнинг таъсир қилиш текислиги α бурчак билан аниқланади. Бу бурчак $\operatorname{tg} \alpha = (-2a K_R) / 6a K_R = -1/3$ муносабатдан (биринчи тирсак текислигига нисбатан) аниқланади; $\alpha^\circ = 18^\circ 26'$.

$P_{II} = C \cos \varphi$ умумий формула билан аниқланувчи биринчи тартибли инерция кучлари 15.2-жадвалда чап ва ўнг блок цилиндрлари учун келтирилади. Бунда ҳар бир цилиндрга хос бўлган тирсакли валнинг бурилиш бурчаги функциялари биринчи цилиндрнинг

φ бурчагига келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, $\sum_1^8 P_{II} = 0$ бўлар экан. Валнинг ҳар бир тирсаги учун, $P_{II\Sigma} = m_j R \omega^2$ бўлиб, айланиш марказидан кривошип бўйлаб йўналгандир, яъни K_R куч кабидир. У ҳам натижаловчи бўйлама момент $M_{II\Sigma}$ ни беради.

Ушбу иккала момент ҳам (яъни $M_{R\Sigma}$ ва $M_{II\Sigma}$) тирсакли валнинг учларига ўрнатилган иккита посанги ёрдамида мувозанатланиши мумкин (15.14-расмга қаранг). У ҳолда, агар $|M_{\text{пос}}| = |M_{R\Sigma} + M_{II\Sigma}|$ бўлса,

$$m_{\text{пос}} r' \omega^2 b = (K_R + P_{II\Sigma}) a \sqrt{40} \quad m_{\text{пос}} = 6,325 \frac{a}{b} \frac{R}{r'} (m_R + m_j)$$

бўлади.

Равшанки, ҳар қайси тирсакда марказдан қочма кучларни ҳам биринчи тартибли инерция кучларини ҳам тирсак жағларининг даво-

Кучлар	Чап қатордаги цилиндрлар			
	1	2	3	4
$P_{/I}$	$C \cos \varphi$	$-C \sin \varphi$	$C \sin \varphi$	$-C \cos \varphi$
$P_{/II}$	$C \lambda \cos 2\varphi$	$-C \lambda \cos 2\varphi$	$-C \lambda \cos 2\varphi$	$C \lambda \cos 2\varphi$

мига ўрнатилган иккита посанги ёрдамида, яъни бир тирсакли вал учун мўлжалланган усул бўйича мувозанатлаш мумкин (15.8-расмга қаранг). Ҳозирги вақтда иккала усул ҳам қўлланилади.

Ушбу $P_{III} = C \lambda \cos 2\varphi$ умумий формула билан аниқланувчи иккинчи тартибли инерция кучлари 15.2-жидвалда ҳамма цилиндрлар учун кўрсатилган.

Ҳар қайси цилиндр учун хос бўлган кривошипнинг бурилиш бурчаги функциялари биринчи цилиндрнинг φ бурчагига келтирилган.

Инерция кучларининг тенг таъсир этувчилари ҳар қайси тирсак учун модуль бўйича $\sqrt{2} \lambda C \cos 2\varphi$ га тенг бўлиб, горизонтал текисликда таъсир қилади. Бунда биринчи ва тўртинчи кривошиплар учун улар бир томонга, иккинчи ҳамда учинчи кривошиплар учун эса бошқа (қарама-қарши) томонга таъсир қилади.

Шу сабабли

$$\sum_{i=1}^8 P_{III} = 0 \text{ ва } \sum_{i=1}^8 M_{III} = 0.$$

Цилиндрлари икки қатор жойлашган ўн икки цилиндрли, тўрт тактли ИЕД

Ушбу двигателни марказий нуқтага нисбатан симметрик бўлган фазовий олти тирсакли умумий валга эга бўлган иккита олти цилиндрли двигателлар қўшилмасидан иборат деб қараш мумкин. Ҳар қайси олти цилиндрли ИЕД да биринчи ва иккинчи тартибли инерция кучлари, шунингдек уларнинг моментлари мувозанатланган бўлади. Бу — блокнинг оғиш бурчагидан қатъи назар, ўн икки цилиндрли двигатель учун ҳам ўринлидир. Марказдан қочма кучлар ва уларнинг моментлари ҳам посангиларсиз мувозанатланган. Блокнинг оғиш бурчаги 60° бўлганда чақнашлар навбатма-навбат бир текис юз беради. Баъзан конструктив мулоҳазаларга кўра бу бурчак ўзгартирилади, шунда чақнашлар номунтазам равишда навбатлашиб келадиган бўлади, бу эса двигателнинг раван ишлашига таъсир қилади.

Кўп цилиндрли ИЕД ларнинг мувозанатланганлигини қараб чиқишда, барча цилиндрларнинг поршень ва шатун комплекслари бир хил массага эга, деб фараз қилинади. Бундай бир хиллик деталларни тайёрлашда ва ишлаб чиқариш жараёнида двигателларни йиғиш олдидан мазкур деталларни комплекташда технологик жиҳатдан муайян аниқлик билан таъминланади.

тартибли инерция кучлари

Ўнг қатордаги цилиндрлар			
1	2	3	4
$C \sin \varphi$	$C \cos \varphi$	$-C \cos \varphi$	$-C \sin \varphi$
$-C \lambda \cos 2 \varphi$	$C \lambda \cos 2 \varphi$	$C \lambda \cos 2 \varphi$	$-C \lambda \cos 2 \varphi$

Бу шартни бажармаслик ИЕД нинг мувозанатланганлигини бузди, оқибатда осмадаги двигатель тебранади ва титрайди, шунингдек двигатель ҳосил қиладиган механик шовқин кучаяди. Барча цилиндрлардаги ҳаракатланувчи деталлар массасининг бир хил бўлишига нисбатан қўйиладиган юқори талабларга ИЕД ни тузатиш чоғида ёки уни ишлатиш жараёнида якка деталларини алмаштириш чоғида ҳам амал қилиниши керак.

Шуни назарда тутиш лозимки, двигатель титрашининг, тебранишининг ёки нотекис ишлашининг кучайиши фақат соф механик сабаблар туфайли эмас, балки цилиндрларда иш жараёни бузилиши оқибатида ҳам рўй бериши мумкин. Дизелларда бу ҳодиса юқори босимли насос бўлинмалари ёнилғини бир хилда дозаламаслиги, ёнилғи пуркала бошлаш лаҳзасидаги фарқлар, форсункалар ростланишининг ва ишининг бузилиши (игнанинг ҳаракатчанлиги йўқолиши, сопло тешикларининг ифлосланиши) натижасида содир бўлиши мумкин. Бензинда ишлайдиган ИЕД нинг титраши ёки тебранишига свечаларнинг носозлиги, узгичдаги кулачок ва бошқа элементларнинг ейилиши, шунингдек контактларнинг куйиши, турли цилиндрларга келувчи ёнувчи аралашманинг таркиби ёки миқдори бўйича бир хилда эмаслиги ва ишнинг цикдан-циклга нобарқарор бўлиб боришини кучайтирувчи бошқа омиллар сабаб бўлиши мумкин.

16- БОБ. МОЙЛАШ СИСТЕМАСИ

16.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

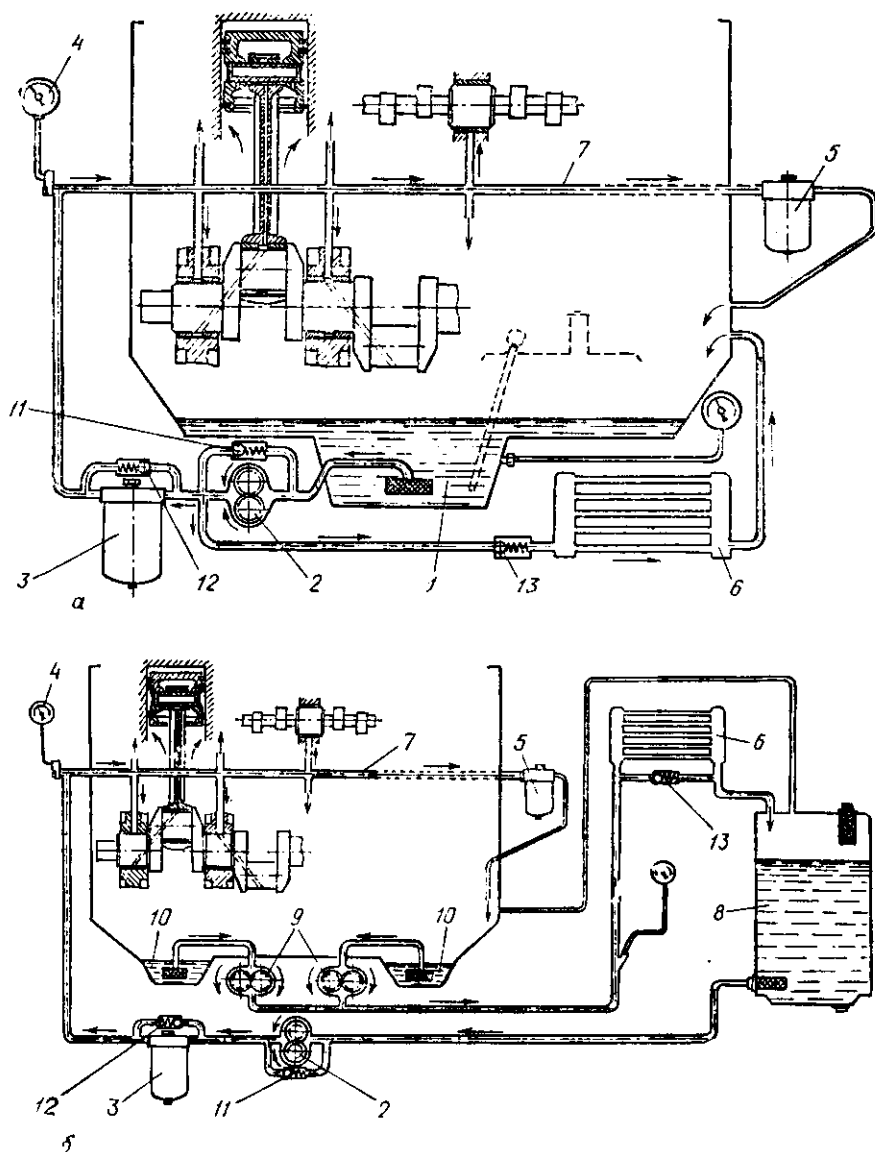
Мойлаш системаси ИЕД нинг ҳаракатланувчи туташмалари ва узелларида ишқаланишга бўладиган исрофларнинг камайишини шунингдек деталларни ишқаланиш туфайли ҳамда ёниш камерасидан иссиқликнинг деворларга ўтиши туфайли юзага келувчи иссиқликдан ҳимоялашни таъминлайди. Системадаги мойдан деталларни занглашдан сақлаш ва ёниш камерасини қартер томондан зич (герметик) бўлишини таъминлаш (бу ишни зичловчи ҳалқалар сиртлари билан поршень сирти орасидаги тирқишга тўлдирилган мой бажаради) ва бу билан қартерга газ ўтишининг олдини олиш учун фойдаланилади. Кучайтирилган ИЕД ларда ёниш жараёни ҳисобига қизийдиган деталларни

(биринчи навбатда поршенни) совитиш мойлаш системасининг махсус вазифаларидан биридир. Аралашма ҳосил бўлишини ва ёнишини ташкил қилишнинг муайян усулларида поршенга ростланадиган миқдорда мой узатишдан ёниш камераси деворининг ҳароратини кўзда тутилган даражада тутиб туриш учун фойдаланилади.

Кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар двигателларининг деярли ҳаммасида комбинациялашган мойлаш системалари қўлланилади. Бундай системаларда мойлаш нуқталарининг бир қисми (тирсакли валнинг ўзак ва шатун подшипниклари, тақсимлаш валининг таянчлари, клапан коромислolari, тақсимлаш шестернялари, мой ҳамда ёнилғи насосларининг юритмалари) босим остида узатиладиган мой билан мойланади, бошқа қисми эса (цилиндрлар деворлари, тақсимлаш валининг кулачоклари, турткичлар, штангалар ва ҳоказо) ҳаракатланувчи узелларнинг тирқишларидан чиқаётган мойнинг сачратилиши билан, шунингдек картер бўшлиғини тўлдириб турган мой тумани билан мойланади. Иш режими жадал кечувчи ИЕД ларда поршень бармоқлари, турбокомпрессорлар ва одатда мой сачратиш усулида мойланадиган кўпгина бошқа деталлар ҳам босим остида мойланади.

Қизиган ИЕД нинг мойлаш системасидаги босим номинал режимда 0,25—0,50 МПа ни (салт ишлашда 0,07—0,1 МПа ни) ташкил этади ва у циркуляцион насос ёрдамида ҳосил қилинади. Кўпгина двигателларда мойнинг зарур миқдори картер поддониди (ҳўл картерли система) сақланади. Ўнқир-чўнқир жойларда ёки тоғ шароитида ишлашга мўлжалланган машиналарда қуруқ картерли мойлаш системаси қўлланилади. Бундай системада мойнинг асосий қисми махсус идишда сақланади. Мазкур система қўлланилган двигателни картер поддонидида мой резервуари йўқлиги сабабли бирмунча пастга тушириш мумкин бўлади. Ушбу система буғланиш ва сачраш туфайли бўладиган мой исрофи кам бўлишини таъминлайди, шунингдек ҳаво ксилороди иштирокида иссиқ юзаларга тегиш туфайли мойнинг эскиришини камайтиради. Аммо унинг конструкцияси мураккаброқ ва нархи қимматроқдир.

16.1-расм, а да ҳўл картерли, б да эса қуруқ картерли мойлаш системаси тасвирланган (ўмумий элементлари бир хил рақамлар билан номерланган). Поддон 1 (идиш 8) дан мой дастлабки тозалаш фильтри ўрнатилган қабул қилгич орқали насос 2 воситасида тўлиқ оқимли дағал тозалаш фильтрига ва кейин магистраль 7 орқали босим билан мойланадиган узелларга узатилади. Тирқишлардан сизиб чиққан қизиган мой бошқа деталларга сачрайди ҳамда картер ва бошқа бўшлиқларда мой туманини ҳосил қилади. Айни пайтда мойнинг 10—15% қисми майин тозалаш фильтри 5 га келади, ундан чиққандан кейин эса картерга тушади. Системада асосий оқимга параллел қилиб уланган мой совиткич 6 бўлиб, у мойнинг ҳароратини пасайтиришга мўлжалланган. Мой совиткичлар (радиаторлар) иш режими жадал кечадиган, айниқса, поршенларни совитиш учун



16.1-расм. ИЕД нинг мойлаш системаси:

a — ҳўл картерли; *б* — қуруқ картерли

мойдан фойдаланиладиган двигателларда қўлланилади. Бунда мойлаш системасига ўтувчи иссиқлик миқдори 1,5 барабар ва бундан ҳам ортиқ зиёдашиши мумкин. Иш режими ўртачароқ бўлган двигателларда картердаги мой уни ҳаво оқими билан шамоллатиш орқали совитилади, иссиқлик алмашувини жадал-

лаштириш учун картер деворларига баъзан қобирғалар қилинади.

Машина анча қия жойларда ҳаракатланганда ва ҳаракат режими кескин ўзгариб турганида картернинг мой қабул қилгичига ҳаво кириб қолиб, системадаги босим пасайиши ва мойлаш режими бузилиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун картернинг поддони чуқурроқ қилиб ишланади ёки унинг ичига мой оқиб ўтишига тўсқинлик қилувчи тўсиқлар ўрнатилади.

Қуруқ картерли системанинг мой насосида ҳайдаш бўлинмаси ва сўриш бўлинмаси 9 (баъзан иккита) бўлади. Бу бўлинмалар қабул қилиш бўшлиқлари 10 дан мойни олиб, совигандан сўнг уни идиш 8 га йўналтиради. Ҳозирги вақтда кетма-кет уланган майин тозалаш филтрларидан фойдаланишга ҳаракат қилинмоқда. Аммо бунинг учун уларнинг ўтказиш қобилиятини кўп марта ошириш талаб этилади. Мойнинг бундай тўлиқ оқимли тарзда тозаланиши деталлар ейилишининг анча камайишини ва двигателнинг моторесурси ошишини таъминлайди.

16.2. ИЕД ДЕТАЛЛАРИНИНГ МОЙЛАНИШ ШАРТ-ШАРОИТЛАРИ

Ишқаланувчи сиртларга узатиладиган мойнинг асосий вазифаси ишқаланишдаги исрофларни ва деталларнинг ейилишини камайитиришдан иборат. Мавжуд ИЕД ларда сирпанишдаги ишқаланиш кўпроқ учрагани сабабли фақат ана шу ишқаланишни кўриб чиқиш билан кифояланамиз. Сирпанишдаги ишқаланиш қуруқлайин, суюқликли ва чегаравий бўлиши мумкин.

Қуруқлайин ишқаланишда икки деталнинг қаттиқ сиртлари бир-бирига тегиб туради ва уларнинг ўзаро ҳаракатланишида иккала деталнинг сиртидаги микро нотекисликлар тўғридан-тўғри ўзаро таъсирлашади, натижада улар ё эластик, ёки пластик деформацияланади, ёхуд чиқик жойлар қирқилиб, ейилиш маҳсуллари пайдо бўлади. Сиртларнинг бундай ўзаро таъсирлашуви иссиқлик ажралиб чиқиши ва ҳароратнинг кўтарилишига олиб келади. Натижада ишқаланишни енгишга сарфланадиган иш ортади, материалларнинг технологик жиҳатдан ҳосил қилинган қаттиқлиги, мустаҳкамлиги ва бошқа механик хоссалари бузилади, сиртқи қатламларининг структураси ўзгаради. Ейилиш ва иссиқликдан кенгайиш оқибатида деталларнинг геометрик ўлчамлари ўзгаради, ёпиқ туташмаларда кўзда тутилган ўрнатишлар бузилади. Ўрнатишларнинг бузилиши деталларнинг бир-бирига нисбатан қўзғалувчанлиги бузилиши ва уларнинг қадалиб қолишига, шунингдек ўзелларнинг бутунлай ишдан чиқишига олиб келиши мумкин. Ишқаланишга энергиянинг исроф бўлиш жадаллиги ва деталларнинг ейилиши қўйилган юкланиш ҳамда бир-бирига нисбатан ҳаракатланиш тезлигига мутаносибдир. У материалларнинг хоссалари ва ўзаро танланишига боғлиқ. ИЕД ларда қуруқлайин ишқаланиш бўлишига йўл қўйиб бўлмайди.

Ишқаланувчи сиртлар орасига мой қатлами киритиш уларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланишидаги ўзаро таъсирла-

шув тарзини тамомила ўзгартиради. *Суюқликли ишқаланиш* деталларнинг ейилиши ва энергия исрофи камайиши нуқтаи назардан энг мақбул ишқаланиш ҳисобланади. Бунда мой қатлами ишқаланувчи қаттиқ сиртларни бир-биридан батамом ажратиб туради. Бу ҳолда ишқаланишга бўладиган исрофлар асосан мойнинг қовушоқлиги билан белгиланади.

Ишқаланишнинг бу тури, масалан, ҳисоблаб топилган иш режимларида тирсакли валнинг шатун ва ўзак подшипникларида юзага келади.

Чегаравий ишқаланишда ҳам ишқаланувчи сиртлар орасида мой қатлами бўлади, аммо бунда қаттиқ юзалар бевосита бир-бирига тегади ва бунинг оқибатида улар ейилади. ИЕД нинг кўпгина деталлари ана шундай шаронгта ишлайди. Бунда узатиладиган мой миқдорига, двигателнинг тезлик ва юкланиш режимларига, деталлар ҳарорати ва бошқа омилларга боғлиқ равишда узелларнинг ишлаш тарзи суюқликли ишқаланишдагидан кўп ёки кам даражада фарқ қилади. Бу ҳолда оралик таърифлар — *ярим суюқликли*, *ярим қуруқлайин* ишқаланиш атамалари қўлланилади. Табиийки, мумкин қадар суюқликли ишқаланиш бўлишини таъминлашга ҳаракат қилинади, аммо таъсир этувчи омилларнинг кўплиги ҳамда деталлар, узеллар ва умуман ИЕД ишининг ўзига хос хусусиятлари туфайли бунга ҳамма вақт ҳам эришиб бўлавермайди.

ИЕД нинг босим билан мойланадиган узел — тирсакли вал сирпаниш подшипнигининг ишини кўриб чиқамиз. *P* куч қўйилган вал подшипникда айланганида эксцентрик вазиятни эгаллаб (16.2-расм, *a*) мойни понасимон тирқишга тортиб киритади. Валга бевосита тегиб турувчи мой зарраларининг ҳаракат тезлиги валнинг чекка сиртидаги айланма тезликка тенг. Қўзғалмас подшипник сиртида мой зарраларининг айланма тезлиги нолга тенг бўлади. Шундай қилиб, узел ишлаётганда мойнинг бир қатлами иккинчисига нисбатан сирланади, бунда улар қовушоқ ишқаланиш кучларини енгади. Мойда гидродинамик босим пайдо бўлиб, вал билан подшипник орасидаги тирқиш торайгани сари бу босим кўтарилиб боради (босим эпюрига қаранг). Гидродинамик босимнинг кўтарилиши мойнинг тирқишлар орқали вал ўқи бўйлаб сизиб чиқишига олиб келади, қовушоқ ишқаланиш кучи эса бунга қаршилик қилади. Вал ўқи бўйлаб босимнинг тахминий ўзгариши 16.2-расм, *b* да кўрсатилган. Подшипникнинг олд кесимларида гидродинамик босим йўқолади, чунки мой ташқарига оқиб чиқиши мумкин.

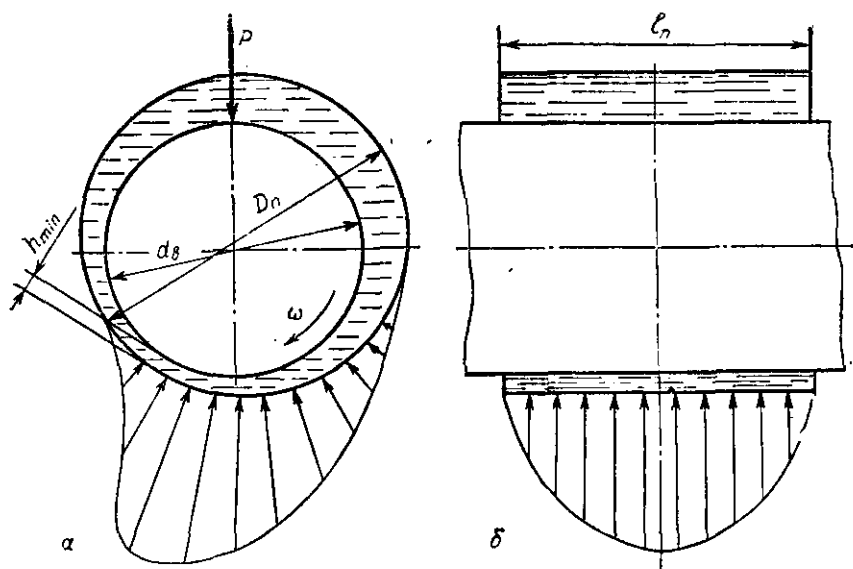
Айланиш частотаси ортиб боргани сари мойнинг тирқишга тортиб киритилиши кучайиб ва гидравлик босим кўтарилиб боради. Айланиш частотаси муайян қийматга етганда гидродинамик босим кучининг жами вертикал ташкил этувчиси *P* кучга тенглашади. Айланиш частотаси янада зиёдлашганда подшипникдаги вал мой қатлами устига чиқиб қолади ва энг кичик тирқишнинг қиймати катталашади. Бу қиймат вал ва подшипник сиртидаги микро нотекисликларнинг йиғинди баландлиги-

дан ортганда (таянчдаги валнинг эгилишини хисобга олган ҳолда) деталларнинг қаттиқ сиртлари мой қатлами востисасида бир-биридан ажратиб туради ва суюқликли ишқаланиш режими бошланади. Кўтариб турувчи (ажратиб турувчи) мой қатлами ёйининг узунлиги 120—130° ни ташкил этади.

Подшипниклар деталлари сиртларининг ишланиш тозалиги одатдагича, яъни автотрактор двигателларини ишлаб чиқариш жараёнида технологик жиҳатдан таъминланган даражада бўлганда, суюқликли ишқаланиш тирқишнинг камида 6—8 мкм га тенг энг кичик қийматида ишончли бўлади. Равшанки, ИЕДни тузатиш чоғида ҳам сиртларнинг ишланиш тозалиги, деталлар геометрик шаклларнинг тўғри ва вал ўзак подшипникларининг ўқдошлиги (ёки шатун подшипниклари ўқларининг параллеллиги) тегишлича бўлишига эришилиши зарур. Валнинг подшипникда қийшайиб қолиши иш режимини ва узелнинг мойланишини бузади.

Мойдаги гидродинамик босим қиймати, бинобарин, унинг кўтариб туриш қобилияти мойнинг қовушоқлиги ортиши билан зиёдлашади. Аммо шу билан бирга қовушоқ ишқаланишни енгилла энергия сарфи ҳам ортади. Шундай қилиб, мойнинг қовушоқлиги ортганда юзаларнинг ишончли мойланиши ошади, аммо бунинг оқибатида ишқаланишга қувватнинг исрофи ва солиштира ёнилғи сарфи кўпаяди. Бундан ташқари, бунинг учун мойни подшипниклар орқали ҳайдаб ўтказишга энергия сарфини ошириш, яъни системадаги босимни кўтариш талаб қилинади, натижада подшипникнинг юк тушадиган қисмида мойнинг исиши зиёдлашади. Мойнинг қовушоқлиги мумкин қадар паст, аммо подшипникларда ишончли суюқликли ишқаланиш бўлишини таъминлашга етарли даражада бўлиши лозим. ИЕД ни мойлаш учун қўлланиладиган, нефтдан олинган мойларнинг қовушоқлиги ҳарорат кўтарилиши билан анчагина пасайиши туфайли подшипникдаги мойнинг исиши энг кичик тирқишни янада кичиклаштирувчи ва мой қатламининг кўтариб туриш қобилиятини камайтирувчи омил бўлиб ҳисобланади.

Мой ҳароратининг ҳаддан ташқари кўтарилиши подшипник-боп антифрикцион материалларнинг чидамлилигига ёмон таъсир кўрсатади. Бироқ мой ҳароратининг кўтарилиши қовушоқ ишқаланишдаги исрофларни, бинобарин, солиштира ёнилғи сарфини камайтиради. Демак, мойнинг ҳарорати мумкин қадар юқори бўлиши, аммо подшипникларнинг ишончли мойланиши ва ишлаш қобилияти нуқтан назаридан жонз чекли қийматдан ошиб кетмаслиги керак. Мойнинг жонз энг юқори ҳароратини муайян даражада тутиб туриш учун катта юкланиш билан ишлайдиган ИЕД ларнинг мойлаш системасида совиткичлар қўлланилади. Мойнинг подшипник орқали ҳайдаб ўтказилишини ошириш, масалан, системадаги босимни кўтариш йўли билан мойнинг подшипникдан чиқишидаги ҳароратини маълум даражада пасайтириш мумкин. Аммо бунда мойнинг анчагина қисми подшипникнинг юк тушмайдиган қисмидаги катталашган тирқиш орқали чиқади, ҳолбуки мойнинг кўтариб турувчи қат-



16.2- расм. Сирпаниш подшипнигини мойлаш схемаси

ламидаги ҳарорат жуда оз ўзгаради. Ейилиш кучли бўлганда подшипник орқали ўтувчи мойнинг миқдори кўпаяди ва унинг ҳарорати $4-6^{\circ}$ га пасаяди, лекин бунда мой қатламининг кўтариб туриш қобилияти зиёдлашмайди.

Қўйилган P куч катталашганда подшипникдаги h_{min} нинг қиймати кичиклашади. Шу сабабли, подшипникларига катта юкланиш тушадиган ИЕД ларда қовушоқроқ мойлар қўлланилади. ИЕД даги тирсакли вал подшипникларининг мойланиш ишончилигини ҳисоблаб чиқишда юкланиш характеристикаси сифатида $R_{шб}$ (ёки R) тенг ташкил этувчининг ўртача қийматидан фойдаланилади. Бу ўртача қиймат динамик ҳисоблаш чоғида ($R_{шб}$ учун 15.6- расмдаги штрихланган зона) уни подшипник проекциясининг юза бирлигига бўлиб аниқланади, яъни $K = \frac{R}{l \cdot d}$, бу ерда l ва d — мос равишда подшипникнинг узунлиги ва диаметри.

Айланиш частотаси ортиши билан энг кичик зазорнинг катталиги ортади, натижада мойланиш ишончилиги ошади, аммо айти чоғда мойнинг исиши кучайиб, унинг қовушоқлиги пасаяди, бинобарин, тескари ҳодиса рўй беради. Подшипникларга тушувчи инерция кучлари жадал катталашини ҳам ҳисобга олиш зарур. Шу сабабли, бензинда ишлайдиган ИЕД лар учун тўлиқ юкланиш билан ишлагандаги номинал тезлик режими тирсакли вал подшипникларининг ишончли мойланиши нуқтаи назаридан энг оғир режим ҳисобланади. Нисбатан секин айла-

нувчи дизеллар учун, одатда, подшипникларнинг ишончли мойланиши энг катта буровчи момент режимига боғлиқ бўлади. Бу режимда катта газ кучларининг таъсири юқори бўлади.

Кўриб чиқиладиган туркумдаги машина двигателлари турли иқлим шароитларида ва атроф-муҳитнинг ҳар хил ҳароратларида, юкланиши ва айланиш частотаси кенг доирада ўзгариб турадиган шароитда қўлланилади. Бу шароитларнинг ҳаммаси мойнинг қовушоқлиги ҳамда подшипниклардаги ва мойланадиган бошқа узеллардаги мой қатламининг кўтариб туриш қобилияти анчагина ўзгаришига олиб келади. Шу сабабли энг катта юкланиш билан ишлайдиган подшипник ва узелларнинг ишончли мойланишини таъминлаш ёки уларнинг энг оғир иш шароитлари учун мослаб танланган мой қовушоқлиги бошқа подшипниклар ёхуд енгилроқ иш шароитлари учун энг яхши қовушоқлик бўла олмайди.

Масалан, энг катта юкланишлар учун қабул қилинган қовушоқлик кичик юкланишлар, салт ишлаш, ёки айниқса, совуқлайини ишга тушириш учун ортиқчалик қилади, чунки бунда қовушоқлик берилган режимларда механик исрофлар ҳамда ёнилғи сарфини оширади ва ИЕД нинг ишга тушиш сифатларини ёмонлаштиради. Бунинг эътиборга олиб мой қовушоқлиги иш режимига ёхуд ИЕД фойдаланиладиган шароитга мослаб ўзгартирилиши керак, ammo бундай қилишга имкон йўқ. Шунинг учун амалиётда мойни мавсумга (ёзги, қишқи), иш шароитига (енгил, ўртача, оғир) ёки ИЕД нинг турига қараб танлаш билан кифояланилади. Иш шароити ёки иш режими ўзгарганда қовушоқлиги кам ўзгарадиган, қовушоқлик-температура характеристикалари яхшиланган мойлар (масалан, барча мавсумбоп мойлар) қўллаш йўли билан мойнинг қовушоқлик хоссаларини ИЕД дан фойдаланиш талабларига бирмунча яқинлаштиришга эришилади. Сирпаниш подшипникнинг ишлаши нуқтан назардан қарайдиган бўлсак, бу талаб кўриб чиқиладиган режимда мойнинг подшипник орқали ўтишида ҳам, ИЕД нинг юкланиши ва айланиш частотаси ўзгарганида ҳам мойнинг қовушоқлиги кам ўзгартирилиши керак.

16.3. МОТОР МОЙЛАРИНИНГ ХОССАЛАРИ

Мотор мойларининг мойлаш хоссаларини ва ИЕД даги ишқаланишга бўладиган исрофларни белгилловчи қовушоқлик ва ёғлиликдан ташқари (бу ҳақда 9-бобда айтиб ўтилган эди) улар қатор муҳим хусусиятларга ҳам эга бўлиб, узел ҳамда деталларнинг ишга лаёқатлиги ва ишончли ишлаши ана шу хусусиятларга боғлиқ. Бу хоссалар мойларга доир стандартларда кўрсатилади ва ишлаб чиқаришда текшириб турилади. Ушбу хусусиятларга қуйидагилар киради.

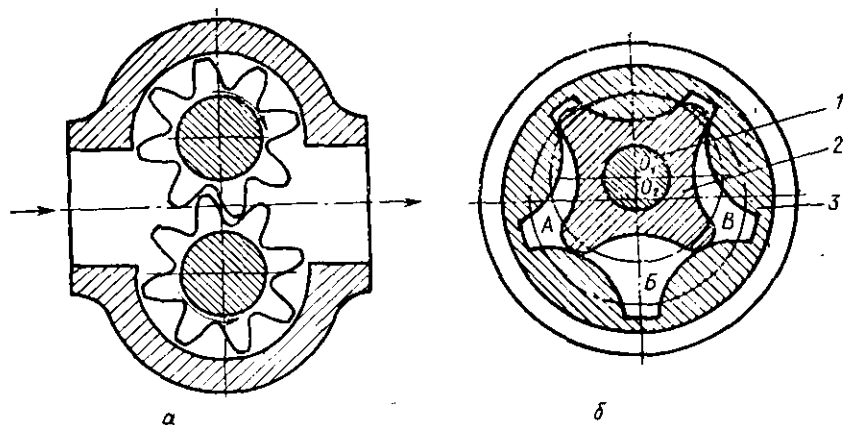
Қовушоқлик индекси — қовушоқликнинг температурага қараб ўзгаришини баҳоловчи кўрсаткич. У синаладиган мойни иккита эталон мой билан таққослаб аниқланади. Эталон мой-

лардан бирининг қовушоқлиги температура таъсирида энг кам, бошқасиники эса энг кўп ўзгарадиган бўлади. Температурага боғлиқ равишда қовушоқлик қанча кам ўзгарса, қовушоқлик кўрсаткичи шунча юқори бўлади.

Кислота миқдори — мойнинг ИЕД деталларини коррозиялашга мойиллиги. У кислота сони билан ифодаланади. Кислота сони эса 1 кг мойни батамом нейтраллаш учун зарур бўлган (ОН) миқдоридан иборат бўлади. Мотор мойлари тайёрлаш учун асос қилиб олинадиган мойларнинг жониз энг катта кислота сони қатъий тарзда белгилаб қўйилади. Тайёр мойларда сувда эрийдиган кислоталар бўлмаслиги ва уларнинг коррозиялаш хусусиятлари қатъий чекланган бўлиши керак. ИЕД ишлаётганда юқори ҳарорат ва ҳаво кислороди таъсирида мойда кислотали бирикмалар тўпланиб, унинг агрессивлигини кучайтиради. Бу жиҳатдан, олтингугуртли ёнилғиларнинг оксидланиш маҳсуллари таъсири айниқса номақбул ҳодисадир. Ҳосил бўлган олтингугуртли бирикмалар (айниқса нам иштирокида) подшипник қотишмаларининг ҳамда таркибида Cd, Zn, Cu лар бўлган бошқа материалларнинг емирилишига сабаб бўлади. Мазкур моддаларнинг коррозиялаш таъсирининг олдини олиш мақсадида тайёр янги мойлар муайян ишқор сони запаси билан етказиб берилади. Ишқор сони 1 г мойга тўғри келувчи (ОН) миқдорида (мг) ифодаланади. Ишқор сонининг жониз энг кичик миқдори стандартларда белгилаб қўйилади ва махсус қўшилмалар қўшини орқали таъминланади.

Оксидланишга қарши турғунлик — температура ва кислород миқдори юқори бўладиган шароитда мойнинг ўзида эримайдиган юқори молекуляр бирикмалар ҳосил бўлишига қаршилиқ кўрсатиш хусусияти. Ҳосил бўлган смолалар, локлар, шлам ва сўхта ИЕД ни ифлослантиради, поршень ҳалқаларининг куйиши ва мой филтрларининг тешиклари беркилиб қолишига сабаб бўлади. Бунинг олдини олиш учун мойларга махсус қўшилмалар қўшилади.

Кул ҳосил қилиш ва коксланувчанлик — мойнинг ёниши натижасида ёки қизиб турган газларга тегиши натижасида қаттиқ чўкиндилар ҳосил қилиш хоссаси. Махсус қўшилмалар қўшилмаган янги мойнинг кул ҳосил қилиши жуда кам бўлади ва фонининг мингдан бир улушида ўлчанади. Қовушоқроқ мойларнинг мазкур хоссаси юқорироқ бўлади. Қўшилмалар қўшилган мойлар кўпроқ кул ҳосил қилади. Мойда ёнилғининг парчаланиш ва оксидланиш маҳсуллари, чанг ҳамда бошқа ифлосликлар тўпланиши натижасида унинг кул ҳосил қилиш ва коксланиш даражаси ортади. ИЕД кул ҳосил қилиш ва коксланиш даражаси юқори бўлган мойда ишлаганда ёниш камерасида сўхта ҳосил бўлиб, у иссиқликнинг деворларга ўтишини бузади, сиқиш даражасини оширади, клапанлар беркилишининг зичлигини камайтиради, поршень ҳалқалари ва гильзанинг ейилишини кучайтиради. Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда сўхта детонацияга, калил аланганиш содир бўлишига, нормал ўт олишининг бузилишига сабаб бўлиши мумкин.



16.3- расм. Шестерняли мой насоси:

а — ташқи илашмалли, б — ички илашмалли

қилади. Одатда, ИЕД ларда ташқи илашмалли ҳажмий, шестерняли насослар қўлланилади. (16.3- расм, а). Етакчи шестерня айланганда мой кириш бўшлиғидан чиқиш бўшлиғига шестерня ботиқлари билан корпус деворлари орасида ўтади (стрелкалар билан кўрсатилган).

Бундай насослар тайёрланишига кўра оддий, ишончли ишлайди, системада зарур миқдорда босим бўлишини таъминлайди. Мазкур насослар қўлланилганда бир йўла ишловчи система бўлинмаларини ташкил қилиш мумкин, бу эса баъзида катта аҳамиятга эга. Тўғри ёки қия тишли шестернялар қўлланилади. Қия тишли шестернялар иш вақтида мой босими пульсацияси кичик бўлишини, бинобарин, тиш ботиқни беркитганда валга камроқ юкланиш тушишини таъминлайди. Шестернялар билан корпус орасидаги олд (торец) ва радиал тирқишлар 0,05—0,15 мм ни ташкил этади. Насосларнинг иш унуми ИЕД нинг барча иш режимлари ва мойнинг исталган температурасида системанинг эҳтиёжларини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб аниқланади. Температура кўтарилиши билан мойнинг қовушоқлиги пасаяди, бу эса ботиқларнинг мой билан тўлиши яхшиланиши натижасида насоснинг узатиши ортишига сабаб бўлади. Температура янада кўтарилганда юқори босимли бўшлиқдан кириш бўшлиғига мой оқиб ўтиши кўпайиши туфайли насоснинг иш унуми камаёди. ИЕД нинг иш жараёнида насос шестернялари, корпуси ва қопқоғининг ейилиши тирқишларнинг қатталашувиغا олиб келади, бунинг оқибатида насоснинг узатиши ва ҳосил қиладиган босими камаёди. Насоснинг иш унумини ҳисоблаб топишда бу жиҳат ҳам эътиборга олинади.

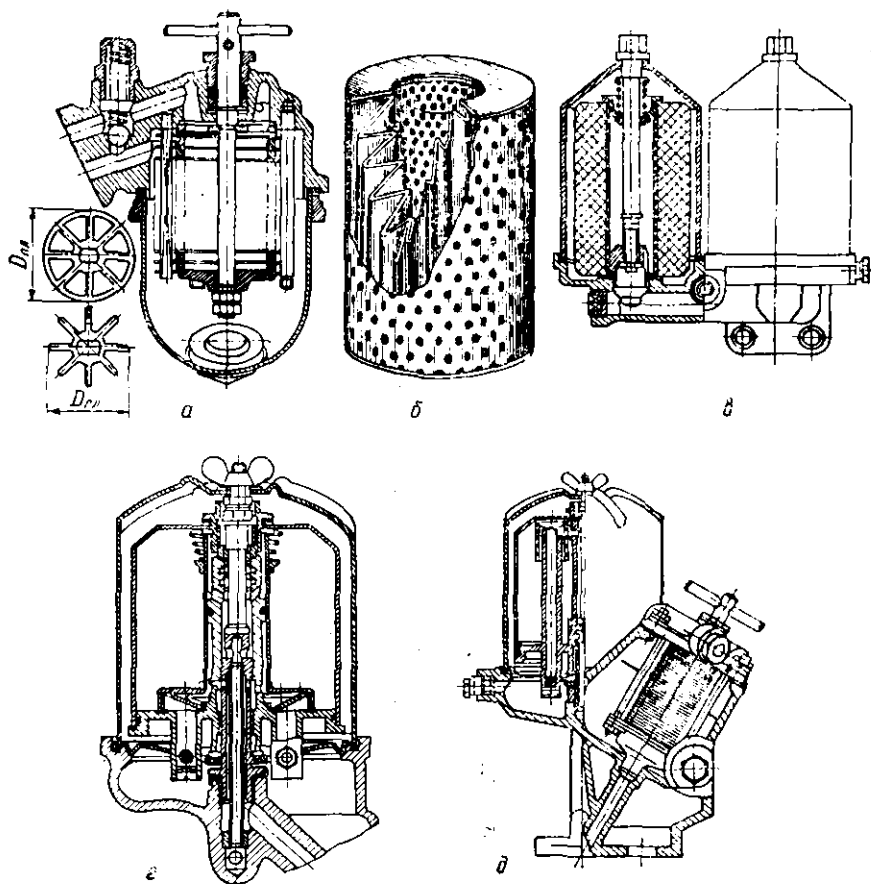
Насос узатган ортиқча мойни унинг ичига ўрнатилган редукцион клапан кириш бўшлиғига қайта ўтказди (16.1-расмдаги II га қаранг). Мазкур клапан босим система учун номинал ҳисобланган босимдан ортиқ бўлганда очилади. Редукцион кла-

пан бир неча режимларда ишлай олади. Насоснинг узатиши камайиб боргани сари бу клапан кириш бўшлиғига тобора кам мой ўтказади. Мой насослари ИЕД нинг тақсимлаш вали ёки тирсакли валидан ҳаракат олади ва $4000-5000 \text{ мин}^{-1}$ га тенг айланиш частотаси билан ишлайди. Баъзи насосларда иккита ҳайдаш бўлинмаси бўлади: улардан бир мойни совиткичга узатади, бу ердан мой картерга оқиб келади. Қуруқ картерли системаларда ҳайдовчи ва сўрувчи (баъзан иккита) бўлинмали насослар қўлланилади. Сўриш бўлинмасининг иш унуми одатда ҳайдаш бўлинмасиникидан бир ярим-икки барабар зиёд бўлади, бунга шестерняларнинг баландлигини катталаштириш орқали эришилади.

Айрим ҳолларда ички илашмали шестернялари бўлган мой насослари қўлланилади (16.3-расм, б). Тишли шестерня 2 ўрнатилган етакчи вал 1 айланганда шестерня 3 ҳам ўша йўналишда айланади. Бунда А, Б, В бўшлиқлар ҳажми доим ўзгариб туради. Б бўшлиқ насоснинг киритиш каналига, А бўшлиқ эса ҳайдаш каналига туташтирилган. Насос ишлаганда В бўшлиқнинг ҳажми аввал Б ўлчамига қадар катталашади, кейин эса А ўлчамингача кичираяди ва мой магистралга сиқиб чиқарилади. Бундай насос 16.3-расм, а да кўрсатилгандагига қараганда ихчамроқ бўлади. Мойнинг насосга киришидаги тезлиги $0.3-0.6 \text{ м/с}$, ундан чиқишдаги тезлиги эса $0.8-1.5 \text{ м/с}$ атрофидадир.

Фильтрлар. ИЕД ишлаётганда картерга ҳаво билан бирга кирган атмосфера чанги ва нами, деталларнинг ейилиш маҳсуллари, мой, унинг қўшилмалари ва ёнилғи оксидланиш натижасида юзага келган углерод чўкиндилари, ИЕД ни йиғиш, тузатиш, техник хизмат кўрсатиш пайтида унга кириб қолган бегона зарралар, ичкарида бўлган ва мой оқимлари чиқариб ташлаган технологик қолдиқлар (қиринди, қасмоқ, қум), сув ҳамда ёнилғининг олтингугуртли бирикмалари таъсирида материалларнинг коррозияланиш маҳсуллари ва шу кабилар мойни ифлослантиради. Буларнинг ҳаммаси мойлаш системасидаги ўтиш йўллариغا тикилиб қолиб, унинг иш режимини бузади, ҳаракатланувчи деталлар орасидаги тирқишга кириб қолиб, узеллар ишини бузади ва деталларнинг абразив ейилишига сабаб бўлади. Уларни йўқотиш, бинобарин, ИЕД нинг ишончли ишлашини ошириш ва хизмат муддатини узайтириш, унинг кўрсаткичларини яхшилаш учун мойлаш системаси мойни тозалайдиган тузилмалар билан ўсқуналанади.

Тозалашнинг зарур даражаси деталларнинг мойланиш шароити ва иш шароитига боғлиқ. Чунончи, насос узатадиган ҳамма мойнинг $50-65\%$ қисми сарфланадиган подшипникларда бўлувчи суюқликли ишқаланишда бегона зарраларнинг ўлчами мойнинг критик қалинлигидан кичик, яъни $3-4 \text{ мкм}$ бўлиши керак. Шунда улар деталларни шикастламайди. Чегаравий ишқаланиш шароитида ифлослантиргичларнинг жоиз энг кичик ўлчами бундан ҳам кичик бўлиши лозим, чунки бундай шароитда деталлар сирти бевосита бир-бирига тегиб туради, шу сабаб-



16.4-расм. Мой тозалагичлар:

а — пластина-тирқишли дағал тозалаш фильтри; *б* — қороз элементли майин тозалаш фильтри; *в* — элементи ёроқ унадан тайёрланган майин тозалаш фильтри; *д* — гидравлик-реактив юритмалли центрифуга; *д* — қамбинацияланган (пластинали бирламчи фильтр ва центрифуга)

ли улар орасига кириб қолган қаттиқ зарралар уларнинг абразив ейилишига сабаб бўлиши мумкин.

Мавжуд ИЕД ларда мойни икки босқичли тозалаш — дағал ва майин тозалаш қўлланилади. 0,4—0,5 мм гача ва бундан катта ўлчамли зарраларни тутиб қолиш учун дастлабки тозалаш бу ҳисобга кирмайди. Мойни дағал тозалаш фильтрлари насос билан асосий магистрал оралиғига кетма-кет уланади ва 0,03—0,09 мм ўлчамдаги зарраларни тутиб қолишга мўлжалланган (16.1-расмга қаранг). Конструкциясига кўра улар турли, лента тирқишли ва пластина-тирқишли бўлади (16.4-расм, *а*). Уларни мунтазам равишда ювиб ва тозалаб туриш талаб қилинади. Ўз-ўзидан тозаланадиган фильтрлар ҳам бор. Фильтр элементи ифлосланганда ёки паст ҳароратли шаронгта мой

қуюқлашганда магистралга мой келмай қолишнинг олдини олиш учун майин тозалаш филтрларига қайта ўтказувчи клапанлар (16.1-расмдаги 12 га қаранг) ўрнатилади. Улар мойнинг ички қаршичилиги ортганда уни филтрловчи элементни четлаб ўтиб, системага йўналтиради. Қайта ўтказувчи клапан очилганда босим 0,08—0,12 МПа атрофида ўзгарадиган қилинади.

0,5—1 мкм дан йирикроқ зарраларни тўтиб қолиш учун мойни майин тозалаш тирқишли (картондан), сиртли (қоғоздан) (16.4-расм, б) ёки ҳажмий (ёғоч унidan, камдан-кам қолларда намат ва ип газламадан) (16.4-расм, в) филтрловчи элементлар қўлланилади. Мазкур элементлар белгиланган вақт давомида ишлатилганидан сўнг алмаштирилади. Картон элементлар даста қилиб йиғилган штампланган пластиналардан иборат бўлади. Уларнинг хизмат муддати нисбатан қисқа (100—200 соат) ва ички қаршичилиги юқори бўлади. Сиртли қоғоз элементлар қоғознинг махсус навларидан тайёрланади ва ИЕД да мойни майин тозалаш учун кенг қўлланилади. Филтрлаш сиртининг юзини катталаштириш учун қоғоз парда кўп қиррали юлдуз кўринишида бурмали қилиб тайёрланади (16.4-расм, б га қаранг). Бу турдаги олмош филтрлар ичига қайта ўтказувчи клапанлар жойланган зич беркилувчи қалпоқларга ўрнатилади.

Ҳозирги вақтда мойни майин тозаловчи тузилмалар сифатида, кўпинча, ротори асосан гидравлик юритмага эга бўлган центрифугалардан фойдаланилади. Уларда насос узатадиган мойнинг бир қисми ички қалпоқни айлантириш учун ишлатилади. Марказдан қочма кучлар таъсирида ажралган ифлослантиргич зарралари ана шу қалпоқ деворларига ўтиради. Бунда ИЕД деталларини энг кўп ейилтирадиган йирик қаттиқ зарралар мойдан энг яхши ажратилади. Двигателнинг иш режимида мой қизиган ҳолатда центрифуга қалпоғи 5000—8000 мин⁻¹ частота билан айланиб, ифлослантиргичларнинг зарур майинликда ажратилишини таъминлайди. Майин тозалаш филтрлари каби центрифугалар ҳам системадаги асосий мой оқимига параллел қилиб ёки кетма-кет қилиб, яъни ўзидан бутун оқимни ўтказадиган қилиб уланиши мумкин.

Мойни тўлиқ оқим билан тозалаш усули қисман тозалашга қараганда ИЕД деталлари ейилишини 20%, ўзак бўйинларининг ейилишини 50%, шатун бўйинларининг ейилишини 65% камайтиришга имкон беради. Мойни тўлиқ оқим билан тозалашни қўллаш учун майин тозалаш филтрларининг ўтказиш қобилиятини ошириш, яъни уларнинг ташқи ўлчамларини анчагина катталаштириш талаб қилинади. Бу мақсадда тўлиқ оқимли центрифугалардан фойдаланиш муайян афзалликларни беради, шу билан бирга уларни дағал тозалаш филтрларисиз ҳам қўллаш мумкин. Гидравлик юритмали центрифугаларнинг камчилиги шундаки, мой кўп сарф бўлади ва системадаги босим ортади. Бу кўрсаткичларни мой насоси таъминлаши керак. ИЕД да комбинациялашган мой филтрлари қўлланилади. Уларда тўлиқ оқимли дағал тозалаш филтри ҳамда параллел уланган майин тозалаш филтри ёки центрифуга бўлади (16.4-

расм, д). Деталлар ейилиши натижасида пайдо бўлган ферромагнит маҳсуллари ушлаб қолиш учун қартер поддонига ёки тўлиқ оқимли филтрлар корпусига баъзан магнитли тиқинлар ўрнатилади.

Советкичлар. Иш режими жадал кечадиган ИЕДларда мой ўзига оладиган иссиқлик ҳаво билан ёки совитиш системасининг суюқлиги билан совитиладиган *мой радиаторлари* ёрдамида атроф-муҳитга тарқалади. Гарчи сув-мой радиаторлари ихчамроқ бўлишига ва мойнинг температураси турғунроқ бўлишини таъминлашига қарамай, мамлакатимизда ишлаб чиқарилган ИЕДларда асосан ҳаво-мой радиаторлари қўлланилади. Мой советкичлари системанинг асосий оқимига параллел қилиб ўрнатилади (16.1-расмга қаранг) ва баъзан ёзда советкичларни улайдиган ҳамда қишда уларни узиб қўядиган жўмраклар билан таъминланади.

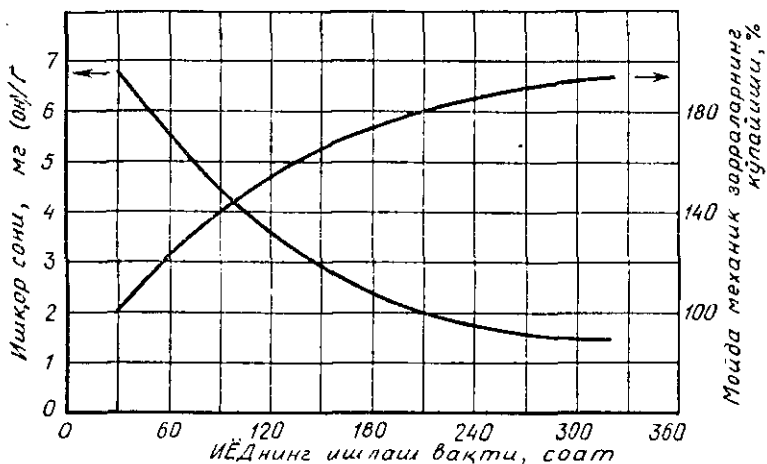
Қуруқ қартерли ИЕД да мой советкичлари сўриш линиясига ўрнатилади. Радиаторлар 0,15—0,20 МПа босимга ростланган сақловчи клапанлар билан (16,1-расмдаги 13 га қаранг) таъминланади. Мой паст температурада қуюқлашиб қолганда бу клапанлар радиаторларга мой келиш йўлини беркитиб қўяди ёки мой оқимини радиаторни четлаб ўтказиши. Бундай ҳодиса двигатель совуқлайини ишга туширилганда, қиздирилмаган ҳолатда ишлатилганда юз беради.

16.5. ЎРТА ОСИЁ РЕГИОНИ ШАРОИТИДА МОЙЛАШ СИСТЕМАСИ ИШИНING ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

ИЕД ишлаганда ундаги мой аста-секин эскириб боради, яъни унда оксидлар, полимерланиш маҳсуллари, олтингугурт бирикмалари ва шу кабилар йиғилиб боради. Натижада мойдаги ишқор сони камаёди. Мойда органик ва аорганик қўшилмалар ҳамда қаттиқ зарралар миқдори кўпаяди (16.5-расм). Буларнинг ҳаммаси мойнинг хоссаларини ёмонлаштиради, натижада уни вақт-вақтида янги мой билан алмаштириш зарурати туғилади.

Ўрта Осиёнинг фойдаланиш шароити ана шу мой сифатининг табиий ёмонлашиш жараёнига ҳам, мойлаш системасининг ишига ҳам таъсир кўрсатади. Оқибатда мойлаш системасига хизмат кўрсатишга доир мажбурий операциялар даврийлигини мамлакатимизнинг ўрта минтақаси учун белгиланган нормаларга нисбатан қисқартиришга, ИЕД нинг ишончли ва узоқ вақт ишлашини, деталларнинг ейилишини ва уларни тузатишга қилинадиган харажатларни камайтиришни таъминлаш учун қўшимча чоралар кўришга тўғри келади.

Атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати ва жадал қуёш радиацияси деталлар ва мойнинг совишини ёмонлаштиради, уларнинг ҳарорати кўтарилишига сабаб бўлади. Бу ҳол мойнинг қовушоқлиги камайишига, тирсакли вал подшипникларидаги ва бошқа узелларнинг ишқаланувчи сиртлари орасидаги мой қатламнинг кўтариб туриш қобилияти пасайишига олиб келади.



16.5-р.см. Іш жараёнида мой характеристикасининг ўзгариши

Буларнинг ҳаммаси уларнинг иш шароитини чегаравий ишқаланишга яқинлаштириб қўяди. Аммо ҳатто ёғлиги юқори даражада бўлган мойлар учун ҳам чекли энг юқори температура мавжуд бўлиб, температура бундан ортиб кетганда ишқаланиш коэффиценти кескин катталашади ва деталларнинг ейилиши кучаяди. Бу ҳодиса юқори температура ва қийин мойланиш шароитида ишловчи оғир юкланган узеллар (поршень, ҳалқалар, бармоқ, цилиндр девори ва ҳоказо) да ҳам рўй бериши мумкин.

Ташқи ҳароратнинг кўтарилиши мойдаги оксидланиш жараёнларини тезлаштириб, унинг эскириши ва қўшилмаларининг таъсири камайишига сабаб бўлади. Ҳаво ҳароратининг кун мобайнида кескин ўзгариб туриши туфайли картер деворлари ва деталларда атмосфера ҳавосининг сувга айланиши натижасида мойда сув миқдори ошади, бу эса оксидловчи ҳодисалар билан қўшилиб, мойнинг агрессивлиги кучайиши ҳамда ишқор сонининг камайишига олиб келади. Мойда 1% миқдорда сув бўлиши поршень ҳалқаларининг ейилишини 1,8—2 барабар ошириши аниқланган. Мойда сувнинг кўпайиши унинг филтрланувчанлигини ёмонлаштиради, филтрларнинг ўтказиш қобилиятини камайтиради, ишда бузилишлар бўлишига шароит яратади. Бу жиҳатдан қараганда, центрифугалар филтрларга нисбатан муайян афзалликларга эга.

Ўрта Осиё региони иш шароитининг мойлаш системаси ва умуман ІЕД ишига ёмон таъсир кўрсатувчи асосий хусусиятларидан бири шундан иборатки, йўл ёқасидаги ҳаво қатлами серчанг ва чангнинг абразивлик хоссалари юқори бўлади. Ер сатҳидан 0,65 м баландликда чангнинг 66% қисми 10 мкм гача ўлчамли майда дисперсли зарралардан иборат бўлади. Улар мой қуйиш бўғизлари, мой ўлчаш тешиклари, ташқи деталларнинг бирикиш жойларидаги ҳатто жуда ҳам кичик нозичликлар қални ІЕД картерига кириб боради. Мой филтрларида уш-

лаб қолинмайдиган энг майда чанг (3 мкм гача) оксидланиш маҳсуллари ва мойнинг полимерланиш маҳсуллари билан ўралиб юпқа коллоид зарралар ҳосил қилади, у ишқаланишни оширмайди ва узеллар ишига деярли салбий таъсир қилмайди. 5—10 мкм ўлчамли зарралар эса актив ҳолатдалигича қолиб, майин тозалаш филтрлари тешигини тезда беркитиб қўяди, уларнинг ички қаршилигини оширади ва мойнинг филтрланишини ёмонлаштиради. Улар ишқаланувчи деталлар орасидаги тирқишга кириб қолиб, сиртларнинг жадал ейилишига сабаб бўлади. Шу сабабли мойни тўлиқ оқим тарзида майин тозалаш усулини филтрловчи элементларни тез-тез алмаштириб туриш билан биргаликда қўллаш маъқулдир.

Иш шароитларига мос тарзда филтровчи элементларни алмаштириш даврийлигини аниқлашда кўпгина мойлаш системаларида қўлланилувчи филтрларнинг ифлосланганлик даражасини кўрсатувчи махсус тузилмалар — сигнализаторлар фойдалидир. Шу нуқтан назардан қарайдиган бўлсак, тўлиқ оқимли центрифугалар майин тозалаш филтрларига нисбатан катта афзалликларга эга. Гидроюритмали центрифугалар юқори температуралар шароитида мойнинг тозаланиш сифатини оширади, чунки мойнинг қовушоқлиги камайиши натижасида роторнинг айланиш тезлиги, агрегатнинг ўтказиш қобилияти ва зарраларнинг чўкиш жадаллиги зиёдалашади, шунингдек ифлослантиргичларнинг ажралиш майинлиги ортади.

Одатда, иссиқ иқлимли иш шароити учун юқори сифатли, иссиққа чидамли, оксидланишга қарши ва ювиш хоссалари юқори бўлган мойлар ишлатилади. Ўрта Осиё региони шароитида ишлаганда ИЕД нинг ейилишини камайитишга ва хизмат муддатини узайтиришга қаратилган одатдаги чораларга филтрловчи элементларни алмаштириш муддатларини қисқартириниш, шунингдек центрифугалар ва дағал тозалаш филтрларини ювиш ҳамда тозалаш муддатларини қисқартириниш кўрсатиш мумкин. Картерга ва мойга чанг тушишини камайитиш учун қопқоқлар, туйнуклар, ташқи деталларнинг бирикиш жойларини ниҳоятда зичлаш, салунлар ҳамда шамоллатиш найларига филтрлар ўрнатиш зарур. Мойни ва филтрловчи элементларни алмаштириш чоғида картерни, мойлаш системаси қисмлари ва цилиндрлар блоки устёпмасини махсус қурилмаларда ювиш воситалари (қовушоқлиги паст мойлар, дизель ёнилғиси ва ҳоказо) дан фойдаланиб босим билан ювиш юқори самарали усуллардан бири ҳисобланади.

17- Б О Б. СОВИТИШ СИСТЕМАСИ

17.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Двигателнинг совитиш системаси деталь ва узелларни мажбурий совитади, шунингдек, турли иш режимлари ҳамда шароитларида деталлар ҳароратини бир хилда тутиб туради ғ бу билан куч агрегатининг ишончли ва узоқ вақт ишлаши

таъминлайди, юқори техник-иқтисодий кўрсаткичларга эришиш учун ёрдам беради. Двигателнинг иш жараёнида ёниш камераси ва цилиндр деворлари орқали иссиқлик тарқалиши туфайли, шунингдек ишқаланишни енгишга сарфланувчи энергиянинг иссиқликка айланиши ҳисобиغا унинг деталлари қизийди. ИЕД нинг тури ва вазифасига, шунингдек унинг иш режимига қараб, совитиш системаси ёнилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқликнинг 15—35% ни олиб кетади (14-боғга қаранг). Совитиладиган деталлардан олинган иссиқлик асосан системанинг иссиқлик элткичи (суюқлик ёки ҳаво) воситасида четлатилади ва атроф-муҳитга тарқалади.

ИЕД деталлари температурасининг энг мақбул даражадан юқорилашиши цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши камайишига, мой қатламининг кўтариб туриш қобилияти пасайишига, чегаравий ишқаланиш пайдо бўлиш эҳтимоли ортишига, иш вақтида мойнинг мойлаш ва бошқа сифатлари барвақт йўқолишига, унинг куйиндига айланиб исроф бўлиши кўпайишига, конструктив тирқишлар ва узеллардаги деталларнинг ўриятилиши бузилишига олиб келади. Поршенларнинг иссиқлик таъсирида шикастланиш, клапан ва форсункаларнинг ўта қизиб кетиш, поршень ҳалқаларининг куйиш ва бошқа жиддий носозликлар пайдо бўлиш эҳтимоли ортади. Бензинда ишлайдиган двигателларда бунда детонация ва каллil ўт олиш учун шароит юзага келади.

ИЕД нинг ўта совиб кетиши эса иссиқликнинг деворга ўтиб исроф бўлишига ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашувига, мойнинг қовушоқлиги ортишига, бинобарин, ишқаланишдаги исрофлар кўпайишига сабаб бўлади. Бензинда ишлайдиган двигателларнинг ўта совиб кетиши натижасида ёнилғи буғлари суюқликка айланиши туфайли аралашманинг таркиби ўзгаради, мойнинг сифати ёмонлашади, поршень ва ҳалқаларнинг мойланиши бузилади, дизелларда эса уларнинг «қаттиқ» ишлаши кучаяди.

Иш шароитида ИЕД га иссиқлик киритиш тезлиги унинг иш режимига боғлиқ равишда ўнларча марта ўзгаради. Шунга яраша, вақт бирлиги ичида совитиш системаси олиб кетадиган иссиқлик миқдори ҳам ўзгариши керак. Агар система атроф-муҳитнинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда энг оғир шароитда ҳам двигателнинг ишончли ишлашини таъминлашга мўлжалланган бўлса, у ҳолда оралиқ режимларда иссиқликнинг олиб кетилиш жадаллиги ортиқлик қилади ва двигатель ҳаддан ташқари совиб кетиши мумкин. Бинобарин, совитиш системаси таркибида деталларнинг совитилиш жадаллигини ростлаб турадиган ва двигателнинг ҳароратини энг мақбул даражада тутиб турадиган тузилмалар бўлиши керак.

Фойдаланиладиган иссиқлик элткичининг табиатидан келиб чиқиб, ИЕД ларда суюқлик билан ва ҳаво билан совитиш системалари қўлланилади. Суюқлик билан совитиш системаси ҳаво билан совитиш системасига нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

энг қизиган жойларни самаралироқ совитади, бу эса кучайтирилган двигателлар учун айниқса муҳимдир;

суюқликнинг иссиқлик сифими каттароқ бўлганида турли иш шароитларида ва ўзгарувчан режимларда двигателнинг иссиқлик ҳолати барқарорроқ бўлишини таъминлайди;

атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда, суюқлик иситилиши туфайли двигателни ишга тушириш анча ишончли бўлади;

система агрегатларини юргизишга қувват камроқ сарф бўлади ва ишининг шовқинлилик даражаси пастроқ бўлади;

номинал режимда цилиндрларни тўлдириш коэффициентни юқорироқ ва ўртача самарали қувват қиймати ҳамда литравий қувват каттароқ бўлади.

Ўз навбатида, ҳаво билан совитиш системалари ҳам суюқлик билан совитиш системаларига қараганда қатор афзалликларга эга. Хусусан:

ишлатилиши оддий, махсус суюқлик талаб қилинмайди, суюқликнинг музлаб қолиш, қайнаб кетиш, буғланиш ёки сизиш хавфи, шунингдек вақт-вақтида қўшимча суюқлик қуйиб ва системани тозалаб туриш зарурати бўлмайди;

радиаторнинг ва совитиш суюқлиги запасининг мавжуд эмаслиги туфайли куч агрегатининг массаси ва ташқи ўлча млари кичикроқ;

суюқлик билан совитиш системасида бўлганидек, камёб рангли металлларни талаб қилмайди;

сув буғларининг сувга айланиш ҳамда двигатель қиздирилмасдан ишлатилганда кислоталар ҳосил бўлиш (айниқса, олтингугуртли ёнилғилардан фойдаланилганда) эҳтимоли йўқлиги туфайли цилиндрларнинг занглаб ёйилиш хавфи камроқ;

конструкцияси ўхшаш бўлган алоҳида цилиндр ва устёпмалар асосида ИЕД лар «оиласини» яратиш осонроқ.

Ана шу ўзига хос хусусиятлар ИЕД ларнинг кўриб чиқилаётган туркумида асосан суюқлик билан совитиш системаларини кўпроқ қўллаш кераклигини белгилаб берди. Ҳаво билан совитиш усули эса аввало кам қувватли ёки юкланиш бўйича унчалик кучайтирилмаган двигателларда қўлланилади. Дизелларда ҳам шу усулни қўллаган маъқулроқ, чунки ана шу системага хос бўлган, ёниш камерасини қуршаб турган деталлар ҳароратининг юқорилиги иш жараёнининг ташкил қилинишини ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичларини яхшилайдди. Ҳаво билан совитишда бўлганидек, бензинда ишлайдиган ИЕД деталлари ҳароратининг иш режимига ёки иш шароитига қараб анчагина миқдорда ўзгариб туриши двигатель қизиб кетганда детонация юз беришига ёки ўта совиб кетганда ёнилғи буғларининг суюқликка айланишига сабаб бўлиши мумкин.

17.2. СУЮҚЛИК БИЛАН СОВИТИШ СИСТЕМАСИ

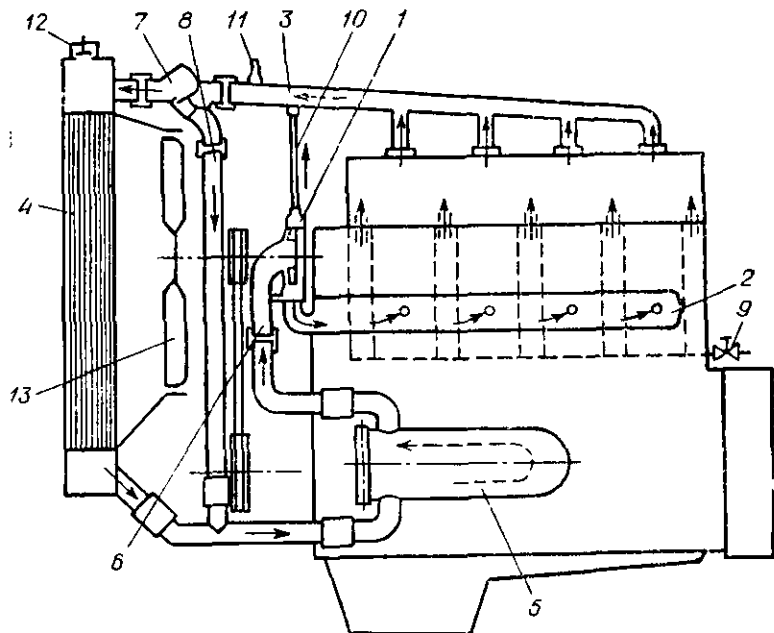
Кўриб чиқилаётган туркумдаги ИЕД ларда суюқлик билан совитиш системаси қўлланилади. Мазкур системада иссиқлик

элтиш насос воситасида мажбурий равишда айланиб юради, бунинг эвазига деталларни совитиш тезлиги ортади ва бир текис совиши яхшиланади. Бундан ташқари, маҳаллий қизиб кетиш хавфи бўлмайди, буғ тикинлари ҳосил бўлмайди ва конструкция қисмларининг ҳарорати кескин ўзгариши туфайли бўладиган иссиқдан зўриқишлар рўй бермайди. Иссиқлик элтишни ҳосил бўлган буғлари ва у исиганда ажралиб чиқувчи эриган ҳавони суюқлик оқими системага олиб кетади, бу ерда улар суюқликнинг айланиб юришини ва деталларни совитиш режимини бузмаган ҳолда эркин ажралиб чиқаверади. Буғ ҳосил бўлиши насоснинг иш унумини камайтиради ва кавитация ҳодисалари туфайли суюқликнинг системада ҳаракатланишини бузиши мумкин. Систепадаги суюқликнинг температураси қайнаш нуқтасига яқинлашганда буғ ҳосил бўлиши кескин жадаллашади. Шу сабабли, совитиш системаси ишончли ишлаши учун суюқликнинг қайнаш температураси унинг ИЕД ишлагандаги энг юқори ҳароратидан $25-30^{\circ}$ баланд бўлиши зарур. Двигателнинг совитиш системаси учун қўлланиладиган асосий суюқлик сувдир. 760 мм симоб устунига тенг босимда сувнинг қайнаш температураси 100°C га тенг бўлиб, босимга мутаносиб тарзда (ҳар 0,01 МПа га тахминан $2,1^{\circ}\text{C}$ ҳисобида) ўзгаради.

ИЕД ларни стенда синаш натижасида шу нарса аниқландики, иш кўрсаткичлари энг яхши бўлишига эришиладиган оралиқ (интервал) совитиш суюқлигининг $80-85^{\circ}\text{C}$ дан паст бўлмаган ҳароратига мос келар экан. Агар деталларнинг яхши мойланиши таъминланадиган бўлса, совитиш суюқлигининг ҳарорати бирмунча кўтарилганда ҳам (айниқса, дизелларда) двигателнинг иш кўрсаткичлари яхшилашади. Совитиш самарадорлигини ошириш учун ёпиқ системалар қўлланилади. Уларнинг ички бўшлиғи атмосферадан ажратилган бўлади. Бу ҳол ИЕД ишлаб турганида системадаги босимни атмосфера босимидан 1,2—1,5 барабар оширишга ҳамда сувнинг қайнаш температурасини $105-115^{\circ}\text{C}$ га қадар кўтаришга имкон беради.

Радиатордаги суюқлик ва ҳаво ҳароратларидаги фарқнинг катта бўлиши радиаторнинг ўлчамларини кичиклаштириш имконини беради. Ёпиқ системалар қўлланилганда суюқликнинг буғланиб исроф бўлиши камаяди, шунингдек ИЕД оғир шаронгда ва тоғли районларда ишлаганда қайнаш ёки кавитация туфайли совитиш суюқлигининг айланиб юриши бузилади. Тоғ шаронгиде ишлаганда атроф-муҳит билан туташувчи очиқ совитиш системасидан фойдаланилганда атмосферанинг сийраклашуви туфайли система ишининг бузилиши двигатель қуввати ва юкланиши чекланишининг, яъни транспорт машинанинг иш унуми камайишининг асосий сабабларидан биридир.

17.1-расмда совитиш суюқлиги мажбурий равишда айланиб юрувчи ёпиқ совитиш системасининг схемаси келтирилган. Тирсакли валдан ҳаракат олувчи насос 1 совитиш суюқлигини тақсимлаш магистрал 2 орқали цилиндрлар блокига узатади.



17.1- расм. Суюқлик мажбурий равишда айланиб юрувчи ёлиқ совитиш системасининг схемаси

Суюқлик цилиндр гильзаларини, ёниш камерасининг деворларини, устёпмани, клапанлар уяларини, чиқариш патрубокларини совитади ва коллектор 3 бўйлаб радиатор 4 га келиб, олган иссиқлигини атмосфера ҳавосига беради. Радиаторда суюқлик ва ҳавонинг иссиқлик алмашинуви вентилятор 13 ёрдамида жадаллашади. Суюқлик мой радиатори 5 дан ўтгач най 6 бўйлаб насосга қайтиб келади. Айланиб юришининг мазкур доираси двигателнинг қизиган ҳолатига, яъни цилиндрлар устёпмасидан чиқишда суюқликнинг ҳарорати $80\text{--}95^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўладиган ҳолатга тўғри келади. Агар двигатель қизмаган бўлса, яъни суюқликнинг ҳарорати $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$ дан ошмаса, ИЕД нинг иссиқлик ҳолатини ростлаб туришга мўлжалланган термостат 7 коллектор 3 дан чиққан суюқлик оқимини радиатордан ўтказмай, қўшимча (байпасли) най 8 орқали насос 1 га йўналтиради. Бу ҳол системадаги суюқликнинг бинобарин, ИЕД нинг тезроқ исishiга ёрдам беради. Дренаж найчаси 10 насоснинг юқори қисмидан чиқадиған суюқлик ва ҳавони коллектор 3 га ва кейин радиаторнинг устки бўшлиғига ўтказишга хизмат қилади. Радиаторнинг тўлдириш тиқини 12 системани зичлаштиради ва уни махсус клапанлар орқали буғ чиқариш найчаси воситасида (расмда кўрсатилмаган) атмосферага туташтиради.

Айрим ИЕД ларда насосдан келган суюқлик клапанлар уялари, форсункаларни (дизелларда), ёниш камерасини ўраб

турган деворларни жадал совитиш учун блок устёпмасига ёки цилиндрларнинг юқори қисмига узатилади. Сууюқликни устёпмага узатиш учун тешикли махсус найлар ёки деворларда махсус йўллар кўзда тутилган бўлиб, улар орқали энг паст температурали сууюқлик энг иссиқ жойларга боради. Булардан ташқари, системада сууюқлик оқимини қизиган деворларга мумкин қадар яқинлаштирувчи дефлекторлар ҳам кўзда тутилган. Сууюқликни насосдан ИЕД га узатишнинг кўриб чиқиляётган усулида цилиндрларнинг ўрта ва пастки қисмлари сууюқлик актив айланиб юрадиган жойда жойлашади ва эркин конвекция ҳисобига қисман совийди. Шу билан бирга сууюқликни цилиндрлар блокида маълум йўналишда ҳаракатлантириш ва сууюқлик тўхтаб қоладиган соҳаларни бартараф этиш тадбирлари ҳам кўзда тутилади. Дизелларнинг совитиш контурига ишга тушириш двигателлари ва турбокомпрессорлар ҳам уланади. Цилиндрлари икки қатор жойлашган двигателларда битта насос ва цилиндрларнинг ҳар қайси қатори учун (ҳар бир қаторда битта ёки иккита термостат бўлади) бир вақтда ишловчи циркуляция контурлари қўлланилади.

ИЕД нинг иссиқлик ҳолатини ростлаш учун, радиатор орқали сууюқлик оқими йўналишини ўзгартирувчи термостатлардан ташқари, радиатор орқали ўтувчи ҳаво миқдорини ўзгартирувчи тузилмалардан ҳам фойдаланилади. Бунга жалюзи (ингичка пластинкалардан иборат панжара) ва ростланадиган вентиляторлар ёрдамида эришилади. Жалюзи радиаторнинг фронтал текислиги олдида ўрнатилган бурилма тўсиқ (пластиналар) дан иборат. Хайдовчининг ўрнидан қўлда бошқариладиган (совитиш сууюқлиги термометрининг кўрсаткичларига асосланган ҳолда) ёки температура датчиги (хусусан, термостат) ёрдамида автоматик бошқариладиган бу пластиналар радиатордан ҳаво ўтиш йўлини кўп ёки кам даражада тўсиб қўяди, натижада кутилган самарага эришилади. Ростланадиган вентиляторлар кейинроқ кўриб чиқилади.

17.2.1. Совитиш сууюқликлари

Сууюқлик билан совитиш системалари учун иссиқлик элткич сифатида сувдан кенг фойдаланилади, чунки у бошқа моддаларга нисбатан талайгина афзалликларга эга: арзон, ҳамма ерда топилади, заҳарли эмас, ёнғин жиҳатидан хавфсиз, иссиқлик сиғими катта, қовушоқлиги паст. Шу билан бир қаторда у баъзи камчиликларга ҳам эга. Булардан энг асосийси — қайнаш температурасининг пастлиги бўлиб, бу ҳол юқорида айтиб ўтилган қимматроқ ёпиқ совитиш системаларидан фойдаланишга мажбур қилади. Сув тузларни эритиш хоссасига эга, шу сабабли табиий сув таркибида оз ёки кўп миқдорда эриган кальций ва магний бирикмалари бўлади.

ИЕД ишляётганда юқори ҳарорат таъсирида сувдан тузлар ажралиб, двигатель филофининг ва совитиш системасидаги бошқа

ИЕД ни совитиш учун ишлатиладиган

Суюқлик	Таркиби	Музлаш температураси, °С да
Сув	дистилланган	—0
Антифриз- 40	47% В+53% Э	—40
Антифриз- 65	34% В+66% Э	—65
Тосол А- 40	47% В+53% Т	—40
Тосол А- 56	37,9% В+62,1% Т	—65

Эслатма: В — дистилланган сув; Э — этиленгликоль; Т — тосол А (этиленгликоль қў

таркибий қисмларнинг деворига ўтириб тош (накись) ҳосил қилади. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти металлларникидан 50—100 марта кам бўлган бу тош қатлами совитиш системасига иссиқлик ўтишини камайтиради ва бу билан деворларнинг ҳарорати кўтарилишига, деталь ва узелларнинг иссиқликдан зўриқиши кучайишига, иссиқликнинг атроф ҳавосига тарқалиши бузилишига ва суюқликнинг системада айланиб юриши қийинлашувига сабаб бўлади. Буларнинг ҳаммаси ИЕД нинг иш кўрсаткичлари ва мойлаш режимига салбий таъсир кўрсатади. Сувда эриган тузлар миқдори миллиграмм-эквивалентда ифодаланади. 1 мгэкв 1 л сувда 20,04 мг кальций ионлари ёки 12,16 мг магний ионлари бўлишига мос келади. Агар сувда 4 мгэкв/л гача миқдорда тузлар бўлса, у юмшоқ сув ҳисобланади ва уни совитиш системасига қуйиш мумкин. Таркибида 4—8 мгэкв/л миқдорда тузлар бўлган сув ўртача қаттиқликдаги, 8 мгэкв/л дан ортиқ миқдорда тузлар бўлгани эса қаттиқ сув саналади. Кейинги икки турдаги сувни совитиш системасига қуйишдан олдин махсус аппаратларда юмшатиш зарур. Баъзан, системага қўйиладиган сувга қайнашга қарши қўшилмалар деб аталувчи химиявий реактивлар қўйилади (3—5 мг/л миқдорда). Системага қўйиладиган сувларнинг энг маъқули дистилланган сувдир.

ИЕД нинг чўян ва пўлат деталларини занглатиши ҳам сувнинг асосий камчиликларидан биридир. Двигатель атроф ҳавосининг температураси манфий бўлган табиий шаронда ишлаганида совитиш системасидаги сув музлаши мумкин. Маълумки, музнинг зичлиги сувникига қараганда кичикроқ бўлади ва шу сабабли у сувга нисбатан каттароқ ҳажмни эгаллайди. Бунинг оқибатида муз металл деталларни шикастлаши мумкин. Шунинг учун двигателни совуқ шаронда ишлатганда двигатель узоқ вақтга тўхтатиб қўйиладиган бўлса (масалан, машина иситилмайдиган жойда сақланадиган бўлса), системадан сувни тўкиб ташлашга ва ишни тиклашдан олдин уни яна сув билан тўлдиришга тўғри келади. Бу эса суюқликнинг қўшимча исроф бўлишига олиб келади ва унинг ифлосланишига имконият яратади.

суюқликларнинг хусусиятлари

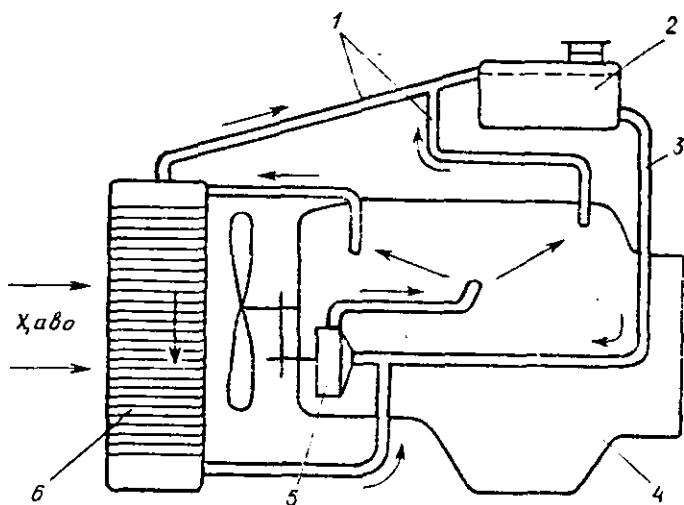
Қайнаш темпе- ратураси, °С да	20°С даги зич- лиги, кг/м³	Иссиқлик сиф- ми, кЖ/кг·°С	20°С даги қо- вушоқлик, 10 ⁻⁶ м²/с	Иссиқлик ўт- казувчанлиги, Вт/м·°С	Ҳажмий кенгайиш коэффици- енти
100	958,4	4,224	1,12	68,4	4,15·10 ⁻⁴
117	1070	3,24	4,4		
102	1087	3,02	7,3	26,75	5,25·10 ⁻⁴
108	1080				
115	1090				

шилмалар билан)

Илдинг совуқ мавсумида музлаш температураси паст бўлган суюқликлар — антифризлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир, чунки уни системадан тўкиб ташлаш шарт эмас. Мамлакатимиз саноатида бундай суюқликнинг икки тури ишлаб чиқарилади. Булар дистилланган сувнинг этиленгликоль билан аралашмасидан иборат. Уларга доир айрим маълумотлар 17.1-жадвалда келтирилган. Антифризлар жанубий районларда ҳам фойдаланишга қулайдир, чунки уларнинг қайнаш температураси юқорилиги туфайли машиналар катта юкланиш билан ва юқори ҳароратли шароитда, шунингдек тоғда ишлаганида қийинчиликлар пайдо бўлмайди.

Антифризларнинг қовушоқлиги сувникига нисбатан юқори-роқ, шунингдек иссиқлик сифми ва иссиқлик ўтказувчанлиги камроқ бўлади. Қовушоқликдаги фарқ антифризда ишлашга ўтилганда насосни юргизишга қувват сарфини озгина оширади ва суюқликнинг деворлар яқинида ҳаракатланиш тезлигини пасайтиради (айниқса, каналларнинг кесими кичик бўлганда, масалан, радиаторда). Айни чоғда, деталларнинг (сувга нисбатан 2 % гача) ва радиаторнинг (8—12 % гача) совиши камаяди. Шунга яраша, ИЕД нинг ҳарорати ва деталларнинг иссиқликдан зўриқиши ортади. Тажрибанинг кўрсатишинча, совитиш суюқлигининг ҳарорати ўзгармаганда дизель антифризда ишлашга ўтказилганда цилиндрлар устёпмасининг турли нуқталарида температура 10—15°, поршень тубида 20—25°, цилиндр гильзасининг юқориги қисмида 17—20°, картер поддонадаги мойнинг температураси 3—6° га кўтарилар экан, бу эса кучайтирилган ИЕД лар учун катта аҳамиятга эга.

Антифризларнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти сувникига нисбатан анча катта бўлади, бу эса ИЕД нинг қизиши жараёнида суюқликнинг ҳажми 6—8 % катталанишига олиб келади. Шу сабабли совитиш системаларида суюқлик билан тўлдирилмаган ва двигателнинг ҳарорати номинал қийматга қадар кўтарилганда иссиқлик элтичиининг кенгайишига мўлжалланган қўшимча идишлар бўлмоғи лозим. Бу идишлар радиаторнинг юқориги резервуарида кўзда тутилади ёки буғ-ҳаво клапани



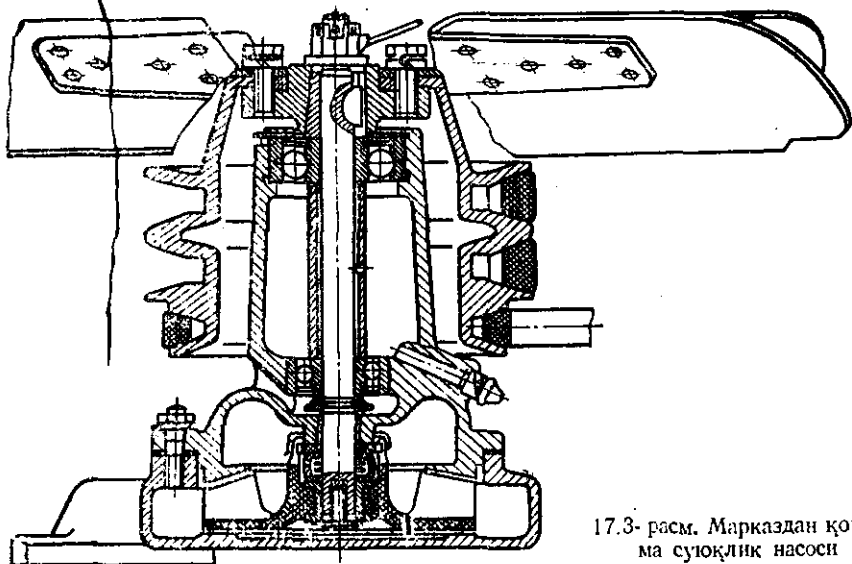
17.2-рasm. Кенгайиш бакчаси бўлган совитиш системаси

воситасида радиаторга туташган кенгайиш бакчаси кўринишида алоҳида ясалади (17.2-рasm). Бакчанинг ҳажми ИЕД ишлаётганда унинг суюқлик билан тўлишини ҳисобга олган ҳолда система умумий сифмининг 10—15 % ини ташкил этади.

Кейинги вақтда ИЕД нинг ёпиқ совитиш системаларида барча мавсумбоп совитиш суюқликлари тобора кенг қўлланилмоқда. Уларнинг таркибида суюқликнинг иш хоссаларини яхшиловчи махсус қўшилмалар: коррозияга қарши, кўпикланишга қарши, барқарорлаштирувчи қўшилмалар бўлади. СССР да ишлаб чиқариладиган барча мавсумбоп совитиш суюқликларининг баъзи хоссалари 17.1-жадвалда келтирилган. Совитиш суюқликларини тайёрлашда ишлатиладиган этиленгликолнинг чақнаш температураси паст (122°C), ўзи эса заҳарли ва ёнғич жиҳатидан хавфли эканлигини эсдан чиқармаслик керак.

17.3. СУЮҚЛИК БИЛАН СОВИТИШ СИСТЕМАСИНING ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Суюқлик насоси суюқликнинг минутига системанинг 7—12 ҳажми миқдоридagi жадаллик билан айланиб юриши учун хизмат қилади. Суюқликнинг айланиб юриши системада буғ тиқинлари ҳосил бўлишга тўсқинлик қилади ва деталларнинг бир текис совишини таъминлайди. Кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар двигателларида суюқлик бир томондан келтириладиган марказдан қочма насослар қўлланилади (17.3-рasm). Насослар, одатда, понасимон тасмали узатма воситасида тирсакли валдан ҳаракатга келтирилади ва кўпинча вентилятор



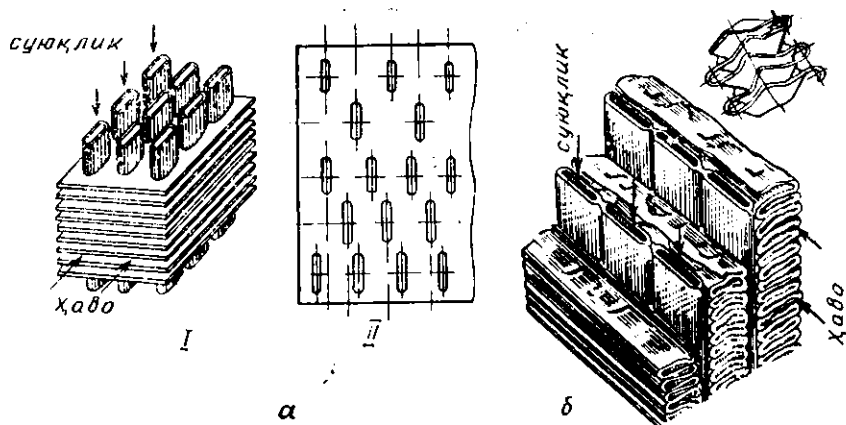
17.3- расм. Марказдан қоч-
ма суюқлик насоси

билан ёнма-ён ўрнатилади. Юритманинг узатиш нисбати 1,6—1,0 ни ташкил этади.

Суюқлик насос паррагининг ўрта қисмига келади ва унинг парраклари суюқликни насоснинг четки қисмига улоқтиради, бу ердан эса суюқлик корпусдаги спиралсимон канал бўйлаб системага узатилади. Насослар ишлаётганда муайян миқдорда босим ҳосил қилади, бу босим системанинг гидравлик қаршилигини енгиш учун зарур бўлади.

Радиатор. ИЁД нинг қизиган деталларидан чиқадиган иссиқлик умумий миқдорининг бир қисми двигателнинг ташқи деворлари ва совитиш системасининг қисмларидан бевосита атроф-муҳитга тарқалади. Аммо ушбу иссиқликнинг асосий қисми атмосфера ҳавосига радиатор воситасида тарқалади. Радиатор устки ва пастки идишлар (резервуарлар) дан иборат бўлади. Бу идишлар суюқлик каналлари бўлган совитувчи панжара воситасида ўзаро бириккандир. Машина ҳаракатланганда ҳосил бўладиган ва вентилятор кучайтириб берадиган ҳаво оқими панжарага тегиб ўтади.

Найчалари шахмат катаклари тарзида ёки коридор кўринишида жойлашган найча-пластинали кўп қаторли панжаралар ҳамда найча-тасмали панжаралар (17.4- расм) энг кўп қўлланилади. Найча-пластинали радиаторларда (17.4-расм, а) ясси овалсимон найчалар кўндаланг (горизонтал) пластиналар билан боғланган. Бу пластиналар жез тасмадан тайёрланади ва иссиқлик алмашиниш юзасини катталаштиради. Пластиналар қадамни (уларнинг оралиғини) кичиклаштириш совитиш самарадорлигини оширади, аммо панжаранинг аэродинамик қаршилиги, яъни у орқали ҳаво сўрилишига энергия сарфи ортади. Бундан



17.4-расм. Радиаторларни совитиш панжаралари:

а — найча-пластинали (найчаларнинг жой-ташвиши бўйича 1 — коридорли, 2 — шахматли);
б — найча-тасмали

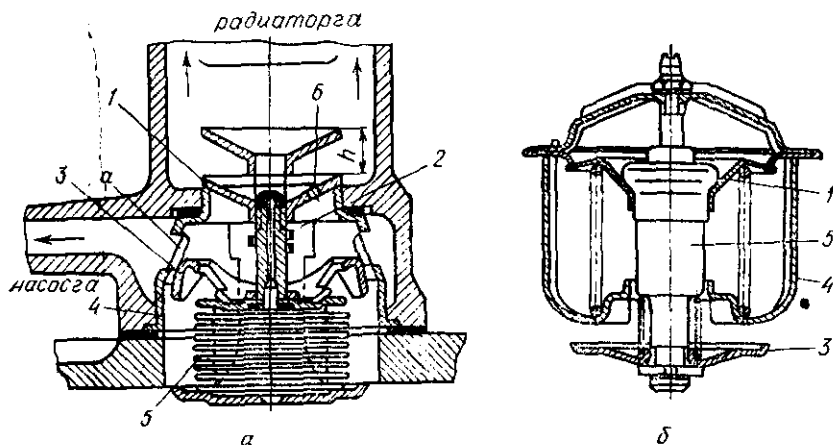
ташқари, бунда радиатор йўл чанги ва бошқа ифлослантиргичлар билан осонгина тўлиб қолади. Пластиналар оралиғи одатда 3—6 мм ни ташкил этади.

Найча-тасмали радиаторларда (17.4-расм, б) найчалар бурмаланган тасма воситасида бириктирилган бўлади. Бундай радиаторларни ишлаб чиқариш осон, улар ихчамроқ бўлади ва иссиқлик узатиш коэффициенти катта бўлишини таъминлайди. Радиаторнинг иш унумини ошириш ва унинг олд юзасини кичиклаштириш учун найчалар панжаранинг чуқурлиги бўйича 4—6 қатор қилиб жойлаштирилади. Панжараларнинг иккала тури ҳам деярли қисмларга ажралмайди ва агар найчадан сууюқлик сизадиган бўлса, уни узиб қўйиш (кавшарлаш) мумкин, холос. Натижада радиаторнинг иссиқлик алмашилиши бўйича иш унуми камаяди.

Кўпинча ИЕД дан сууюқлик радиатордаги устки бакчанинг пастки қисмига келтирилади. Бунда унинг юқориги қисми сууюқликни актив айлантиришда қатнашмайди ва ундан кенгайиш ҳажми сифатида фойдаланилади.

Термостат радиатор орқали ўтаётган сууюқлик оқимини унинг температурасига қараб автоматик равишда ўзгартиради ва ИЕД нинг иш режимини энг қулай тарзда тутиб туриш учун қўлланилади. Термостатдан фойдаланиш двигатель ишга туширилгандан сўнг унинг қизишини тезлаштиради, турли иш режимларида ва атроф-муҳитнинг ҳар хил шароитларида унинг иссиқлик ҳолатини барқарорлаштиради. Натижада ИЕД нинг ейилиши камаяди ва ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади.

Одатда бир ёки икки клапанли, сууюқ ёки қаттиқ тўлдиргичли термостатлар қўлланилади. Сильфонли термостат (17.5-расм, а) ён деворлари бурмаланган, учувчан сууюқлик билан тўлдирилган, зич қилиб беркитилган юпқа деворли баллон 5 дан



17.5- расм. Термостатлар:

a — суюқ тўлдиргичли; *б* — қаттиқ тўлдиргичли

иборат. Баллон тубларидан бири қўзғалмас таянч пластина 2 га, иккинчиси эса клапанларга, яъни радиаторга суюқлик (ИЕД дан пастдан келувчи) ўтиш йўлини беркитувчи асосий клапан 1 га ҳамда суюқликни насосга йўналтирувчи қайта ўтказувчи клапан 3 га туташтирилган. ИЕД дан чиқишда суюқликнинг ҳарорати $70-75^{\circ}\text{C}$ дан паст бўлганда клапан 1 ёпиқ, клапан 3 эса очиқ бўлади ва суюқлик корпус 4 даги дарча орқали насосга ўтади. Ҳарорат кўтарилиши билан баллонни тўлдириб турган суюқлик буғланади ва сильфон узайиб клапанлар 1 ва 3 ни юқорига кўтаради (17.5-расм, *a*). Ҳарорат $80-90^{\circ}\text{C}$ дан кўтарилганда клапан 3 насоснинг қайта ўтказувчи найига олиб боровчи дарчаларни беркитади, клапан 1 эса *h* баландликка кўтарилиб радиаторга суюқлик ўтиш йўлини очади. Двигатель қиш мавсумида ишлаганда ва совитиш системасида сувдан фойдаланилганда айланиб юриш (циркуляция) бўлмаслиги туфайли радиатордаги сув музлаб қолиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун асосий клапанда тешик 6 бўлиб, у ҳатто клапан ёпиқлигида ҳам радиатор орқали суюқликнинг бир қисми ўтишини таъминлайди.

Суюқ тўлдиргичли термостатнинг камчилиги шундаки, унинг очилиш ва ёпилиш температуралари совитиш системасидаги босимга боғлиқ бўлади, бу эса ИЕД нинг иссиқлик ҳолатига таъсир кўрсатади. 17.5- расм, *б* да келтирилган қаттиқ тўлдиргичли термостатда (белгилашлар 17.5-расм, *a* га мос келади) бу камчилик йўқ. Унинг ишлаш принципи ҳам шунга ўхшайди, аммо бунда тўлдиргич сифатида церезиндан ёки унинг мис қукуни билан аралашмасидан фойдаланилади. Ҳароратнинг кўтарилиши тўлдиргичнинг суюқланишига сабаб бўлади, натижада баллоннинг ҳажми катталашади, яъни у узаяди. Қаттиқ тўлдиргичли

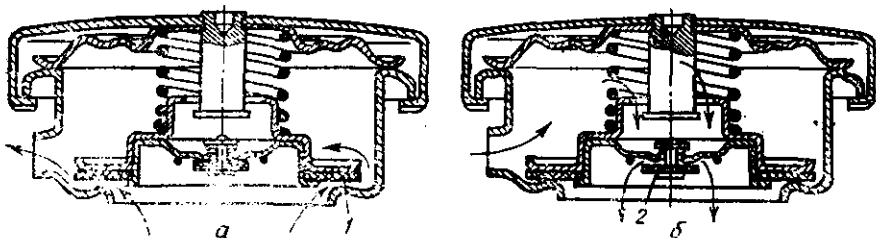
термостат ишончлироқ ишлайди, арзонроққа тушади, системадан осон ечилади ва ўрнатилади, шу сабабли ундан кўпинча ИЕД нинг иссиқлик ҳолатини ростлаш мосламалари (радиатор панжаралари, вентиляторни ишга тушириш муфтаси) ни бево-сита бошқариш учун фойдаланилади.

Вентилятор радиатор орқали ўтувчи ҳаво оқимини юза-га келтиради ва иссиқлик алмашинувини кучайтиради. Суюқлик билан совитиладиган ИЕД ларда, одатда, текис ёки қаварик радиал парраклари бўлган вентиляторлар қўлланилади.

Парраklar ҳаво оқимининг йўналишига нисбатан $35-45^\circ$ бурчакка бурилган бўлади. Вентиляторлар парраги пўлат қисмлардан йиғиб тайёрланади ёки полимер материаллардан қуйиб ясалади. Алюминий қотишмаларидан тайёрланган пар-раклар ҳам бор. Биринчи ҳолда, штампланган парраklar гупчакка парчинлаб маҳкамланади, иккинчи ҳолда эса улар гупчак билан яхлит қилиб ишланади. Алюминий қотишмалари-дан ясалган парраklar энг яхши аэродинамик шаклга эга бўла-ди ва ишлаганда паст шовқин чиқаради. Вентилятор, одатда, шовқинсиз понасимон тасмали узатма ёрдамида ва кўпинча суюқлик насоси билан бирга ҳаракатга келтирилади. Понасимон тасмали узатманинг ф.и.к. анча паст бўлади ҳамда тасманинг таранглигини вақт-вақтида текшириб ва ростлаб туриш талаб қилинади. Вентиляторнинг ф.и.к. ни ошириш учун уни йўналти-рувчи филоф ичига мумкин қадар кичик радиал тирқиш билан жойланади. Тирқишнинг нисбий катталиги диаметрга нисбатан 0,01 ни ташкил этади. Филоф ичига ўрнатиладиган вентилятордан радиаторгача бўлган оралиқ 80—100 мм ни, филоф бўлмаганда эса кўпи билан 10—15 мм ни (самарадорлик йўқолмаслиги учун) ташкил этиши керак.

Кўпинча вентилятордан ИЕД нинг иссиқлик ҳолатини рост-лаб туришининг юксак самарали воситаси сифатида фойдала-нилади. Тажрибанинг кўрсатишича, мамлакатимиз ўрта минта-қасининг иш шароитида атроф-муҳитнинг ҳарорати мўътадил бўлганда иш вақтининг жуда оз қисмидагина (транспорт маши-налари учун 5—15 % қисмида) вентиляторни ишлатишга зару-рат пайдо бўлар экан. Қолган вақтда эса уни ишлатиш ИЕД нинг кераксиз ўта совиб кетишига ва айланиш частотасининг учинчи даражасига мутаносиб тарзда қувватнинг фойдасиз ишлатили-шига олиб келади. Шу сабабли, ростланадиган юритмали, суюқ-лик температурасини ростлаш датчиклари воситасида бошқари-ладиган вентиляторлар совитиш системасида тобора кенг қўлланилаётир. Бу юритмалар суюқликнинг температураси па-сайганда вентиляторнинг айланиш частотаси равои ўзгаришини (камайишини) ёки унинг тўхташини таъминлайди.

Вентиляторлар фриクション, электромагнитли, гидродинамик муфтalar ёрдамида ёки алоҳида электр двигатели ёрдамида бошқарилади. Гидродинамик муфтalar (17.9-расмга қаранг) буровчи моментни ўзининг ичида айланиб юривчи мой ҳисобига узатади. Улар ИЕД нинг мойлаш системасига ёки машина иш



17.6- расм. Буғ-ҳаво клапанли радиаторнинг суёқлик қуйиш бўғзи:

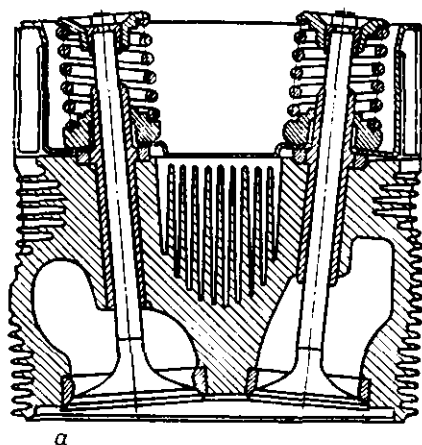
a — буғ клапанининг ишлаши; *b* — ҳаво клапанининг ишлаши

мосламаларининг гидроюритмаси системасига уланади. Вентилятор гупчагига бириктирилган муфта етакланувчи филдиранининг айланиш частотаси термостат билан бошқарилувчи клапан ёрдамида муфта корпусининг мой билан тўлдирилиш даражасини ўзгартириш ёки гидронасоснинг иш унумини ўзгартириш орқали ростланади. Гидродинамик муфталар тайёрланиш жиҳатидан оддий, шовқинсиз ишлайди, вентиляторнинг кенг доирадаги айланиш частотасида ишлайди, вентиляторнинг жойидан равои қўзғалиши ва шингов олишнинг ва бу билан тасмали узатманинг хизмат муддати узайишини таъминлайди. Шу сабабли улардан ҳаво билан совитиладиган ИЕД вентиляторларининг ростланадиган юритмаси учун ҳам фойдаланилади.

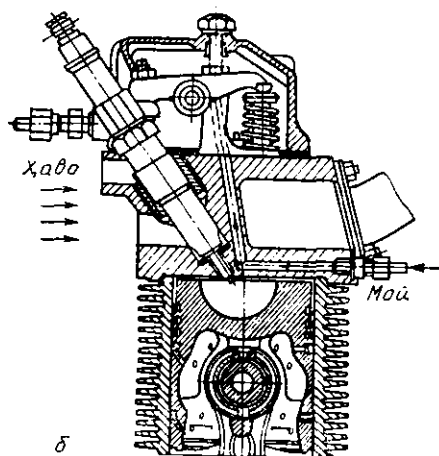
Дренаж клапанларидан система ичидаги ва ташқари-сидаги босимлар фарқи рухсат этилганидан ошиб кетганда совитиш системаси элементларини шикастланишдан сақлаш учун фойдаланилади. Ёпиқ системаларда буғ ва ҳаво клапанлари қўшилмасидан иборат бўлган аралаш буғ-ҳаво клапани қўлланади. Буғ-ҳаво клапани тўғридан-тўғри радиаторнинг юқориги резервуарига ёки системанинг кенгайиш бакчасига ўрнатилади. Қуйиш бўғзининг ва унинг қопқоғига ўрнатилган буғ-ҳаво клапанининг умумий кўриниши 17.6-расмда тасвирланган. Системадаги ортиқча босим 20—60 кПа бўлганда буғ клапани 1 очилади ва 17.6-расм, *a* да кўрсатилганидек, буғ атмосферага чиқиб кетади. Суёқликнинг паст ҳарорати ва буғнинг сувга айланиши натижасида ички босим атмосфера босимидан пасайганда ҳаво клапани 2 системани атмосфера билан туташтиради (17.6-расм, *b*). Клапан пружинаси системадаги 1—4 кПа га тенг сиёракланишга мўлжалланган.

17.4. ҲАВО БИЛАН СОВИТИШ СИСТЕМАСИ

Ҳаво билан совитиш системаларида иш жисми сифатида газдан фойдаланилади. Газнинг зичлиги суёқликниқидан тахминан 800 барабар, иссиқлик сиғими эса 4 барабар кичик бўлади, шу сабабли унинг иссиқлик бериш коэффициентининг қийма-



а



б

17.7-рasm. Ҳаво билан совитиладиган ИЕД нинг конструктив элементлари:

а — цилиндр устѐпмаси; б — цилиндр устѐп-
ма билан биргаликда

таъсир кўрсатади. Дефлекторлар, яъни пластиналар ўрнатиш деталларни совитишда катта аҳамиятга эга. Бу пластиналар ҳаво оқимини совитилувчи сиртларга мумкин қадар яқинлаштиради, уни энг иссиқ жойларга йўналтиради ва ҳавони совитиладиган деталлар орасида тақсимлайди.

Ҳаво билан совитиладиган мавжуд ИЕД ларда бутун иссиқликнинг 40 % гача қисми устѐпмалардан, 60 % гача қисми эса цилиндрлардан четлатилади.

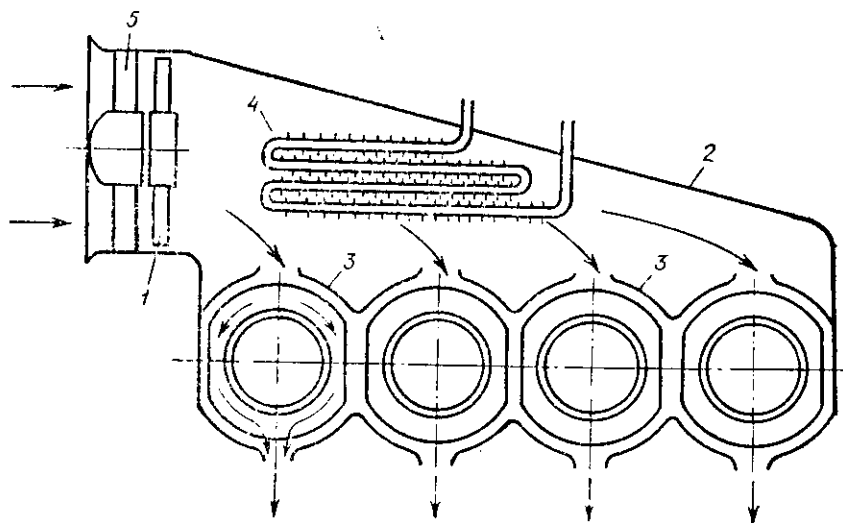
Иссиқликнинг умумий четлатилиши суюқлик билан совитишдагига қараганда 15—18 % камроқдир. Шунга яраша, деталларнинг температураси ҳам, температура тақсимланишининг нотекислиги ҳам (айниқса, ёниш камераси ва чиқариш патру-

ти кўп марта кичикдир. Деталларнинг совишини жадаллаштириш учун уларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси катталаштирилади. Бунинг учун эса ИЕД цилиндрлари ва устѐпмаларига қобирғалар қилинади (17.7-рasm). Иссиқликни олиб кетиш нуқтаи назаридан, иссиқлик ўтказувчанлиги юқори бўлган материал (алюминий қотишмаси)дан қилинган қобирғалар афзалроқдир. Совитиладиган юзаларнинг ёнидан иш жисмининг оқиб ўтиш тезлиги оширилганда ҳам юзаларнинг совиши 40—50 марта (суюқлик билан совитиладиган ИЕД лардагига нисбатан) тезлашади. Цилиндр устѐпмасининг энг иссиқ қисми — клапанлар орасидаги соҳа ҳароратини пасайтириш учун, кўпинча, насосдан махсус каналлар бўйлаб юбориладиган мой билан совитишдан фойдаланилади (17.7-рasm, б).

Ҳаво ўтадиган каналлар ўлчамини тўғри танлаш, ҳаво тўхтаб қоладиган жойларни бартараф этиш, қобирғалар йўналишини тўғри танлаш деталларнинг бир текис совишига катта

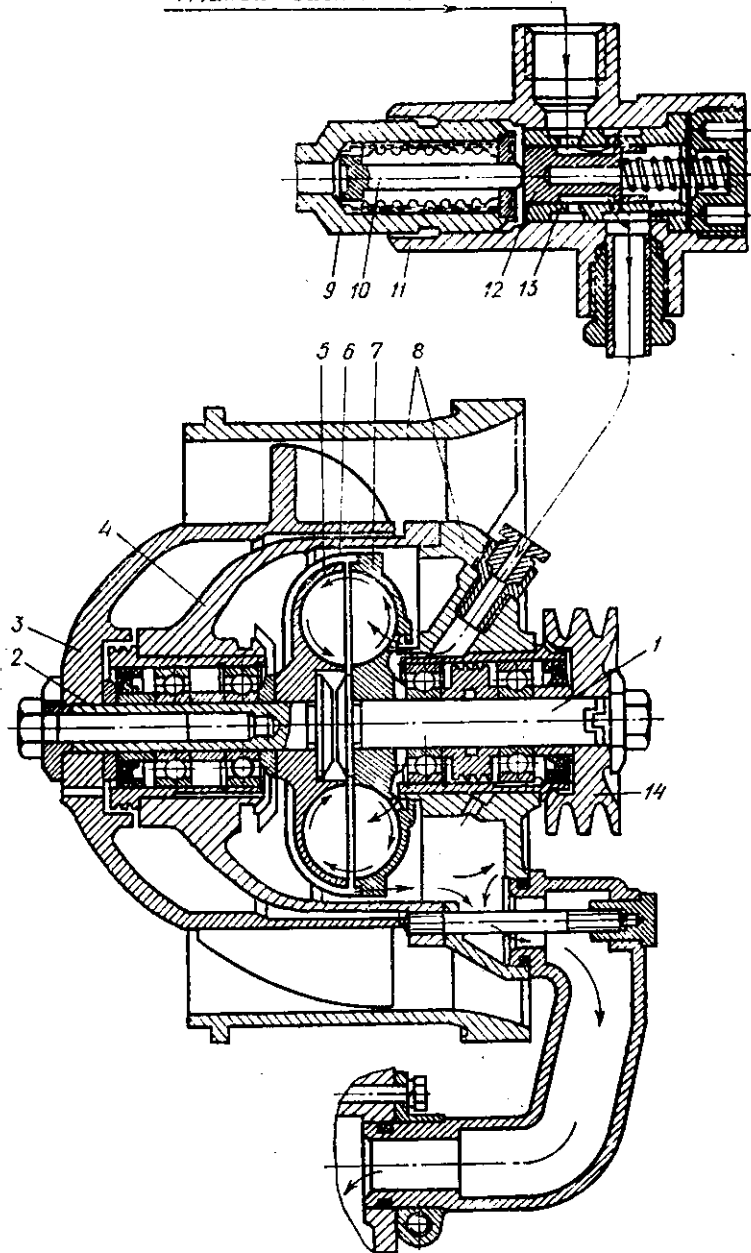
боқларини қўраб турган конструкция элементларида) юқори бўлади. Совитиш системаси қобирғалари асосида ўртача температура алюминий устёпмалар учун $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$ ни ва чўян цилиндрлар учун $130\text{--}170^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этади, бу эса мой ҳамда ёнилғига (бензинда ишлайдиган ИЕД ларда) нисбатан қўйиладиган талабларни ошириб юборади. Деталларнинг температураси ташқи шароит ва иш режимига кўп даражада боғлиқ бўлгани туфайли двигателнинг температурасини бир хилда тутиб турувчи тузилмаларга алоҳида эътибор берилади.

Двигателнинг ҳаво билан совитиш системасининг умумий тузилиши 17.8-расмда келтирилган. Ҳаво йўналтирувчи ёки тўғрилаб турувчи аппарат 5 билан таъминланган вентилятор 1 воситасида узатилади. Узатилаётган ҳаво ИЕД га ғилоф (кожух) 2 ёрдамида йўналтирилади. Бу ғилоф ҳаводан фойдаланиш самарадорлигини оширади. Цилиндрлар ва каллақларни қўраб турган дефлекторлар 3 ҳавонинг керакли жойларга узатилишини таъминлайди. Совитиш системасидан радиатор 4 ёрдамида мойнинг температурасини пасайтириш учун фойдаланилади. Паррақлар билан таъминланган қўзғалмас йўналтирувчи аппарат 5 ҳаво оқимини вентиляторнинг айланишига тескари йўналишда айлантиради, шунда ҳосил бўладиган босим зиёдлашади. Бу ҳол машина чангли шароитда, яъни қобирғалар орасидаги каналлар чанг билан тўлиши натижасида деталларнинг совиши ва ИЕД нинг иссиқлик режими бузилиши туфайли ҳаво системасининг қаршилиги ортиқ бўладиган шароитда ишлаганда катта аҳамият касб этади. Айрим ҳолларда тўғриловчи аппарат (вентилятор орқасига ўрнатилади) қўлланилади. У вентилятордан



17.8-расм. Дизельни ҳаво билан совитиш системасининг схемаси:

1 — вентилятор; 2 — кожух; 3 — дефлектор; 4 — мой радиатори; 5 — йўналтириш аппарати



17.9-рasm. Гидродинамик муфтали вентилятор:

1 — гидромуфтанинг етакловчи ваги; 2 — етакланувчи вал; 3 — вентиляторнинг иш ғилдираги; 4 — қопқоқ; 5 — гидромуфтанинг турбина ғилдираги; 6 — кожух; 7 — насос ғилдирак; 8 — йўналтириш аппарати; 9 — сезгир элемент; 10 — шток; 11 — термостат корпуси; 12 — золотник; 13 — атулка; 14 — шкив

сўнг ҳавонинг айланишини бартараф этади, бунинг эвазига совитиш системасининг самарадорлиги ортади ва иш пайтида чиқадиған шовқин бироз пасаяди.

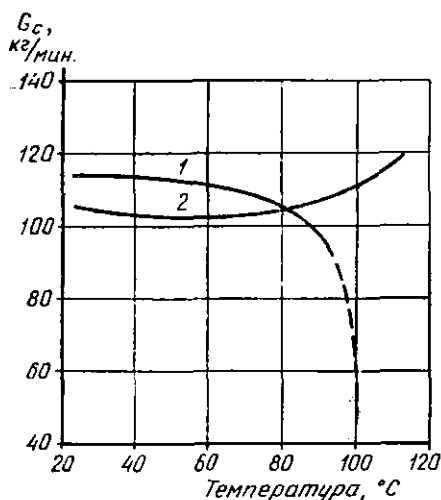
Итариб киргизувчи вентиляторни бўлган кенг тарқалган системадан фарқли ўлароқ (17.8-расм), баъзи ҳолларда ИЕД нинг ҳаво трактидан чиқиш жойига ўрнатилган сўрувчи вентиляторни бўлган системадан фойдаланилади. Бу ҳолда двигатель қисмларининг бир текис совиши яхшиланади, аммо вентиляторни юргизишга энергия сарфи ортади, чунки у кенгайиш туфайли кўпроқ ҳажмдаги ҳавони ўтказеди.

Ҳаво билан совитиладиган ИЕД нинг температурасини бир хилда тутиб туриш учун ростланувчи юритмали вентиляторлардан фойдаланилади. Улар температура датчиклари ёки термостатлар билан бошқарилади (17.9-расм). Термостат 9 шток 10 воситасида золотник 12 нинг вазиятини ўзгартиради. Шунда температура кўтарилиши билан мой узатилиши ортади ва вентиляторнинг гупчаги 3 га маҳкамланган турбина ғилдираги 5 нинг тезлиги катталашади. ИЕД нинг температурасини ростлаш учун баъзан мотор бўлинмасининг панжарасидаги кожухнинг ташлама пардасидан фойдаланилади ёки мой радиатори термик бошқарилувчи клапан воситасида узиб қўйилади.

17.5. ЎРТА ОСИЁ РЕГИОНИ ШАРОИТИДА СОВИТИШ СИСТЕМАСИНING ИШЛАШИ

Ўрта Осиё регионининг ўзига хос табиат-иқлим шароити ИЕД нинг иши, кўрсаткичлари ва ишончилига совитиш системаси орқали энг кучли таъсир кўрсатади. Ёзда атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлиши ва қуёш радиацияси тўғридан-тўғри тушиши деталларнинг температураси кўтарилишига ҳамда радиаторнинг ҳам, бевосита двигатель ташқи деворларининг ҳам совиши ёмонлашишига сабаб бўлади. Оқибатда қувват камаяди, ёнилғи тежамкорлиги камаяди, узеллари қизиб кетиб, уларнинг иши бузилади, деталларнинг мойланиши бузилади. Совитиш системасидаги сувнинг температураси қайнаш нуқтасига яқинлашиб қолади, бу ҳол буғланишни, яъни суюқлик сарфини оширади. Насосда кавитация ҳодисаси жадаллашиб, насоснинг иш унумини камайтиради ва суюқликнинг айланиб юришини бузади (17.10-расм).

Регионнинг аксарият сув ҳавзалари ва манбаларидаги сув қаттиқ бўлганидан, машиналарни ишлатиш жараёнида уларга тез-тез қўшимча сув қуйиб туриш тош (накипь) ҳосил бўлишини тезлаштиради, бу эса ИЕД ни совитишнинг янада кўпроқ бузилишига олиб келади. Шунини айтиб ўтиш кифояки, система юзларидаги 0,5 мм қалинликдаги тош қатлами сувнинг айланиб юришини 10—15% га камайтиради, радиаторнинг совишини 35—38% га пасайтиради ва совитиладиган деталлар температурасини кескин ошириб юборади. Бундай шароитда системага оғув қуйишдан ёки қўшимча сув қуйишдан олдин сувни химиявий



17.10- расм. Насос иш унумининг суюқ-
лик температурасига боғлиқлиги:

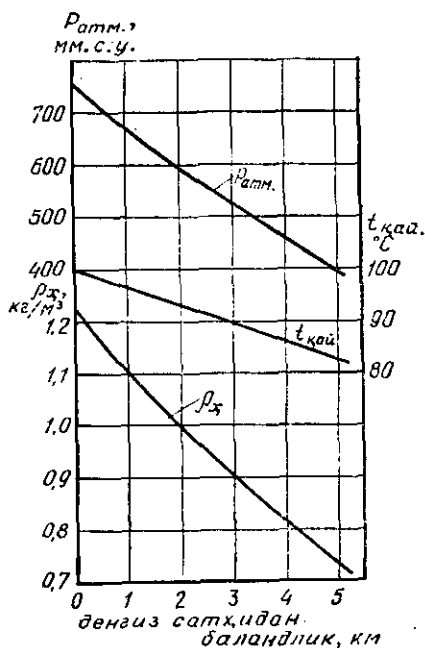
1 — сув; 2 — этиленгликоль

усуллар билан юмшатиб олиш ҳамда унга магнит билан ишлов бериш зарур. Бу тадбирлар тош ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади. Сувга тош ҳосил бўлишига қарши қўшилмалар: натрий гексаметафосфат (5—6 мг/л ҳисобида), тринатрийфосфат ёки суперфосфат (10—12 мг/л) ва калийли хромпик (3—5 мг/л) қўшиш ҳам яхши натижалар беради. Калийли хромпикдан фойдаланилганда эҳтиёт чораларига амал қилиш керак, чунки у заҳарлидир. Шу нуқтан назардан, ёпиқ совитиш системалари катта афзалликларга эга, чунки улар суюқликнинг буғланиб исроф бўлиши камайишини таъминлайди ва кавитация эҳтимоллигини камайтиради. Аввал айтиб ўтганимиздек, системаларда дистилланган сувдан фойдаланиш тош ҳосил бўлишининг олдини олади. Ёпиқ системаларда қайнаш температураси юқори бўлган совитиш суюқликларидан фойдаланган маъқул.

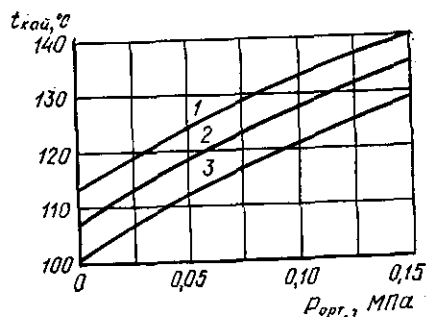
Регион шароитида ИЕДнинг совитиш системасининг ёмонлаштирувчи муҳим омил суюқлик билан совитиш радиаторларининг ёки ҳаво билан совитиш қисмларининг қобирғалари орасидаги ўтиш йўлларининг ташқи томондан чанг билан ва йўл ёқасидаги ҳавода муаллақ ҳолатда бўлувчи бошқа ифлослантиргичлар билан ифлосланишидир. Суюқлик билан совитиш системаси радиатори чанг билан ифлосланганда ҳатто ташқи ҳавонинг ҳарорати ўртача бўлганда ҳам иссиқликнинг атроф-муҳитга тарқалиши 10—15 % ва бундан ҳам ортиқ камайиши мумкин. Ҳаво билан совитиладиган двигателларда ташқи ҳарорат юқори бўладиган ва серчанг шароитда мой ёки унинг буғлари чиқадиган жойларда қаттиқ қатламлар ҳосил бўлиб, улар деталларнинг совитиш пасайтиради ҳамда уларнинг иссиқлик ҳолатини бузади. Шу сабабли машиналар серчанг шароитда ишлатилганда ИЕД совитиш системасининг ташқи сиртларини ҳар кун ювиб ва тозалаб туриш лозим.

Суюқлик билан совитиш системасига қўшимча сув қуйиш учун табиий манбалардан олинган сувдан фойдаланиладиган бўлса, машиналарга йилда икки марта мавсумий хизмат кўрсатиш ҳамда тошин йўқотиш учун система ва радиаторни ювиб тозалаш мақсадга мувофиқдир.

Тоғ шароитида ишлаганда атмосферанинг сийракланганлиги ҳаво билан совитиладиган двигателлар деталларининг совитиш



17.11-расм. Сувнинг қайнаш температураси ва ҳаво параметрларига денгиз сатҳидан баландлиқнинг таъсири



17.12-расм. Суюқлик қайнаш температурасининг совитиш системасидаги босимга боғлиқлиги:

1 — антифриз-60; 2 — антифриз-40; 3 — сув

тезлигини сусайтиради. Натижада двигатель ўта қизиб кетади, бу эса иш жараёнининг параметрлари ўзгариши оқибатида ИЕД кўрсаткичларини янада ёмонлаштиради. Очiq системали, суюқлик билан совитиладиган ИЕД ларда бунга қайнаш температурасининг пасайиши ҳам келиб қўшилади, бу эса маҳаллий ўта қиз

иш ва кавитация ҳодисаси туфайли энг мақбул иссиқлик режимини ҳамда суюқликнинг айланиб юришини бузади (17.11-расм). Шу сабабли, тоғ шароитида ишлаганда ички босими оширилган ёпиқ совитиш системаларидан фойдаланган маъқул (17.12-расм). Аммо бу ҳолда ҳам ИЕД ни совитиш билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар сақланиб қолади, чунки стандарт буғ клапанлари ичкаридаги ва ташқаридаги босимлар фарқининг муайян қийматига мўлжалланган бўлади. Бу клапанлар тоғ шароитида атмосфера ҳавосининг сийракланганлиги туфайли суюқликнинг пастроқ температурасида ишлаб кетади. Натижада суюқликнинг ички босими ва қайнаш температураси пасаяди.

Тоғ шароитларида суюқлигининг қайнаш температураси юқори бўлган ёпиқ совитиш системаларидан фойдаланиш энг яхши натижалар беради. Деталларни совитиш бирмунча кам ва радиатордаги иссиқлик алмашинуви 5—12 % кам (сув билан совитишга нисбатан) бўлишига қарамай, бундай суюқликлар совитиш системасининг ишончли ишлашини таъминлайди (17.10-расмга қаранг). Атроф-муҳитнинг ҳарорати юқори бўладиган жанубий районларда ишлашга мўлжалланган махсус машиналар одатда деталларни жадал совитишни таъминлайдиган мукамал совитиш системаси билан жиҳозланган ИЕД билан ускуналанади. Деталларнинг совитиш жадаллигини ошириш учун

иссиқлик алмашиниш юзаси катталаштирилган радиаторлар, шунингдек ўлчамларини ёки айланиш частотасини катталаштириш ҳисобиға иш унуми оширилган вентилятор ва насослар қўлланилади.

18-БОБ. ҲАВО УЗАТИШ СИСТЕМАЛАРИ

18.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Ҳаво узатиш системасининг асосий вазифаси ҳавони цилиндрларға киритишдан олдин бегона механик ифлослантиргичлардан яхшилаб тозалашдан иборат. Бунда ҳаво босими мумкин қадар кам йўқолиши ва ҳарорати иложи борича паст бўлиши керак. Ана шу икки талабнинг қўйилишиға сабаб шуки, киритиш тактида янги заряднинг босими пасайиши ва ҳарорати кўтарилиши ИЕД нинг қувватини камайтиради ҳамда унинг ёнилғи тежамкорлигини ёмонлаштиради (9-бобға қаранг). Система асосий вазифасини бажаришдан ташқари, киритиш тактида чиқадиган шовқинни сўндиради. Бу ҳақда 11-бобда айтиб ўтилган эди.

Кўриб чиқилаётган туркумдаги ИЕД ларда атмосфера ҳавосини ифлослантиргичларнинг асосий таркибий қисми йўл чангидир. У цилиндрлар ичига кириб боради ва деталлар (поршень, унинг ҳалқалари ва цилиндрнинг кўзгудек сирти) нинг абразив ейилишиға асосий сабабчи бўлади. Чанг ИЕД нинг киритиш ва чиқариш системалари орқали ўтиб, клапанларнинг зичловчи сиртлари ва уларнинг йўналтирувчи втулкалари ейилишиға сабаб бўлади, бу эса клапанларнинг беркилиш зичлиги бузилиб, турли хил ёмон оқибатлар (цилиндрларда компрессиянинг пасайиши, клапанларнинг ўта қизиб кетиши ва куйиши, уларнинг йўналтирувчилардаги ҳаракатланувчанлиги йўқолиши) келиб чиқишиға олиб келади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларда қаттиқ чанг заррачалари компрессор ва турбина паррақларининг емирилишиға сабаб бўлади.

ИЕД дан фойдаланиш тажрибаси шуни кўрсатадики, ҳаво киритиш жараёнида ҳатто тозаланганда ҳам атроф ҳавосининг чанглилиги цилиндр-поршень группаси деталларининг ейилиши билан тўғри боғлиқлик орқали боғлангандир. Атроф-муҳитнинг чанглилиги $г/м^3$ да ўлчанувчи чанг миқдори билан ифодаланади. Бинобарин, ҳавонинг чанглилиги ортиши билан унинг тозаланишиға нисбатан қўйиладиган талаблар ҳам ошади ва ИЕД нинг ишини ташкил қилишда унинг роли кучаяди. Атроф ҳавосидаги чанг миқдори машинанинг иш шароитиға боғлиқ равишда ўзгариб туради. Масалан, шаҳарлар ва шоссе йўлларда унинг миқдори $0,00025—0,001 г/м^3$ ни, тупроқ йўлларда $0,01—0,05 г/м^3$ ни ташкил этади, тупроқ қазиниш ва қишлоқ хўжалик машиналари ишлаганда, шунингдек автомобиллар ва машиналар конларда, айниқса, қуруқ иссиқ иқлим шароитида ишлаганда чанг миқдори

0,5—2 г/м³ га этади. ИЕД ҳаво чанг билан юқори даражада иф-
лосланган шаронгта атиги бир иш қуни мобайнида ишласа, ци-
линдр-поршень группасини капитал тарзда тузатиш талаб қили-
нади. Ҳаво тозалаш тузилмаларидан фойдаланилганда цилиндр-
ларга киритилаётган ҳаводаги чанг миқдори кўп марта камаяди,
шунга яраша, деталларнинг ейилиши бир неча барабар камаяди.

Чангнинг абразив таъсири фақат унинг ҳаводаги миқдори
билан эмас, балки дисперс таркиби, яъни заррачаларининг ўл-
чамлари билан, шунингдек заррачаларининг қаттиқлиги ҳамда
шакли, яъни қирраларининг ўткирлиги билан ҳам боғлиқ. Ци-
линдр-поршень группаси деталларининг ейилиши нуқтаи назар-
дидан энг хавфлиси 10—20 мкм ўлчамли заррачалардир. Бундай
заррачалар ИЕД ишлаётганда узел элементлари орасидаги тир-
қишларга осонгина кириб боради. Мазкур заррачаларнинг
ўлчамли деталлар орасидаги мой қатлами қалинлигидан катта
бўлади ва шу сабабли туташ юзаларга бевосита тегиб туради.
Майдароқ заррачалар эса сустроқ ейилишга сабаб бўлади.
Одатда атмосфера чанги ўлчамлари 1—50 мкм атрофида бўлган
қаттиқ заррачалар мажмуидан ташкил топади. Йўл ёқасидаги
ҳаво қатлами чангнинг 95 % гача қисми 5 мкм доирасидаги
ўлчамга эга бўлиб, уларнинг массаси чанг умумий массасининг
7—10 % ини ташкил этади.

Ер сатҳидан баландлик ортиб боргани сари чангнинг миқдо-
ри учинчи даражали тескари мутаносиб тарзда ўзгариб боради,
бунда заррачаларининг дисперс таркиби ҳам ўзгаради. Энг
йирик ва осон чуқадиган чанг заррачалари пастки қатламда,
энг майдалари эса энг юқориги қатламда тўпланади.
Аэрозоль деб аталувчи 1мкм гача ўлчамли заррачалар ҳавода
узоқ вақт мобайнида сақланиб туриши мумкин. Демак, ИЕД
нинг таъминлаш системасига ҳаво билан бирга кирувчи чанг
миқдори ва унинг дисперс таркиби ҳаво олиниш сатҳига боғлиқ
бўлади: ҳаво олгич қанча баланд жойлашган бўлса, чанг миқдо-
ри шунча кам бўлади ва чангнинг ўлчамлари шунча майда
бўлади. Ҳавонинг чанглилик даражаси машина бажарадиган
ишнинг турига ва юриш қисмининг хилига ҳам боғлиқ бўлади.
Юриш қисми занжирли (гусеничали) машиналар алоҳида
ишлаганда ҳам, биргалашиб ишлаганда ҳам (транспортлар-
нинг колонна бўлиб ҳаракатланиши, машиналарнинг бир-бири-
га яқин масофада биргаликда ишлаши) ҳавога кўп миқдорда
чанг кўтарилади.

Системага кириб қолувчи чангнинг миқдори ҳаво сарфига
боғлиқ бўлиб, валнинг айланиш частотаси ортиши билан, бен-
зинда ишлайдиган ИЕД ларда эса юкланиш ортиши билан
(дроссель заслонканинг очилиши катталашиши билан) ортиб
боради.

Мос равишда, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД
ларда унинг киритилиш жадаллиги, яъни λ_k катталашганда систе-
мага кирувчи чанг миқдори кўпаяди.

Замонавий ИЁД ларда, одатда, ҳавони икки босқичли тозалаш, яъни дастлабки тозалаш ва асосий фильтрда тозалаш усуллари қўлланилади. Биринчи босқичда чанг умумий массасининг кўпроқ қисмини ташкил этувчи йирик заррачалар ушланиб қолади, бунинг натижасида асосий фильтр улардан ҳоли бўлиб, унинг чанг билан тез тўлиб қолишининг олди олинади ва техник хизмат кўрсатилгунга қадар (яъни конструкциясига боғлиқ ҳолда фильтрловчи элементни тозалагунга ёки алмаштиргунга қадар) бўлган хизмат муддати узаяди.

Система ёки унинг таркибий қисмларининг ҳавони тозалаш сифати % да ифодаланувчи чанг ўтказиш коэффициенти $\epsilon_y = \frac{\psi_2}{\psi_1} \cdot 10^2$ билан аниқланади. Бу ерда ψ_1 ва ψ_2 — мос равишда ҳаво тозалагичдан олдин ва кейин чангнинг миқдори (г/м^3). Тозалаш коэффициенти

$K_m = \left(1 - \frac{\psi_1}{\psi_2}\right) 10^2 = 1 - \epsilon_y$ тушунчаси ҳам қўлланилади.

Тозалаш системасининг ички гидравлик қаршилиги Δp_k унинг муҳим хусусияти ҳисобланади. Бундай қаршилик мавжуд бўлганда ИЁД нинг кўрсаткичлари пасаяди. Жами қаршилик дастлабки тозалагич, трубалар ва асосий фильтр қаршиликлари йиғиндисидан иборат бўлади. Булардан дастлабки иккитаси система ишлаётганда ўзгармайди. Асосий фильтр чанг билан тўлиб боргани сари унинг қаршилиги ортиб боради. Жонз энг катта қаршилик $\Delta p_{ж}$ юқорида айтилган мулоҳазалар асосида чеклаб қўйилади. Қаршилик ана шу катталиikka етганда системага техник хизмат кўрсатилиши зарур. Масалан, ГОСТ 12627—80 га кўра $\Delta p_{ж}$ 7000 Па дан зиёд бўлмаслиги керак. Шундай қилиб, $\Delta p_{ж} - \Delta p_k$ айирма система қаршилигининг катталашиб бориш имкониятидан иборат бўлиб, техник хизмат кўрсатишлар оралиғида ёки фильтрловчи элемент алмаштирилгунга қадар системанинг хизмат муддатини белгилайди. Бу имконият одатда ҳаво тозалагичнинг чанг сифими сифатида аниқланади ва ё ушлаб қолинган чангнинг жами массаси билан, ё бўлмаса атроф ҳавосининг муайян чанглилик даражасида ишлаган вақти (соатда) билан ўлчанади (ГОСТ бўйича 1 г/м^3 да ўлчаш кўзда тутилади). Ҳаво тозалагичларнинг турли кўринишларини таққослашда ва танлашдаги муҳим баҳолаш кўрсаткичи уларга техник хизмат кўрсатишнинг сермеҳнатлилиги ва нархидир.

18.2. ҲАВО ТОЗАЛАГИЧЛАР

Ҳаво узатиш системасининг асосий вазифасига қараб унинг конструкцияси кўп жиҳатдан машинанинг вазифаси ва иш шароитига боғлиқ бўлади. Умумий ишларга мўлжалланган автомобиллар ички ёнув двигателлари учун ҳаво тозалагичлар асосан капот остида жойлаштирилади ва ҳаво бевосита мотор бўлинмасидан олинади. Бу ҳолда ҳаво тозалагичнинг шакли, жойлашиши ва конструкциясининг ўзига хос хусусиятлари автомобилнинг умумий компоновкасига мослаштирилади. Зўриққан

иш режими ва серчанг шароитда ишлашга мўлжалланган машиналарда (йўл автомобилларидан ташқари ва ўзигағдарар машиналар, тракторлар, йўл қуриш, тупроқ қазииш ва қурилиш машиналари) ҳаво тозалагичлар ташқарида, ер сатҳидан анча баландда, ҳавонинг кам чангланган қисмида жойлаштирилади. Ҳаво тозалагичнинг ўзига хос конструкцияси ёки ҳимоя соябонлари кираётган ҳавода муаллақ ҳолатда бўлган чангнинг тўғридан-тўғри цилиндрга тушишининг олдини олади. Бунда ҳаво кириш тешигини ҳам ҳимоя қилиш зарур. ИЕД га чанг киришининг камайишида трубаларнинг ва ҳаво тозалагичларнинг киритиш патрубоклари билан бирикиш жойларининг зич бўлиши катта аҳамиятга эга.

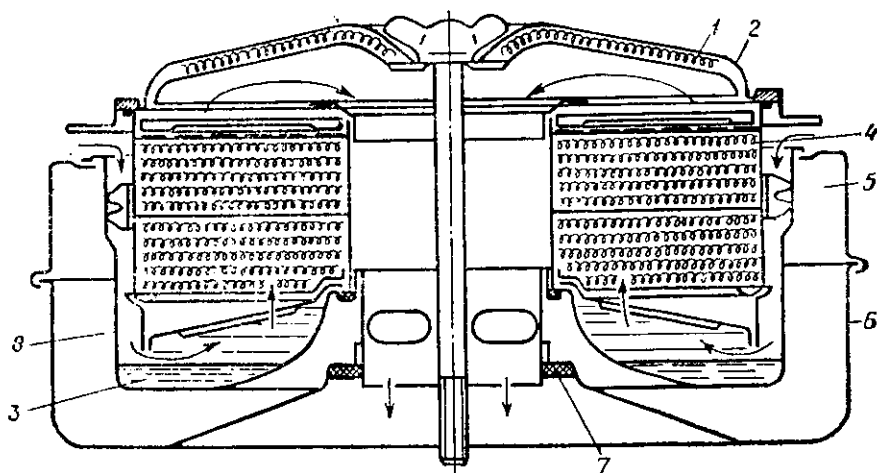
Ҳавони тозалаш учун икки хил: инерцион ва фильтрловчи тузилмалардан фойдаланилади. Кўп ҳолларда ҳавони аралаш усулда, ёки, аввал айтиб ўтилганидек, икки босқичда тозалаш қўлланилади. Биринчи босқич сифатида инерцион ҳаво тозалагичлардан, иккинчи асосий босқич сифатида эса филтрлардан фойдаланилади. Серчанг шароитда ишлашга мўлжалланган машиналар двигателлари учун тозалашнинг биринчи босқичидан сўнг чангни автоматик чиқариб юбориш қўлланилади. Бу мақсадда системадан чиқарилувчи ишлатилган газларнинг эжекторловчи (сўрувчи) ҳодисасидан фойдаланилади. Биринчи босқичдан сўнг чангни сўриб олиш қўлланилганда ҳаво тозалагичнинг техник хизмат кўрсатилгунга қадар бўлган хизмат муддати 1,3—1,7 барабар узаяди. Аммо бундай тузилмалар ИЕД қувватини 1,5 % га камайтиради, деталларининг иссиқликдан зўриқшини кучайтиради ва турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган двигателларда турбинанинг ишлашини бирмунча ёмонлаштиради. Шу сабабли иш шароити талабларига жавоб берадиган улардан фойдаланиш мумкин.

Инерцион ҳаво тозалагичлар. Буларда ифлослан-тиргичлар ҳаводан унинг йўналишини кескин ўзгартириш ҳисобига ажралади. Бунда зичлиги ҳавоникдан каттароқ бўлган чанг ва бошқа қаттиқ зарралар аввалги йўналишда ҳаракатланишда давом этиб, мойли ваннага ёки қуруқ тўплагичга келиб тушади. Тозаланган ҳаво эса филтрга келади. Серчанг шароитда ишлайдиган машиналарда инерцион ҳаво тозалагичларга қўшимча равишда марказдан қочма моно-ёки мультициклонлар ҳам ўрнатилади. Мазкур циклонлар ҳавога айланма ҳаракат беради. Зич зарралар марказдан қочма куч таъсирида цилиндрсимон корпус деворларига келиб урилади ва тўплагичга тушади, тозаланган ҳаво эса марказий соҳадан асосий филтрга келиб, бу ерда яна тозаланadi. Тозалашнинг биринчи босқичи сифатида фойдаланиладиган моноциклонларнинг ўтказиш коэффициенти 45—25 %, мультициклонларники эса 12—50 % ни ташкил этади. Биринчи босқичнинг ўтказиш қиймати қанча кичик бўлса, асосий филтрга техник хизмат кўрсатишлар ўртасидаги хизмат муддати шунча узун бўлади.

Инерцион ҳаво тозалагичлар (ва циклонлар)нинг камчилиги шундаки, система орқали ҳаво сарфи камайганда (яъни дизелларнинг тезлиги пасайганда, бензинда ишлайдиган ИЕД ларнинг эса тезлиги ва юкланиши камайганда) уларнинг чанг ўтказиш коэффициенти анчагина катталашади.

Фильтрловчи ҳаво тозалагичлар. ИЕД да қўлланилувчи ҳаво филтрлари ҳўл ва қуруқ хилларга бўлинади. Қуруқ филтрларда филтрловчи материал сифатида сим тўр, капрон ёки сим ўрами, шиша толаси ва шу кабилардан фойдаланилади. Филтр тикмасига мой шимдирилади, шу сабабли у иш жараёнида нам ҳолатда бўлади, бу эса тозалаш сифатини оширади. Мой буғланиб қуриб қолса ёки ИЕД га тортилиб кетса, филтрнинг чанг ўтказиш коэффициенти катталашади, шунинг учун улар вақт-вақтида мой билан ҳўллаб турилиши зарур. Бу турдаги тозаловчи элементлар мойли ваннаси бўлган инерцион дастлабки тозалагичлар билан биргаликда қўлланилади ва шунинг учун инерцион-мойли тозалагичлар деб юритилади. Мойли ванна филтрловчи элементдан ҳаво ўтаётганида уни ҳўллаб туради.

18.1-расмда автомобилларга мўлжалланган инерцион-мойли ҳаво тозалагич кўрсатилган. Атмосфера ҳавоси идиш 8 деворлари бўйлаб пастга тушади, кейин йўналишини ўзгартириб (расмда стрелкалар билан кўрсатилган), ванна 3 ни тўлдириб турган мойга тегиб ўтади ва филтрловчи элемент 4 дан ўтиб тозаланади. Ҳаво тозалагичга қопқоқ 2 ўрнатилган, қопқоқда эса шовқин ўтказмайдиган мослама 1 ва шовқин сўндирувчи камера 5 бор. Бундай ҳаво тозалагичлар мамлакатимизда ишлаб чиқарилган автомобиль ҳамда трактор двигателларида кенг қўлланилади ва чанги кам бўлган ҳавонинг самарали тозаланишини таъминлайди.



18.1-расм. Инерцион-мойли автомобиль ҳаво тозалагичи

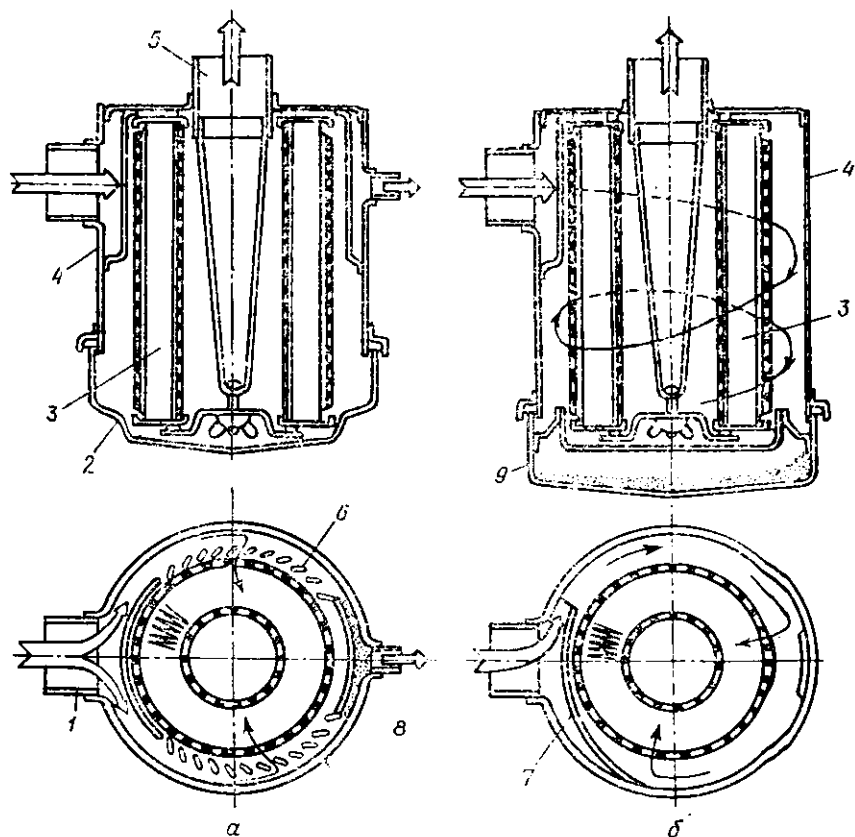
Мойли ваннаси горизонтал тарзда жойлашган инерцион-мойли ҳаво тозалагичлар ҳавони энг сифатли тозалайди. Иш вақтида машинанинг оғиши тозалаш самарадорлигини ёмонлаштиради. Бу тозалагичлар фойдаланиш давомида вақт-вақти билан тозалаш ва қайта мойлаб туришни талаб қилади, бу эса техник хизмат кўрсатишнинг меҳнат сарфи ва нархини ошириб юборади. Мазкур турдаги филтрлардан турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган ИЕД ларда фойдаланиш компрессорнинг ҳаво оқими ўтадиган қисми мой билан ифлосланишига ва босим остида киритиш системаси кўрсаткичларининг ёмонлашувига олиб келади.

Қуруқ ҳаво тозалагичларнинг филтрловчи қисми бурмаланган ва юлдуз шаклида йнғилган пардаси бўлган олмош патрондан иборат. Парда махсус картон ёки синтетик материалдан ясалади. Филтр кўпинча қуруқ моно-ёки мультициклон билан биргаликда қўлланилади ва исталган ҳолатда ўрнатилиши мумкин. Бу эса унинг афзаллигидир. 18.2-расмда бу турдаги ҳаво тозалагичларнинг тузилиши келтирилган. Ҳаво оқимининг панжара 6 тирқишларида кескин бурилиши инерция таъсирида чангнинг ажралишини таъминлайди (18.2-расм, а). Кейин чангни ишлатилган газларнинг эжекцион ҳодисасидан фойдаланиб патрубок 8 сўриб олади. 18.2-расм, б дан кўриниб турибди. ки, корпус 4 да ҳаво моноциклон экрани воситасида айланма ҳаракатланади. Ҳаво асосий филтр 3 га патроннинг четки девори орқали ўтади. ИЕД га эса ҳаво марказий патрубок 5 орқали киради. Бу турдаги аралаш ҳаво тозалагичнинг чанг ўтказиш коэффициенти ҳўл ҳаво тозалагичникидан 5—10 марта кам бўлиб, 0,03—0,1% ни ташкил этади. Мазкур коэффициент, инерцион-мойли ҳаво тозалагичдагидан фарқли ўлароқ (уларда кичик айланиш частотасида чанг ўтказиш коэффициенти 4,6—6% гача ортиб кетади), ҳаво сарфига кам боғлиқ бўлади.

Техник хизмат кўрсатиш чоғида қуруқ элементлар пуфлаб тозаланади ёки ички қаршилиги жоиз чекли қийматга етганда алмаштирилади. Шу туфайли уларга хизмат кўрсатиш нархи ҳўл ҳаво тозалагичларникига қараганда 8 мартагача арзонлашади. Серчанг шаронгта ишлаганда ҳавонинг юқори сифатли тозаланиши цилиндр-поршень группаси деталларининг ейилишини 50—60% гача камайтиради. Ана шу афзалликлари туфайли қуруқ ҳаво тозалагичлар ИЕД ларда кенг қўлланилади.

18.3. СИСТЕМАНИНГ ЎРТА ОСИЁ РЕГИОНИДА ИШЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ

Регионнинг иқлим ва тупроқ шароити ИЕД даги ҳаво узатиш системасининг ишига кучли таъсир кўрсатади. Кўриб чиқилган атроф ҳавоси юқори ҳароратининг двигател кўрсаткичларига



18.1- расм. Қуруқ филътр-патронли ҳаво тозалагич:

а — чангни эжекция усулида чиқариб ташлайдиган; б — моноциклонли ва чанг йиғувчи мосламали

ёмон таъсиридан ташқари, бошқа камчиликлар ҳам бор. Масалан, инерцион-мойли ҳаво тозалагичдан фойдаланилганда ҳаво узатиш системаси элементларининг қизиши мойнинг буғланишини ва унинг цилиндрларга кириб боришини тезлаштиради, натижада цилиндрларга чанг кириши кўпаяди.

Регионнинг қуруқ иссиқ иқлими ва тупроғининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда шамол йўл ёқасидаги ҳаво қатламининг серчанг бўлишига сабаб бўлади. Йўл, қурилиш ва қишлоқ хўжалик машиналари, шунингдек, уларга хизмат кўрсатувчи транспортлар ишлаётган пайтда ҳавонинг чанглилик даражаси 3—5 г/м³ га етади. Урта Осиё регионидagi аксарият районларда чангнинг таркиби инерцион ва циклонли дастлабки тозалагичлар билан ёмон ажратиладиган майда заррачалар (10 мкм гача) миқдори кўплиги билан фарқ қилади. Бу ҳол асосий филътрларнинг чанг билан ўта юкланишига ва тезда чанг билан

тўлиб қолишига сабаб бўлади, натижада уларнинг ички қаршилиги ортади. Оқибатда ИЁД кўрсаткичлари янада ёмонлашади.

Йўл ёқасидаги чангнинг 65—75 % қисми юқори даражада абразивлик хоссаларига эга бўлган қаттиқ кварц заррачаларидан ташкил топади. Бундай чанг ҳаво тозалашчилар ва системанинг нозич жойлари орқали цилиндрларга кириб, цилиндр-поршень группаси деталларининг тез ейилишига сабаб бўлади. Натижада улар мамлакатимизнинг ўрта минтақасидагига нисбатан 2 мартадан кўп тезроқ ейилади. Бу ҳол ИЁД га кирувчи ҳавони филтрлаш масаласига катта эътибор беришни тақозо этади.

Филтрларнинг техник хизмат кўрсатишлар ўртасидаги хизмат муддати машиналар ишлайдиган жойдаги ҳавонинг чанглилик даражасига қараб белгиланган ўртача нормаларга нисбатан камайиб бориши лозим. Техник хизмат кўрсатиш ўз вақтида бажарилмаганда асосий филтрнинг чанг билан ҳаддан ташқари ўта юкланиши унинг ички қаршилиги анчагина ортиб кетишига сабаб бўлади ва олмош филтр-патроннинг картон пардаси узилиб, ИЁД нинг фалокатли оқибатларга олиб келадиган даражада ейилишига сабаб бўлиши мумкин. Филтрларга техник хизмат кўрсатишнинг зарур даврийлигини белгилашда двигателларда қўлланиладиган, серчанг шароитда ишлашга мўлжалланган ифлосланганлик (сийракланиш) ни билдирувчи сигнализаторлар жуда фойдалидир.

19-БОБ. ИШОНЧЛИЛИК ВА ХИЗМАТ МУДДАТИ

19.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Транспорт машинаси юқори самара билан ва унумли ишлашнинг зарурий шарти унинг ишончли ишлашидир. *Машинанинг ишончлилиги* дейилганда унинг муайян вақт ичида ёки талаб этилган хизмат муддати давомида ўзининг иш кўрсаткичларини кўзда тутилган чегараларда сақлаган ҳолда берилган вазифаларни бажариш хоссаси тушунилади. Фойдаланиш пайтида сарфланадиган меҳнат ва моддий маблағлар, шунингдек эҳтиёт қисмлар сарфи ҳамда паркни янгилашга бўлган эҳтиёж, яъни тайёрловчи заводларнинг машиналар ишлаб чиқариш программаси кўп жиҳатдан машиналарнинг ишончлилик даражасига боғлиқ. Машинанинг ишончлилиги энг аввал унинг сифати, кўзда тутилган ишларни муайян иш шароитида бажаришга қослаштирилганлиги билан, шунингдек фойдаланиш чоғида техник хизмат кўрсатиш ва тузатишни ташкил қилишнинг ва ишга оширишнинг мукамаллиги билан белгиланади. Транспорт машиналарининг ишончлилиги ишлаб чиқариш жараёнида улардан фойдаланиш чоғида ҳам таъминланади. Йўл ва шароити, шунингдек машиналарнинг иш режимлари ва

зўриқиб ишлаши уларнинг ишончилигига таъсир қилувчи муҳим иш омилларидир. Энергия манбаи ҳисобланган ИЕД машинанинг иш қурилмаларини ҳаракатга келтиради, шунинг учун унинг техник ҳолати ва ишлан қобилияти бутун машинанинг ишончилигини белгиланди.

Двигателнинг қувват жиҳатидан кучайтириб борилиши ва металл сарфининг камайтириб борилаётганлиги муносабати билан двигателнинг ишончилигини таъминлашнинг долзарблиги узлуксиз ошиб бормоқда. Ҳозирги вақтда бу — айниқса трактор парк учун энг ўткир муаммолардан бири бўлиб қолмоқда, чунки заводлар қуввати ва тузатишга ҳамда эҳтиёт қисмлар тайёрлашга материаллар сарфи янги ИЕД лар ишлаб чиқаришга сарфланадиган ишлаб чиқариш қуввати ҳамда уларни тайёрлашга сарфланадиган материаллар билан баробардир.

Двигателларнинг ишончилигига замин биринчи галда ва, асосан, уларни яратиш ва заводларда қўлаб ишлаб чиқариш чоғида тайёрланади. Бунинг учун турли хил конструктив ва ишлаб чиқариш-технологик усуллардан фойдаланилади. Бу усуллар деталларнинг мустақамлигини оширишга, уларнинг юкланишини чеклашга, иссиқликдан зўриқишини камайтиришга ёки иссиқликка чидамлилигини оширишга, сиртларининг ейилишини ва ишқаланишдаги исрофларни камайтиришга, элементларнинг коррозия ва кавитация таъсирида емирилишининг олдини олишга, диланик ва титров юкланишларини чеклашга, ҳаво, мой ҳамда ёнилғининг тозаланишини яхшилашга, деталларнинг мойланиш сифатини оширишга имкон беради. ИЕД нинг ишончилигини оширишда иш жараёнини солаш, шунингдек ИЕД ишининг энг яхши ростланишларини ва параметрларини танлаш катта аҳамият касб этади.

Деталь ҳамда узелларнинг ишончилиги муайян шароитга яқинлаштирилган шароитда махсус қурилмаларда юкланилганда улар ўзини қандай тутишини ўрганиш, ИЕД ларни, шу жумладан, иш режимлари ва ейилишга нисбатан кучайтирилган двигателларни стенд-лаборатория синовларидан ўтказиш, двигателларни машинага ўрнатиб, полигонларда текшириш чоғида ишлаб чиқилади. Двигателларни машиналарга ўрнатиб, синов ва тажриба ҳўжаликларида синов тариқасида ишлатиб кўриш натижаларидан кенг фойдаланилади. Бу ишларнинг ҳаммаси двигателларга техник хизмат кўрсатишдаги меҳнат сарфини ва бу хизматнинг нархини камайтиришга, шунингдек машиналарнинг планда назарда тутилган тўхтатиб қўйилишларини ва кўзда тутилмаган тўхтаб қолишларини камайтиришга қаратилган.

Фойдаланиш жараёнида машиналарнинг ишончили ишлаш вақтида ва сифатли техник хизмат кўрсатиш, шунингдек яхлаб тузатиш ҳамда техник шартларда ва фойдаланишга, талабларда кўзда тутилган ёнилғи-мойлаш материаллар ланиш орқали таъминланади.

19.2. ИШОНЧЛИЛИКНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАРИ

Машиналарнинг ишончлилиги кўп қиррали тушунча бўлиб, у машинанинг бузилмасдан ишлаши, хизмат муддати, тузатишга яроқлилиги ва сақланувчанлиги билан ифодаланади. Ишончликка оид атамалар (терминлар) стандартларда кўрсатилади.

Бузилмасдан ишлаш — машина (ИЕД) нинг белгиланган муайян ҳажмдаги ишни бажариш давомида бузилишлар оқибатида мажбурий равишда танаффуслар қилмаган ҳолда ўзининг ишлаш қобилиятини сақлаш хусусиятидир. Ишлаш қобилияти дейилганда машинанинг шундай ҳолати тушуниладики, бунда машина берилган вазифаларни техник ҳужжатлар талабларида белгиланган кўрсаткичлар билан бажаради. Ишламай қолиш тушунчаси ишлаш қобилиятининг ихтиёрсиз равишда тўлиқ ёки қисман йўқотилиши билан боғлиқдир. Ишламай қолиш оқибатида двигатель тузатиш ёки ростлаш учун тўхтатилади. Ишламай қолиш кутилган (масалан, ейилиш туфайли) ёки кўпинча тасодифий, кўзда тутилмаган бўлиши мумкин. Тасодифий ишламай қолишларга деталларнинг синиши, қадалиб қолиши, бирикмалар зичлигининг бузилиши ва шу кабилар сабаб бўлиши мумкин. Бузилмасдан ишлаш ишламай қолиш содир бўлгунга қадар ишланган соатлар сони билан (ишламай қолгунга қадар ишлаш) ёки ишнинг муайян вақт оралиғидаги ишламай қолишлар миқдори (ишламай қолишлар частотаси) билан баҳоланади.

Хизмат муддати — машинанинг фойдаланишнинг бошидан то чегаравий ҳолатга (бартараф этиб бўлмайдиган даражадаги ишламай қолгунга) қадар ўзининг ишлаш қобилиятини сақлаб қолиш хусусиятидир. Бунда техник хизмат кўрсатиш ва жорий тузатиш учун машинанинг вақт-вақтида тўхтатиб қўйилиши ҳисобга олинмайди. Машинанинг чегаравий ҳолати асосий деталларнинг батамом ейилиши ёки синиши оқибатида бундан кейин ишлатиш мумкин эмаслиги билан, ёхуд иш кўрсаткичларининг замон талабларига мос келмай қолиши (эскириши) билан аниқланади.

ИЕД ларга татбиқан хизмат муддати тушунчаси ўрнига *ресурс* тушунчаси, яъни мотосоатларда (ёки автомобиллар учун ўтилган йўл километрларида) ўлчанувчи ишлаш муддати тушунчаси қўлланилади. Ресурс тўлиқ (ИЕД фойдаланишдан олгунга қадар) ёки қисман (чунончи, капитал тузатишга қадар, капитал тузатишлар оралиғидаги) бўлиши мумкин.

Ҳатто бир хил моделдаги фойдаланилаётган ИЕД лар завожда тайёрланиш сифатига, иш шаронтига, турли хўжаликларда хизмат кўрсатиш маданияти ва ҳоказоларга кўра бир-биридан фарқ қилиши мумкин. Шу сабабли уларнинг бузилмасдан ишлаши ва хизмат муддати бир-биридан фарқ қилиб, статистика

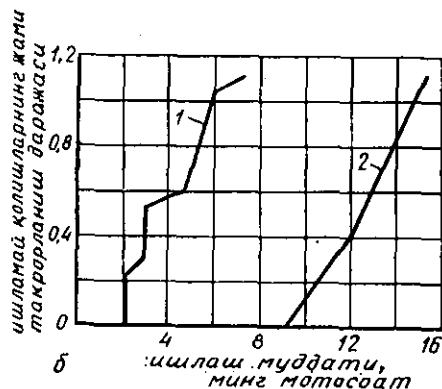
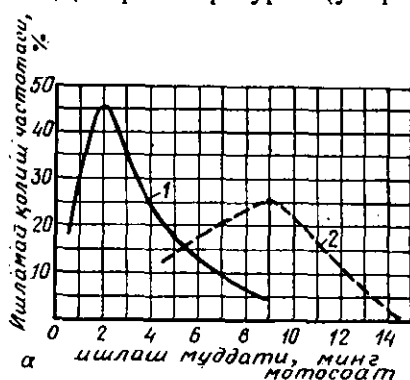
маълумотларидан фойдаланган ҳолда эҳтимоллик назарияси асосида баҳоланади.

Тузатишга яроқлилиқ — машиналар (ИЕД лар) нинг ишламай қолиш ва носозлиқларнинг олдини олишга, топишга ва бартараф этишга мослашганлиги. Тузатишнинг меҳнат сарфи ёки унинг нархи тузатишга яроқлилиқ кўрсаткичлари бўлиши мумкин. Двигателнинг тузатишга яроқлилиги унинг конструкциясига ҳам, ишлатиладиган жойда техник хизмат кўрсатиш ва тузатишнинг ташкил қилинишига ҳам боғлиқ бўлади.

Сақланувчанлиқ — машина (ИЕД) ларнинг ўз иш кўрсаткичларини ҳужжатларда белгиланган муддатлар давомида сақлаб туриш хусусияти.

19.3. ХИЗМАТ МУДДАТИ

Тайёрловчи заводлар томонидан таъминланадиган замонавий ИЕД ларнинг ресурси (улар нормал шароитда ишлатилганда) 6—10 минг мотосоат иш-



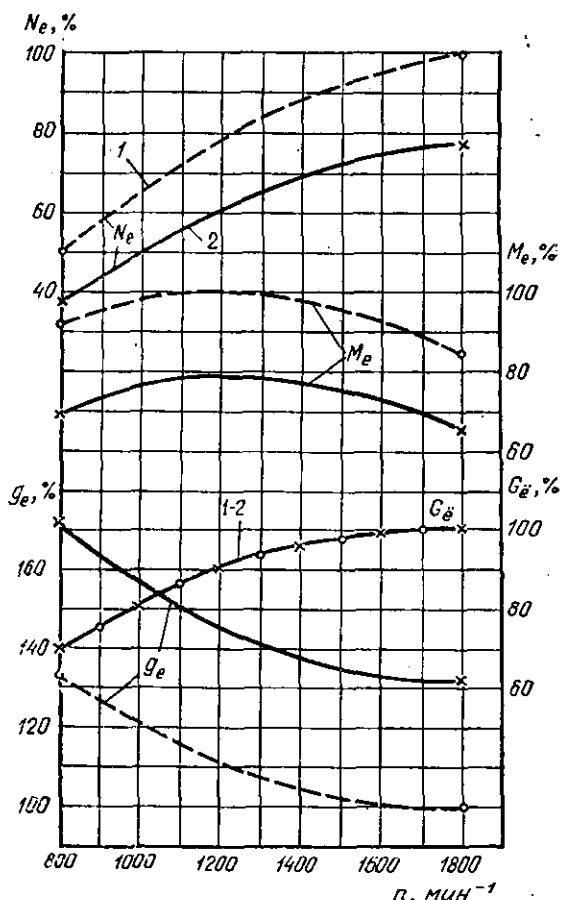
19.1- расм. Д-54 (а) ва Д-37 (б) дизеллар бузилмасдан ишлаш хусусиятининг вақт бўйича ўзгариши

ни ташкил қилиши мумкин. Двигателларнинг зўриқиб ишлаши тобора ўсиб бораётганлигига қарамай, заводлар уларнинг ресурсини янада оширишга муваффақ бўлмоқда. Нормал ишлатиш дейилганда двигателни сақлаш, унга техник хизмат кўрсатиш ва ҳолатини текширишга доир инструкцияларга қатъий амал қилиш, ишларни, шу жумладан, тузатиш ва ростлаш ишларини малакали бажариш, машиналардан фойдаланиш шароитининг ИЕД ни яратишда белгиланган нормаларга мувофиқлиги тушунилади. Машиналар оддий шароитда ишлатилганда улар ишининг ўзига хос хусусиятлари, маҳаллий табиат-иқлим шароити, техник ҳолатини мунтазам равишда назорат қилиб бормаслик, техник хизмат кўрсатиш ва тузатиш ишларининг паст савияда ўтказилиши туфайли двигателлар,

кўпинча, атиги 2,5—2 минг мотосоат ишлаганидан сўнг капитал тузатишга топирилади, фойдаланиш жараёнида эса кутилмаган ишламай қолишлар ва бузилишлар оқибатида кўп вақт бекор туриб қолади.

19.1-расмдаги графиклар оддий ишлатишдаги ишламай қолишга доир эгрн чизиқлар фойдаланиш бошидагидан (яъни ресурсдан) камроқ иш бажариш томон силжиганини, ишламай қолишлар частотасининг энг катта қиймати эса (19.1-расм, а) нормал ишлатиш графигига нисбатан анча катталашганини кўрсатиб турибди. Оддий ишлатишда олинган натижаларнинг таҳлили, ИЕД ресурсининг камайишига деталларнинг, биринчи галда, цилиндр-поршень группасининг тез ейилиши сабаб бўлганлигидан далолат беради. Ейилиш натижасида деталларнинг мустаҳкамлиги ва бикрлиги пасаяди, юзаларининг геометрик шакли ва сифатлари ўзгаради, туташмалардаги тирқишлар катталашади. Оқибатда узелларнинг иши, деталларнинг мойланиши бузилади, динамик юкланиш ва титрашлар кучаяди. Буларнинг ҳаммаси узел қисмларининг ейилишини тезлаштиради, шунга мос равишда бошқа бузилишлар келиб чиқади. Бу бузилишлар двигателнинг бошқа механизмлари, системалари ва умуман двигателнинг ишига таъсир кўрсатади.

Ташқи томондан қараганда, ИЕДнинг ейилиши кўрсаткичларнинг тобора ёмонлашиб боришида (9.12 ва 19.2-расмларга қаранг), иш вақтида машинанинг иш унуми камайиб, мой сарфи



19.2-расм. Янги (1) ва ейилган (2) Д-37 дизели кўрсаткичларини тезлик характеристикаси бўйича таққослаш

қўпайиб, шовқин чиқариши ва титраши кучайиб, заҳарли моддалар чиқиши зиёдлашиб, ишламай қолишлар частотаси ортиб, фалокатга олиб келувчи бузилиш (синиш)лар хавфи ортиб боришида намоён бўлади. Буларнинг ҳаммаси ИЕД дан фойдаланишни тўхтатиб, уни капитал тузатишга юборишга мажбур қилади.

19.3.1. Ейилишлар

ИЕД нинг иш жараёнида, ҳатто деталлари тегишлича мойланган бўлса ҳам, ўзаро ва ташқи муҳит билан таъсирлашиши натижасида улар ейилади. Ана шу ўзаро таъсирлашув хусусиятига қараб, ейилишнинг бир неча турлари: механик, молекуляр, химиявий, электр ва иссиқлик таъсирида ейилишлар бўлади. Улар бир-бири билан қўшилишиб, ИЕД нинг бирор узели ва қисмларига хос бўлган бошқа ейилишларни келтириб чиқариши мумкин. Энг кўп учрайдиган ейилиш турларини келтирамиз.

Механик ейилиш деталларга юклантирувчи куч ишқаланиш иштирокида таъсир этганда юзага келади. Бундай ейилишнинг бир тури абразив ейилиш бўлиб, у ҳаво, мой, ёнилғи билан бирга кирувчи бегона зарралар ишқаланувчи юзалар орасига тушиб қолганида вужудга келади. Ишқаланувчи юзаларнинг ейилиш маҳсуллари бўлмиш металл зарралар ҳам абразив ейилишга сабаб бўлади. Абразив ейилиш тракторларнинг, шунингдек чангли шароитда ишлайдиган йўл, қурилиш ва транспорт машиналарининг двигателларига хосдир. Чанг заррачаларининг қаттиқлиги юқори бўлганда юзаларнинг абразив ейилиш жадаллиги соф механик ишқаланишли юзаларникига нисбатан анча зиёдлашади. Агар қаттиқ ва юмшоқ деталлар бир-бирига тегадиган бўлса, қаттиқ абразив зарралар юмшоқ деталлар сиртига ботиб кириб уни «тирнайди» ва бундан қаттиқроқ юзани ҳам ейилтиради. Механик ва абразив ейилишда сиртидаги чиқиб турган микроэлементлар кўп қарра деформацияланиши ёки қаттиқ зарралар уни қирқиши натижасида толиқиши оқибатида металл емирилади.

Механик ейилиш ейилишнинг алоҳида тури бўлиб, у металлнинг толиқиб емирилиши ва уваланишига сабаб бўлади. Юкланишнинг тез-тез ўзгариб туриши туфайли металлнинг толиқиши натижасида иш сиртининг уваланиши ўзак ва шатун подшипникларининг вкладишларида кузатилади. Механик ейилиш цилиндр-поршень группаси деталлари, тирсакли вал подшипниклари, клапанларнинг йўналтирувчи втулкалари, шестернялар тишларига хосдир.

Молекуляр-механик ейилиш ишқаланувчи деталлар юзаларининг айрим қисмларида молекуляр илашиш ҳодисаси бўлиши ва боғланиш жойларидаги металлнинг емирилиши билан ажралиб туради. Бундай ейилиш ИЕД ларда тирсакли валнинг айланиш частотаси кичик бўлганда ва етарли мойланмаганда, масалан, ишга тушириш вақтида, мой пардаси тирқишдан

сизиб чиқиб кетганда рўй беради. Узеллари ёки ИЕД нинг ўзи қизиб кетганда, яъни ҳарорат кўтарилиши оқибатида мой пардаси емирилиб, металл юзаларнинг қаттиқлиги пасайган пайтда ҳам деталлар илашиб қолиши мумкин. Бундай шароитда ишлаш узелларнинг қадалиб қолишига, яъни юзаларнинг айрим жойлари ўзаро ёпишиб қолишига (подшипникларнинг, дизеллардаги ёнилғи насослари плунжерли жуфтларининг, поршенлар ва шу кабиларнинг поналаниб қолишига) олиб келади. Ейилишнинг бу тури бир хил навли металллардан тайёрланган юмшоқ туташ юзалар ва ишқаланувчи деталлар учун айниқса хавфлидир.

Коррозион-механик ейилиш деталнинг метали газ билан ёки ташқи муҳит суюқлиги билан ўзаро таъсирлашуви натижасида юзага келади. Ҳосил бўлган химиявий бирикмаларнинг мустақамлиги паст бўлганидан улар юкланишлар таъсирида емирилади ва механик йўл билан йўқотилади. Металлнинг ҳаво кислороди билан оксидланиши энг кўп учрайдиган мисолдир. Бундай ейилиш жараёни агрессив моддалар — ёниш маҳсуллари, олтингурт бирикмалари, сув мавжуд бўлганда жадаллашади. Машина ишламаётганда сув унинг деталлари сиртида қолади ва кислоталар, ишқорлар ҳамда тузлар асосида электролитларни ҳосил қилади. Мос шароит юзага келганда (контакт кучланишларининг юқорилиги ҳисобига потенциаллар фарқи, турли қисмларда босимлар ўртасидаги фарқ, турли металллар контакти ва ҳоказо) бу электролитлар электрохимиявий коррозия туфайли металлларнинг емирилишига сабаб бўлади. Деталларнинг ҳарорати кўтарилганда коррозия жараёнлари тезлашади. Бундай ейилиш цилиндр гильзасининг, поршеннинг, газ тақсимлаш механизмлари клапанларининг юқори қисмига хосдир.

ИЕД нинг баъзи қисмлари, масалан, чиқариш коллекторлари ва трубалари, клапанларнинг очиқ сиртлари, найлар, ёнилғи системасининг элементлари газ ёки суюқлик таъсирида занглаши мумкин. Двигателнинг ҳам ташқи, ҳам ички деталлари (чунончи, цилиндрнинг кўзгусимон сирти) ИЕД ни сақлаш қоидалари бузилганда ҳавода, айниқса, нам иштирокида оксидланиши натижасида ҳам занглаб шикастланиши мумкин. Тажрибанинг кўрсатишича, двигатель 6—18 кун мобайнида ишламай турганида унинг занглаб ейилиши 6—8 соат ишлагандаги умумий ейилишига тенг бўлар экан.

Деталлар электр разрядларнинг тўғридан-тўғри таъсир этиши натижасида ҳам ейилади. Электр разрядлари ўт олдириш системаси узгичининг ва релеларнинг контактлари, свечалар ҳамда тақсимлагич электродлари, тақсимлагич роторининг пластинкаси, электр системаси контактларининг сиртларига таъсир этади. Бунга уларнинг бирикиш жойлари зич эмаслиги сабаб бўлади.

Иссиқликдан ейилиш ва емирилиш поршень тубининг ва цилиндрлар устёпмасининг, ёниш камераси қирраларининг олов тегадиган сиртлари учун хосдир.

Кўп ҳолларда ИЕД нинг бир хил деталлари ейилишнинг бир неча турига дучор бўлади. Бу ейилишлар бир-бирига қўшилиб, ейилишни жадаллаштиради. Бироқ, ҳатто ейилишнинг турли хиллари биргаликда таъсир кўрсатганда ҳам, деталнинг ейилиши ва хизмат муддатини белгиловчи асосий ейилиш тури ажра-тиб кўрсатилади.

19.3.2. Иш шаронтининг таъсири

ИЕД дан фойдаланиш давомида вақт ўтиши билан деталь ва узеллар ейилиш жараёнларининг ривожланиб бориши кўп жи-ҳатдан иш омилларига боғлиқ бўлиб, тегишли шартларга риоя қилинганда бу жараён секинлашиши мумкин.

Ишнинг иссиқлик режими. ИЕД нинг ҳарорати деталларнинг ейилишига катта таъсир кўрсатади. Ҳарорат паст бўлганда узеллар ва подшипниклар орқали мойнинг сиқилиб чиқиши ёмонлашади ва унинг ишқаланувчи деталларга, айниқса энг кўп юкланиш тушадиган туташмаларга узатилиши қийинлашади, натижада юзаларнинг ейилиши тезлашади. Ейилишига цилиндр-лар деворларида ёнилғи буғларининг суюқликка айланиши, шунингдек ёнилғи чала оксидланиши оқибатида совуқ юзаларда химиявий актив маҳсуллар пайдо бўлиши (натижада коррозияон ейилиш тезлашади) сабаб бўлади. Ёнилғининг буғланувчанлиги қанча яхши бўлса, мой пардасининг суюлиши ва ювилиб кетиши шунча кам бўлади. Бензиннинг ҳайдалиш охиридаги ҳарорати кўтарилиб боргани сари учқундан ўт олдириладиган ИЕД ци-линдри девори юқори қисмининг ейилиши прогрессив тарзда ортиб боради. Ёниш маҳсуллари ва атмосфера ҳавосидан сув ажралиши металлларнинг химиявий ва электрохимиявий емири-лишини жадаллаштирувчи қўшимча омилдир.

Тажирибанинг кўрсатишича, ИЕД ишлаганда совитиш суюқ-лигининг ҳарорати 30°C бўлганда, масалан, совуқдайин ишга тушириш даврида цилиндр гильзаси оддий иш ҳароратида иш-лагандагидан 5—6 барабар кўп ейилиши мумкин экан. Двига-тель қишда ишлаганда, ҳаво билан совитиш системаси қўлланил-ганда эса — кичик юкланиш билан ишлаганда, двигатель трансмиссиядан узиб қўйилган ҳолатда ҳаракатланганда ва кучли шамол эсиб турганда унинг ҳарорати пасайиши мумкин. Цилиндр деворининг ейилиши билан совитиш суюқлиги ҳарора-ти ўртасидаги ўзаро боғлиқлик тасвирланган 19.3- расмдан кўриниб турибдики, 85—115°C оралиқдаги ҳароратда ейилиш энг кам бўлар экан. Бу ҳол ИЕД нинг хизмат муддатини узай-тириш нуқтаи назаридан ҳам, берилган иссиқлик режимини бир текис тутиб турувчи совитиш системасини ўрнатиш зарурлиги-дан далолат беради.

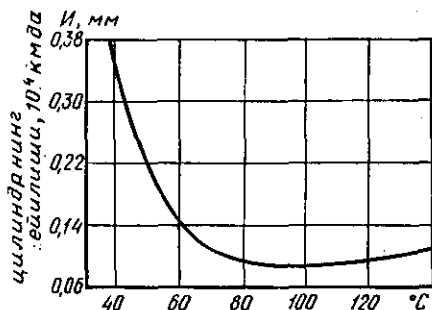
Ҳароратнинг энг мақбул оралиқдан ортиб кетиши ҳам салбий оқибатларни келтириб чиқаради, яъни мой пардасининг кўтариб туриш қобилиятини пасайтиради, уни узади ва чегаравий ва ҳатто қуруқдайин ишқаланишини юзага келтиради. Юқори ҳаро-

ратнинг ейилишга салбий таъсири қўлланиладиган мойнинг сифати — мойлилиги ва қовушоқлигига боғлиқ. Двигатель деталларининг ўта қизиб кетиши юзаларнинг илашиб қолишга мойиллигини кучайтиради; бунга юзаларнинг мойланиши ҳам, узеллардаги тирқишлар ўзгариши ва материалларнинг қаттиқлиги ўзгариши ҳам сабаб бўлади.

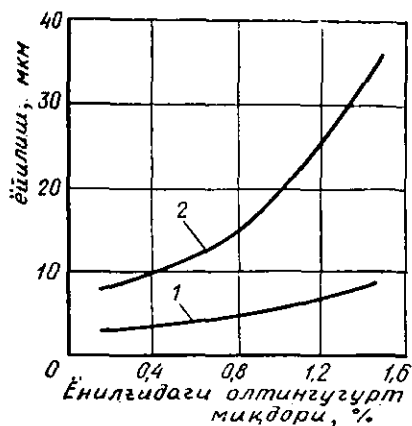
Ишга туширишдаги шароит. ИЕД совуқлайин ишга туширилганда ёнилғи буғларининг суюқликка айланиб мой пардасига тушиши ва қовушоқ мойнинг ишқаланувчи узелларга узатилишининг қийинлашуви туфайли ейилишнинг жадаллашуви ишга туширишни ташкил қилишнинг ўзига хос хусусиятлар билан чуқурлашади. Масалан, бензинда ишлайдиган двигателларда карбюраторни ишга тушириш тузилмалари цилиндрларга ўта қуюқ ёнувчи аралашма узатади. Бундай аралашмада ёнилғининг аксарият қисми суюқ ҳолатда бўлади. Дизелларда одатдаги ёнилғи аппаратлари орқали таъминланадиган ёнилғининг ортиқча ишга тушириш миқдори унинг ёмон тўзитилиши билан, яъни йирик суюқ томчиларнинг борлиги билан қўшилиб кетади. Буларнинг ҳаммасига ишга туширишда чақнашларнинг бўлмаслиги ҳам қўшилади, натижада цилиндрларга суюқ ёнилғи узатилиши ва унинг деворларга тушиши кўпаяди.

Иш тугагач, иссиқ ИЕД тўхтатилгандан сўнг, исingan мой узелларнинг туташ деталлари орасидаги тирқишлардан оқиб чиқади. Бунга мойнинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги ва оғирлик маркази, юклантирувчи деталларнинг оғирлиги, пружиналарнинг кучи, газларнинг қолдиқ босими сабаб бўлади. ИЕД яна ишга туширилганда деталлар сиртидаги микронотекисликлар тўғридан-тўғри ўзаро таъсирлашиб чегаравий ишқаланиш учун шароит яратади. Тез юкланишда деталлар илашиб қолиши оқибатида ишга тушириш тирналишлари рўй бериши мумкин. Ишга тушириш режимлари учун ИЕД ишламай турган даврда сувга айланган сув буғларининг химиявий таъсири натижасида коррозия-механик ейилиш ҳам хосдир. Кузатишларнинг кўрсатишича, бир марта совуқлайин ишга тушириш ИЕД нинг одатдаги ҳароратда тўлиқ юкланиш билан 10 соат ишлаганида бўладиган ейилишларга тенг ейилишларни келтириб чиқарар экан. Ишга тушириш олдидан ИЕД ни қиздириш ва ишлатишдан олдин юкланишсиз айлантириш йўли билан бу салбий оқибатлар камайтиради.

Ёнилғида олтингугуртнинг мавжудлиги. Ёнилғидаги олтингугурт бирикмалари металлларнинг коррозияланишини ва химия-



19.3- расм. Цилиндр ейилишининг совитиш суюқлигининг температура-сига боғлиқлиги



19.4-расм. Д-54 дизель цилиндри ейилишининг ёнилғидаги олтингургурт миқдорига боғлиқлиги:

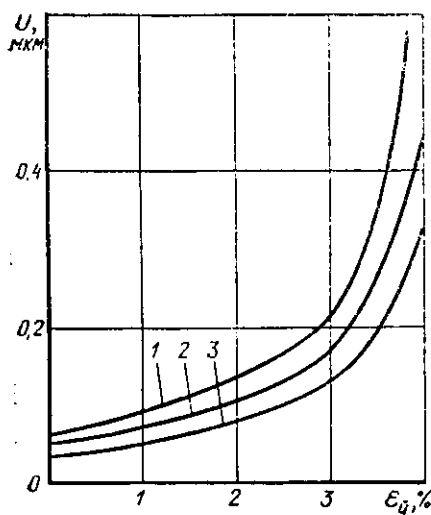
1 — сув температураси 75 — 80°C бўлганда; 2 — сув температураси 33 — 35°C бўлганда

вий ейилишини жадаллаштиради. Бензинларда олтингургурт миқдори кам бўлади ва стандартлар томонидан қатъий чекланади, шу сабабли кўриб чиқиладиган омилнинг таъсири дизеллар учун энг долзарб масаладир. ГОСТ 4749—73 га кўра, кам олтингургуртли дизель ёнилғиларида олтингургурт миқдори 0,2% дан, ГОСТ 305—73 га биноан эса олтингургуртли ёнилғиларда у 0,5% дан ошмаслиги керак. Маҳаллий ёнилғиларда, хусусан, газ конденсатларида олтингургурт миқдори бу рақамлардан анча кўп бўлиши мумкин.

Металлларнинг коррозия эмирилиши нуқтаи назаридан, CH_3SH бирикмалар кўринишидаги меркаптани олтингургурт

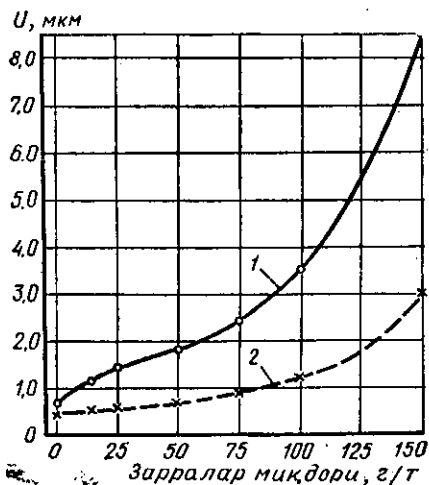
энг актив ҳисобланади. Шу боис стандарт ёнилғиларда унинг миқдори 0,01 % дан ошмайди. Таркибида актив ва активмас олтингургурт бўлган ёнилғилар ёнганда ёниш маҳсулларида кучли коррозияловчи таъсирга эга бўлган турли хил олтингургурт бирикмалари пайдо бўлади. SO_2 ва SO_3 ангидридлари металлларнинг газ таъсирида коррозияланишига сабаб бўлади. Улар сув буғи билан бирикиб H_2SO_3 ва H_2SO_4 кислоталарини ҳосил қилади.

Олтингургурт бирикмаларининг коррозия таъсирининг жадаллиги деталнинг температурасига боғлиқ. Агар юзанинг температураси шабнам нуқтасининг ҳароратидан баланд бўлса, фақат газ таъсирида коррозияланиш рўй беради. Деталларда сув зарралари тўпланганда уларнинг занглаб эмирилиши анча жадаллашади. Бунда юзанинг температураси қанча паст бўлса, бундай эмирилиш шунча жадал кечади (19.4-расм). Бу ҳодиса ИЕД ҳароратининг деталларнинг ейилишига таъсирини кучайтиради. Олтингургурт деталларни сўхта босишига, мойнинг эскиришига, ундаги ишқор сони камайишига ҳам шароит яратади. Таркибида олтингургурт бирикмалари бўлган сўхта ва кокс абразив зарралар каби қаттиқ бўлиб, ишқаланувчи юзаларнинг соф механик ейилишини ҳам тезлаштиради. Тажриба маълумотларининг кўрсатишича, кўп олтингургуртли ёнилғилардан фойдаланилганда ИЕД нинг ейилиши кам олтингургуртли ёнилғиларда ишлагандагидан 1,5—2,2 марта ортиқ бўлар экан. Олтингургурт бирикмаларининг коррозия таъсирини камайитириш учун мой ва ёнилғига махсус қўшилмалар: коррозияга қарши, занглаш ингибиторлари ва шу кабилар қўшилади.



19.5-расм. Поршень ҳалқалари ейи-
лишининг ҳаво тозалагичлардан ўт-
ган чанг миқдорига боғлиқлиги:

1 — биринчи ҳалқа; 2 — иккинчи ҳалқа;
3 — учинчи ҳалқа



19.6-расм. Ёнилғи насоси плунжери
(1) ва втулки (2) ейишининг
ёнилғидаги абразив зарралар миқдо-
рига боғлиқлиги

Атмосфера ҳавосининг чанглилик даражаси. Двигатель ичига кириб қолган бегона қаттиқ зарралар (асосан, табиий атмосфера чанги) келтириб чиқарувчи абразив ейилиш кўпгина омилларга боғлиқ. Бу омиллар двигательнинг конструкцияси, деталлари ва ишқаланувчи юзаларининг ейилишга чидамлилиги ҳамда ташқи бирикмалар орқали чанг киришидан ҳимояланганлигига, шунингдек цилиндрларга ҳаво киритишда унинг тозаланиш мукамаллигига, ҳаводаги чангнинг миқдори-га, зарраларнинг ўлчамлари ва физик-механик хусусиятларига боғлиқ. 19.5-расмда поршень ҳалқалари ейилишининг ҳаво тозалагичнинг чанг ўтказиш коэффициентига боғлиқлиги, 19.6-расмда эса ёнилғи насоси прецизион деталлари ейилишининг абразив зарралар миқдорида боғлиқлиги кўрсатилган. Бу абразив зарралар двигательга техник хизмат кўрсатиш қоидалари бузилганда ёнилғига идиш бўғзи орқали ёки филтрлар орқали кириши мумкин.

Абразив ейилишларнинг абсолют қиймати, улар келтириб чиқарган ишламай қолишлар частотаси ва ИЕД элементлари хизмат муддатининг қисқариши кўпгина омиллар ва муайян шароитларга боғлиқ. Умумий қонуният шундан иборатки, ишқаланувчи юзаларга қанча кам чанг кирса, тайёрловчи завод деталлари қанчалик ейилишга чидамли қилиб ишлаган бўлса ва чанг зарралари қанча юмшоқ бўлса, двигатель узеллари ҳамда туташмалари шунча кам ейилади.

Ишлаш вақтида ИЕД нинг ейилишига катта таъсир кўрсатувчи иш билан боғлиқ бошқа омиллар ҳам бор. Масалан, юкланиш ортиши билан деталларнинг ейилиши унинг катталигига нисбатан тахминан мутаносиб тарзда ортади. Катта юкланиш ва айниқса ўта юкланиш билан ишлаганда деталларнинг иссиқдан зўриқиши ортиши, туташмалардаги маҳаллий температуранинг кўтарилиши ва деталлар мойланишининг бузилиши оқибатида улар тезроқ ейилади. Дизелларда бунга аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашуви, ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши ва сўхта миқдорининг ортиши ҳам сабаб бўлади.

Юкланиш режими узлукли бўлган кўпгина қурилиш ва йўл машиналари (бульдозерлар, ортиш машиналари, экскаваторлар ва ҳоказо) билан бажариладиган ишлар тури тез-тез ўзгариб туради. Бу ҳам ИЕД нинг хизмат муддатига ёмон таъсир қилиб, ейилишини барқарор тартибдагига нисбатан 1,3—1,8 барабар тезлаштиради. Бу ҳол двигатель ишининг иссиқлик режими, мойланиш шароитининг бузилиши, деталларга қўйиладиган кучлар динамикасининг ортиши, цилиндрлардаги иш жараёнининг ёмонлашуви билан боғлиқ. ИЕД нинг тезлиги ошганда ишқаланиш қуввати ортиши ва вақт бирлиги ичида атмосфера ҳавоси билан бирга цилиндрларга кирувчи чанг миқдори кўпайиши туфайли унинг ресурси камаяди.

Двигатель деталларининг сийилишини ва хизмат муддатини белгиловчи иш билан боғлиқ муҳим омил унга техник хизмат кўрсатиш сифатидир. ИЕД лар нормал ва одатдаги шароитда ишлатилганда (19.1-расмга қаранг) уларнинг ишламай қолиш частоталари ва ресурси миқдори ўртасида каттагина фарқ бўлишини айнан шу омилнинг таъсири билан тушунтириш мумкин. Двигатель техник ҳолати ва ростланишларидаги бузилишлар ўз вақтида аниқланиб, сифатли бартараф этилса, ҳаво тозалагичлар, мой ва ёнилғи филтърлари мунтазам равишда алмаштирилиб ёки юиб-тозалаб турилса, мойнинг ками тўлдириб ёки алмаштириб турилса, тегишли сифатдаги ҳамда навдаги иш ва ёнилғи-мойлаш материалларидан фойдаланилса, бирикиш жойлари ва зичлашган жойлар мавжуд йўриқномаларга қатъий амал қилган ва машиналарнинг аниқ иш шароитини ҳисобга олган ҳолда маҳкамлаб турилса, ИЕД ларнинг техник тайёриги ҳаминша юқори савияда бўлади, кўзда тутилмаган ишламай қолишлар ва бузилишлар камаяди, мажбурий тузатиш ишларининг ҳажми камаяди.

19.3.3. Ейилиш динамикаси ва уни назорат қилиш усуллари

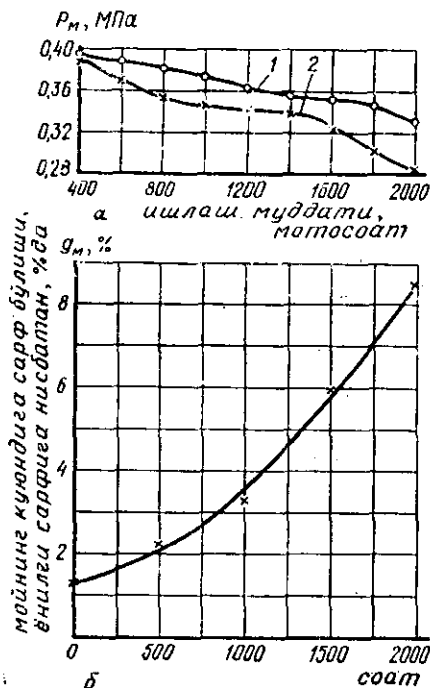
ИЕД узеллари ва механизмлари ишининг бошланғич даврида ишқаланувчи юзалари сийқаланади. Сийқаланиш давомида, тайёрлаш жараёнида механик ишлов беришдан қолган нотекиликлар жадал йўқолади. Сийқаланиш даври вақтида одатда двигателнинг энг катта юкланишлари ва тезлик режимлари чеклаб қўйилади. Шундай қилинса, деталларнинг сиртлари

шикастланмайди ва жиддий нуқсонлар пайдо бўлмайди. Завод шароитида чиниқтириш даври сийқалантирувчи махсус қўшил-малар қўшилган ёнилғилар қўллаб қисқартирилади. Сийқала-ниш жараёни тугагандан сўнг ейилиш суръати пасаяди ва ишқа-ланувчи жуфтлар кўзда тутилган мойлаш режимида ишлаб, табний ейилиш натижасида узеллардаги тирқишлар аста-секин катталашиб боради. Хизматнинг асосий даврида узелларнинг ейилиш суръати энг паст бўлишини таъминлаш учун кўзда тутил-ган бутун ишлаб чиқариш тадбирлари амалга оширилади ва фойдаланиш вақтида техник хизматлар ўз вақтида кўрсатилади. Ейилиш тезлигига юқорида айтиб ўтилган иш билан боғлиқ омиллар, шу жумладан, машина ва ИЕД лар ишининг ўзига хос хусусиятлари, шунингдек маҳаллий тупроқ-иқлим шароитлари таъсир кўрсатади.

Узеллар ишининг охириги босқичида деталларнинг ейилиши мойланиш шароитининг бузилиши ва қўйилган кучларнинг йўна-лишлари ёки катталиги ўзгарганда деталларга тушадиган дина-мик юкланишнинг катталашиши натижасида тезлашади. Бу босқичда ейилишни тезлаштирувчи қўшимча омилларга айрим деталларда (поршень ҳалқаси, цилиндр гильзаси, поршенда) қўлланилувчи қаттиқ ёки махсус қопламаларнинг йўқолишини, металлнинг технологик жиҳатдан мустаҳкамланган қатлами йўқолишини, абразив зарралар таъсирида антифрикцион мате-риалларнинг толиқиб уваланиши ёки тирналишини кўрсатиш мумкин. Жоиз чекли ейилишлар жадал ейилишнинг бошланиши билан чекланган бўлади, бунда мумкин бўлган синишларнинг олдини олиш учун ёки иқтисодий мулоҳазаларга кўра деталлар муайян мустаҳкамлик запаси билан ишлаб чиқарилади. Иқти-содий мулоҳазалар ИЕД нинг иш кўрсаткичлари ёмонлашувини ва ундан фойдаланишга қилнадиган харажатларни ҳисобга олади. Буларнинг ҳаммаси тузатиш ишлари зарурлигини, яъни узелни тиклаш ёки алмаштириш зарурлигини белгилайди.

Ейилишларнинг ривожланиш динамикасини, бинобарин, ту-затиш ишлари зарурлигини махсус усуллар билан ҳам, бевосита двигателдан фойдаланиш жараёнида ҳам текшириш мумкин. Текширишнинг асосий усуллари келтирамиз.

1. Системадаги мой босимини ўлчаш. Бу усул билан мойлаш учун ҳамма мойнинг 50—60 % қисми узатилади-ган кривошип-шатун механизмининг ейилганлик даражаси аниқланади. Бўйинлар ва подшипниклар ейилиши натижасида тирқишлар орқали мой сизиши оқибатида мойнинг босими аста-секин пасайиб боради (19.7-расм, а). Босимни вақт-вақтида текшириш валнинг муайян айланиш частотасида ва мойнинг бир хил ҳароратида амалга оширилади, чунки мазкур параметр-лар насоснинг иш унумини, шунингдек мойнинг қовушоқлиги ва система орқали ҳайдалувчанлигини белгилайди. Мой насосининг иш унуми ҳатто номинал режимдаги мой сарфига нисбатан маъ-лум запасга эга бўлгани учун насоснинг ўзининг ейилиши нати-жаларга катта таъсир кўрсатмайди. Мой босими анча сезгир ва



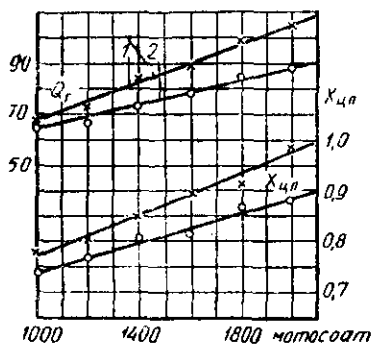
19.7-расм. Ишлатиш мобайнида автогрейдер (1) ва бульдозер (2) учун мойлаш системасида босимнинг пасайиши (а) ҳамда дизелни ейилишга синаш даврида мой сарфининг ортиши (б)

орқали чиқиб кетиши туфайли мойнинг исроф бўлиши кўпайиб бориши мумкин. Фойдаланиш давомида мойнинг сарфланиш даражаси двигатель ишлаётганда мойнинг температурасига ва фойдаланиш режимига боғлиқ бўлиб, бу кўрсаткичлар ишларнинг тури ёки мавсумга қараб ўзгариши мумкин. ИЕД нинг техник ҳолатини текшираётганда буларнинг ҳаммаси ҳисобга олинаши зарур.

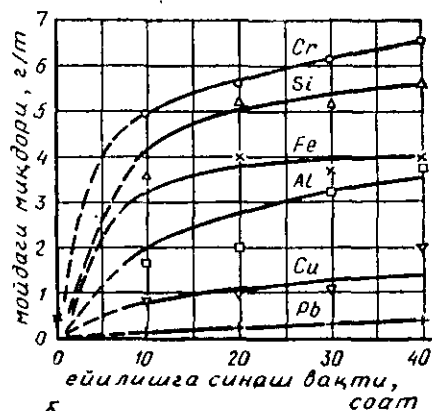
3. ИЕД картерига ўтувчи газлар миқдорини ўлчаш. ИЕД картерига газларнинг ўтиши унинг ёниш камераларидан зичловчи ҳалқалар орқали сизишлар бўлиши натижа-сида рўй беради ва цилиндр-поршень группасининг ейилганлик даражасини кўрсатади. Текшириш вақтида двигатель картери яхшилаб зичланади ва мой қуйиш бўғзига газ ҳисоблагиччи (счётчик) уланади. Двигатель ишлаётганда поршень ҳалқалари бурилиши ва газ сарфи вақт бўйича бирмунча ўзгаришига қарамай, бу усул кўп цилиндрли ИЕД нинг цилиндр-поршень группасининг ейилганлик даражаси тўғрисида етарлича аниқ тасаввур беради (19.8-расм). Бу ўлчашлар муайян иш режими-да ва мойнинг бир хил температурасида ўтказилади.

аниқ (ҳар бир бўлинмасининг қиймати 0,1 атм бўлган) манометр билан ўлчаниши лозим. 19.7-расм, а да келтирилган графикда ИЕД дан фойдаланиш жараёнида ейилишларнинг умумий ўзгариш қонунияти кўрсатилган.

2. Мой сарфини ўлчаш. Бу усул ёрдамида цилиндр-поршень группасининг ейилиш даражаси аниқланади. Ейилиш натижасида поршень ҳалқалари ва цилиндр гильзалари геометрик шаклининг бузилиши, мой сидирувчи ҳалқаларнинг эгилувчанлиги кучи камайиши, поршень ўқи бўйлаб газ ҳамда мой ўтадиган кесимларнинг катталашуви ёниш камерасига мой киришининг ва унинг қурумга айланиб исроф бўлишининг жадаллашуви олиб келади (19.7-расм, б). Мой цилиндрларга киритиш клапанларининг ейилган втулкалари орқали ҳам киради. Картердаги зичламалар орқали мой сизиши ва мой қуйиш бўғзи

$Q_r, \text{л/мин}$ 

а



б

19.8- расм. Ишлатиш мобайнида бульдозер (1) ва автогрейдер (2) учун газларнинг картерга ёриб ўтиши (а) ҳамда дизелни ейилишига синаш даврида мой таркибининг спектр бўйича таҳлили (б)

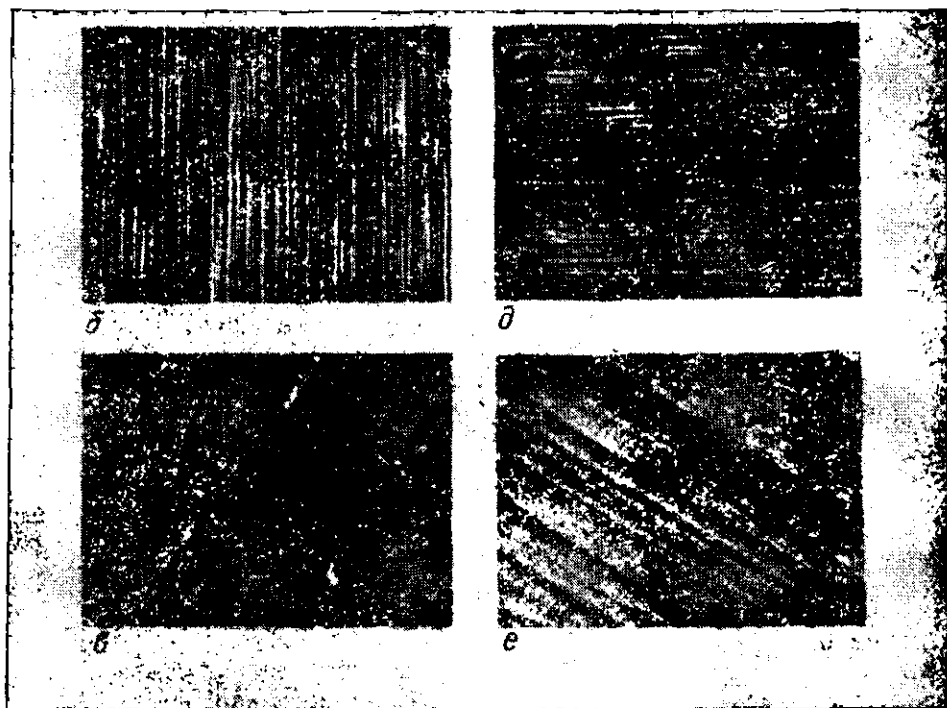
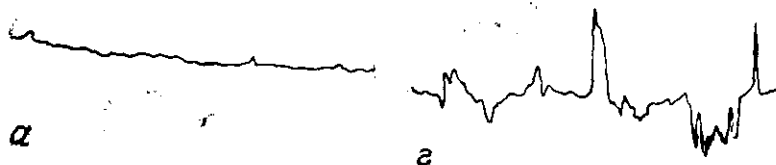
4. ИЕД ни бураб ёки ишлатиб, сиқиш такти охиридаги босимни ўлчаш. Цилиндр-поршень группаси деталларининг ейилиши зиёдлашганда берилган иш режимида (ёки муайян айланиш частотасида) сиқиш охиридаги босим аста-секин пасайиб боради (9.12- расм). ИЕД даги барча цилиндр-поршень группаларининг ейилганлик даражаси тўғрисида маълумот олиш учун ҳамма цилиндрларни ўлчаш натижаларининг ўртача қийматидан фойдаланилади. Босим қизиган двигателда максиметр ёки компрессометр билан ўлчанади. Текшириладиган ушбу параметр ейилиш натижасида ИЕД кўрсаткичларининг ёмонлашувини белгиловчи асосий омиллардан бири саналади.

5. ИЕД ишлаётганда чиқадиган шовқин даражасини ўлчаш. Деталларнинг ейилиши тирқишларнинг катталашувига олиб келади, натижада двигатель ишлаганда чиқадиган шовқин кучаяди ва узеллар соҳасида шовқиннинг тарқалиш даражаси ортади. Замонавий диагностика аппаратлари двигателни қисмларга ажратмасдан, шовқин ёки титрашга доир текширув (ёки бошланғич) маълумотларини жорий маълумотлар билан таққослаб асосий узелларнинг ейилганлик даражасини аниқлаш имконини беради. Аниқ маълумот олиш учун, ўлчаш олдида ИЕД механизмлари ва унинг иш жараёни тўғри ростланган бўлиши керак.

6. Қувват кўрсаткичларини ўлчаш. ИЕД деталларининг ейилиши натижасида берилган тезлик режимларида унинг қувват кўрсаткичлари сезиларли даражада камаяди (9.12- расм). Қувват кўрсаткичларининг ёмонлашганлиги стенда аниқланади ва баъзан бошланғич қийматларининг 20—25 % га етади. Аммо бу ёмонлашувга жараён ростланишларининг

бузилиши, шунингдек ёнилғи аппаратларининг носозлиги ҳам сабаб бўлиши мумкин. Шундай экан, назоратнинг кўриб чиқи-
лаётган усулидан фойдаланганда барча қўшимча ёки иккиламчи
омиллар таъсирига, шу жумладан, атмосфера шароитининг
ўзгаришига барҳам бериш керак. Ўз навбатида, ростланишлар-
нинг, хусусан, ёнилғи аппаратлари ростланишининг бузилиши
двигатель деталлари тез ёйилишининг жиддий сабабларидан
бирига айланиши мумкин.

7. Мойни ва картердаги чўкиндиларни спектр-
рал таҳлил қилиш. Бу усул ишқаланувчи деталларнинг
умумий ёйилганлик даражасини баҳолашга имкон беради (19.8-
расм, б). Қатламлардаги ҳар бир таркибий қисмнинг табиати
ва миқдори иш жараёнида двигатель деталларининг ёйилиш



19.9- расм. Цилиндр кўзгусининг профилэграммаси, микро- ва субмикро-
фотосуратлари:

а, б, в—янги кўзгу; г, д, е — ёйилган кўзгу

динамикасини кузатиш имконини беради. Ушбу усулдан асосан двигатель қисмларининг ейилишини махсус тарзда текширишда, шу жумладан, бевосита иш шароитида текширишда қўшимча усул сифатида фойдаланилади.

8. Деталларнинг ейилиш даражасини ўлчаш. Деталларни тўғридан-тўғри микрометраж қилиш усули уларнинг ейилиш катталиги ва ўзига хос хусусияти тўғрисида аниқ ҳамда тўлиқ маълумотлар олишга имкон беради, аммо у одатда махсус текширишларда қўлланилади ва ИЕД ни қисмларга ажратишни талаб қилади. Ушбу усул юзалар ҳолатини текширишнинг замонавий усуллари билан тўлдирилиши мумкин (19.9-расм). Шунга қарамай, мазкур усул ИЕД деталларининг ейилганлигини текширишнинг билвосита ва иш шароити учун қулайроқ усулларининг тўғрилигини тасдиқлаш (апробация қилиш) имконини беради.

19.4. БУЗИЛМАСДАН ИШЛАШ

Ишламай қолиш тушунчаси узелнинг ишлаш қобилиятини йўқотиши ва носозликни тузатиш ёки ростлаш йўли билан бартараф этиш учун ИЕД ни тўхтатиш зарурлиги билан боғлиқдир. Бунда кўп ҳолларда, ишламай қолишни бартараф этишга жуда кам вақт сарфланишига қарамай, бу носозликнинг бевосита иш жойида пайдо бўлиши уни тузатиш учун машинани кўп вақт тўхтатиб қўйишга мажбур қилади, натижада эса унинг иш унуми ва самарадорлиги камаяди. Статистиканинг кўрсатишича, автомобиль ва тракторлар мажбурий бекор туриб қоладиган умумий вақтнинг 60 % гача қисми ИЕД нинг ишламай қолиши билан боғлиқ экан. Аксарият ишламай қолишларнинг тасодифий ва кўзда тутилмаган бўлишига қарамай, амалда улар қонуний бўлиб, турли хил, аммо бир вақтда таъсир кўрсатувчи омиллар туфайли келиб чиқади.

ИЕД нинг хизмат муддати каби, бузилмасдан ишлаши ҳам энг аввало заводда деталь ва узелларни тайёрлаш жараёнида конструкциясини яхшилаш, технологияни такомиллаштириш, материаллар хоссаларини ва тайёрлаш сифатини ошириш ҳисобига таъминланади. Фойдаланиш давомида механик ва иссиқлик юкланишлари, атмосфера шароити ва бошқа иш омиллари таъсирида узел ҳамда деталларнинг техник ҳолати ўзгаради, ейилиш, деформацияланиш, коррозия, толиқиш, бўшлиқлар, ёриқлар пайдо бўлиши, қатламлар ҳосил бўлиши, сўхта босиши ва бошқа сабаблар туфайли уларнинг ишлаш қобилияти тобора камайиб боради. Шу сабабли, ишламай қолишлар жадаллиги (частотаси) бажарилган иш ортиб бориши билан табиий равишда зиёдлашиб боради (19.1-расмга қаранг). Двигателнинг иш шароити қанча оғир бўлса, ишламай қолишлар частотаси шунча юқори бўлади ва уларни бартараф этишга, яъни узелларни ва бутун ИЕД ни тиклашга шунча кўп вақт талаб қилинади. Ишламай қолишлар частотасига ва уларнинг двигатель механизмлари

Дизель двигателлари элементларининг ишдан чиқиши, % ҳисобида

Механизм ва система	Бульдозер	Автогрейдер	Кран	Автомобиль
Кривошип-шатун механизми ва поршень-цилиндр группаси	21,62	16,35	20,38	30,4
Газ тақсимлаш механизми	13,85	20,8	6,81	5,3
Ҳаво ва ёнилғи билан таъминлаш системаси	20,8	29,2	45,5	59,3
Совитиш ва мойлаш системаси	32,25	16,67	25,0	5,0

ҳамда системалари бўйлаб тақсимланишига машинанинг вазифаси ва ишининг ўзига хос хусусиятлари катта таъсир кўрсатади (19.1-жадвал).

Ишламай қолишларнинг олдини олишда ўз вақтида ва сифатли техник хизмат кўрсатиш, айниқса, ИЕД узеллари, механизмлари ва системаларининг техник ҳолатини кўздан кечириш ҳамда текшириш катта аҳамият касб этади. Бу ҳол тасодифий ишламай қолишлар ва бузилишлар туфайли иш жараёнида двигателнинг бекор туриб қолиш вақтини қисқартиришга имкон беради.

19.5. ЎРТА ОСИЁ РЕГИОНИ ШАРОНТИДА ЕЙИЛИШ, ХИЗМАТ МУДДАТИ ВА БУЗИЛМАСДАН ИШЛАШ

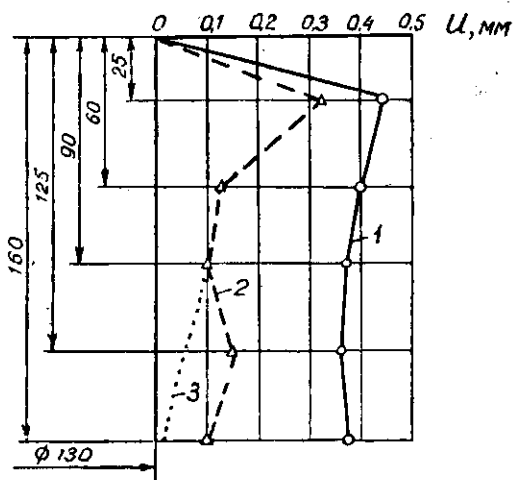
Ўрта Осиё регионининг шаронти ИЕД деталларининг ейилишини тезлаштирувчи, хизмат муддатини ва бузилмасдан ишлашини қисқартирувчи қатор омиллари билан ажралиб туради. Уларнинг асосийлари — йўл ёқасидаги ҳаво қатламларининг серчанглиги, чангнинг абразив хоссалари юқорилиги (унинг таркибида кўп миқдорда қаттиқ кварц зарралари бўлади), шунингдек чангда кўп миқдорда кичик ўлчамли заррачалар бўлишидир. Ҳавода муаллақ ҳолатда бўлувчи чанг зарралари ҳаво тозалагичлар орқали ўтиб, нозич бирикиш жойлари, мой қуйиш бўғзи, ёнилғи бакининг тиқини ва шу кабилар орқали ИЕД га осонгина киради. Улар ёниш камерасига, цилиндрлар деворларига, қартерга кириб ҳамда мой ва ёнилғи ёрдамида тарқалиб, ейилишни жадаллаштиради, кўпгина узел ва механизмларнинг асосий ейилишини абразив ейилишга айлантиради.

19.10-расмда мисол тариқасида Россиянинг ўрта миқтасида (2) ва Ўрта Осиё региони шаронтида (1) бир хил миқдорда иш бажарган трактор дизели цилиндри гильзасининг диаметри бўйича ейилиш даражалари таққосланган. Кўриниб турибдики,

Ўрта Осиё региони шаронтида ейилишлар қиймат жиҳатидан анча катта ва характери бўйича фарқ қилади. Иккала ҳолда ҳам энг катта ейилиш поршеннинг ЮЧН да устки зичловчи ҳалқа жойлашадиган соҳада кузатилади. Бунга сабаб шуки, чақнаш бўлганда поршень ҳалқаси ҳалқа устидаги газлар босими таъсирида катта куч билан цилиндр деворига қисилади. Куч қўйилган пайтда ҳавонинг юқори ҳарорати ва кислороди таъсир этиши натижасида девордаги мой пардаси бузилади ва ишқаланиш қуруқлайин ишқаланишга яқинлашиб, ҳалқанинг ва цилиндр ички сиртининг ейилишига сабаб бўлади. Механик ейилишга коррозиян ейилиш ҳам қўшилади. Ҳосил бўлаётган қаттиқ ёниш маҳсуллари (кокс, сўхта) ҳам металл юзаларнинг ейилишини тезлаштиради.

Ўрта Осиё региони шаронтида гильза девори ва ҳалқанинг едирилиши қаттиқ чанг зарралари таъсирида жадаллашади. Цилиндрнинг баландлик бўйича ўрта қисмида газ кучи кескин камаяди, поршеннинг тезлиги эса ортади, бу ҳол мўл мойланиш билан қўшилиб, ҳалқалар ва поршеннинг мой қатламида қалқиб чиқишини осонлаштиради, ишқаланиш ва ейилишни камайтиради. Цилиндрнинг баландлик бўйича пастки қисмида ейилиш энг кам бўлади, чунки бу ерда таъсир этувчи кучлар жуда кичик ва мойланиш шаронти яхши (расмда нуқталар тарзидаги чизик 3 билан кўрсатилган). Қартер ичига чанг кириб, цилиндр деворларига ўтирганда гильза пастки қисмининг ейилиши тезлашади, бу эса қишлоқ хўжалик, йўл ва қурилиш машиналарига хосдир (расмда пунктир чизик 2 билан кўрсатилган). Бу ҳодиса Ўрта Осиё региони шаронтида жадаллашади, натижада цилиндр гильзаси бутун баландлиги бўйича кучли ейилади. Бунда поршень ҳалқаларининг диаметри бўйича ейилиши гильзаларга нисбатан 2—2,5 барабар юқори бўлади.

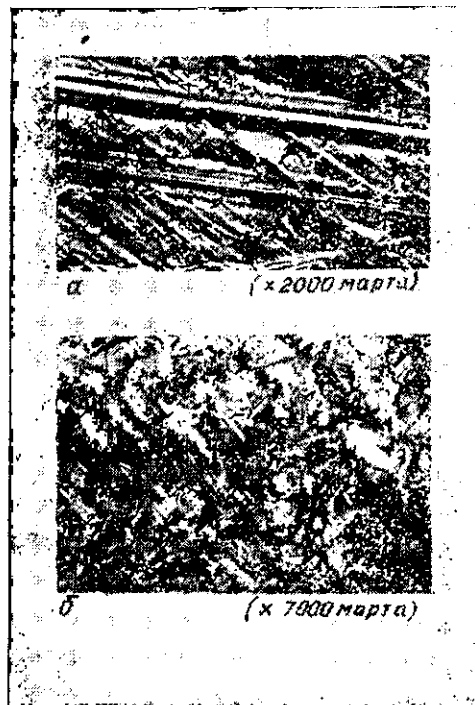
Ёнилғига абразив чанг тушиб, унинг майда зарраларининг филтёрлардан ҳам ўтиб кетиши дизеллар ёнилғи аппаратларидаги прецизион деталларнинг абразив ейилишини тезлаштиради. Натижада уларнинг ресурси ўрта минтақа шаронтида ишлаган-



19.10- расм. А-01М маркали дизель цилиндри деворларининг баландлик бўйича ейилиш характери:

1 — Ўрта Осиё шаронтида; 2 — Россиянинг ўрта минтақасида; 3 — йўл бўйи ҳавосида чангнинг миқдори нисбатан кам зонада

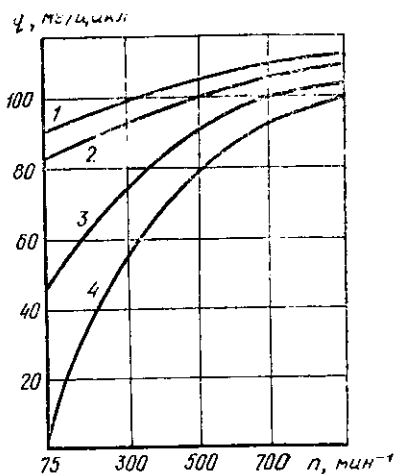
даги одатдаги ресурсдан 1,5—2 марта камаяди. 19.11- расм, а да серчанг шароитда ишлаган дизель ёнилғи насоси плунжерининг микрофотосурати кўрсатилган. Расмда Роквелл усули бўйича 56—62 қаттиқликка эришгунга қадар тобланган пўлат прецизион юзада абразив зарралар қолдирган чуқур ва юза излар яққол кўриниб турибди.



19.11- расм. Абразив чанг билан ифлосланган ёнилғида ишлаган ва ейилган дизель ёнилғи аппарати деталларининг микрофотосуратлари:

а — плунжер, б — тўзиткич игнасининг конуси

Плунжерли жуфтнинг ейилиши гидравлик зичликнинг камайишига олиб келади, натижада пуркалиш босими пасаяди ва циклик узатиш миқдори камаяди, бу ҳодиса кичик айланиш частоталари ва кам юкланиш билан ишлаганда айниқса



19.12- расм. Плунжерли жуфтлик ейилишининг цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорига таъсири;

1 — янги жуфтлик; 2 — чуқурлиги 15 мкм ва кенглиги 1,5 мм бўлган ейилдиш; 3 ва 4 — мос равишда 12 мкм ва 3,5 мм, 1,6 мкм ва 6 мм

жадал кечади (19.12-расм). Бу ҳол ИЕД нинг иш кўрсаткичлари, авваламбор, унинг ишга тушиш сифатларини, шунингдек салт ишлашида ва паст айланиш частоталари режимида ишлаганда ишининг барқарорлигини ёмонлаштиради.

19.11- расм, б да чанг билан ифлосланган ёнилғида ишлаган форсунка тўзиткичи игнаси конусининг микрофотосурати келтирилган. Игна беркитувчи қисмининг ишқалаб мосланган сирти қаттиқ зарраларнинг парчаланиши натижасида емирилади. Туташ юзалари шикастланганда тўзиткичнинг герметиклиги бузилади, бу эса ёнилғи сизишига, сопло тешикларининг кокс-

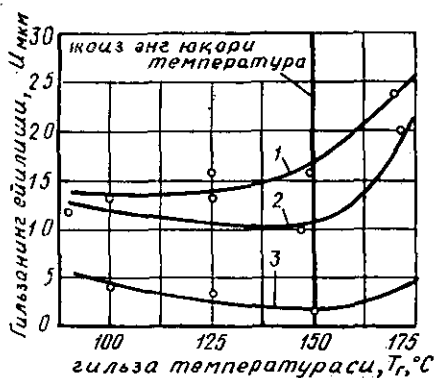
ланиб қолишига ва ичига юқори ҳароратли газлар кириши оқибатида тўзиткичнинг прецизион йўналтирувчисига игнанинг тиқилиб (қотиб) қолишига сабаб бўлиши мумкин.

Машиналар чанг шароитда ишлаганида абразив ейилишларни камайтириш учун ИЕД ни сақлаш ва унга техник хизмат кўрсатишга доир чораларнинг кенг мажмуидан фойдаланилади. Бу чора-тадбирлар асосан ёнилғи билан таъминлаш, ҳаво узатиш ва мойлаш системалари (10, 16, 18- бобларга қаранг) билан боғлиқ бўлиб, двигатель ичига чанг киришининг олдини олишга қаратилган. Буларга қуйидагилар киради: ташқи бирикиш жойларини, шу жумладан, картер, қопқоқлар ва туйнукларнинг бирикиш жойларини зичлаш; ҳаво тозалагич билан киритиш коллектори ўртасидаги ҳаво узатиш системасини зичлаш; мой қуйиш бўғзига, ёнилғи бакининг ва мой идишининг тиқинларига ишончли филтрлар ўрнатиш.

Атроф ҳавосининг аниқ чангланганлик даражасига қараб, машиналар мой, ёнилғи, ҳавони тозалаш филтрларига техник хизмат кўрсатишлар оралиғида, шунингдек филтрловчи қисмларни алмаштиришлар оралиғида ишлаш даври одатдаги иш шароитига мўлжалланган даврларга нисбатан қисқартирилади. Ҳар кун ёнилғи филтрлари ва бакларидан чўкинди тўкиб турилади, бакка қуйишдан олдин ёнилғи тиндириш йўли билан тозаланади, ҳар мавсумда ёнилғи баклари ювиб тозаланади ҳамда мойлаш системаси босим билан тозаланади, мой ва ёнилғини қуйиш пайтида уларга чанг тушишига қарши чоралар кўрилади.

Атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати ва қуёш радиациясининг тик тушиши ИЕД деталлари ва узелларининг ишончли ишлашини пасайтирувчи, Ўрта Осиё региони учун хос бўлган омил саналади. Бу омил, биринчи галда, иссиқликдан зўриқишнинг зиёдлашувига таъсир этади. Бу ҳодиса узелларда кўзда тутилган тирқишлар ва ўрнатишларнинг бузилишида ҳамда металллар, айниқса, енгил қотишмаларнинг механик сифатлари (қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, толиқиши) пасайишида намоён бўлади. Айни пайтда мой пардасининг кўтариб туриш қобилияти пасаяди, мойнинг буғланиши, оксидланиши ва эскириши тезлашади, лок, сўхта ва смола қатламлари пайдо бўлиши жадаллашади, бу эса деталларнинг совишини янада қийинлаштиради, мойланишни ёмонлаштиради ва ишқаланишни оширади. Узеллар ҳароратининг кўтарилиши деталларнинг ейилишини тезлаштиришдан ташқари, оғир шароитда ишлаганда уларнинг тирналиши ва «илашиб қолиши» га сабаб бўлиши мумкин, бу эса қисмларнинг ҳаракатланувчанлиги йўқолишига, узелларнинг ишлаш қобилияти бузилишига ҳамда ишламай қолишларга олиб келиши мумкин.

19.13- расмда ҳаво билан совитиладиган дизелнинг ҳарорати кўтарилганда цилиндр деворлари ейилишининг ўзгариши кўрсатилган. Унда кўриниб турибдики, дизелнинг ҳарорати маълум даражага етганда ейилишлар кескин ортади. ИЕД катта юкла-



19.13- расм. Цилиндр деворларининг ейилишига ўз температурасининг таъсири:

1 — биринчи белбор ($l = 20$ мм); 2 — иккинчи белбор ($l = 40$ мм); 3 — учинчи белбор ($l = 90$ мм)

ниш ёки ўта юкланиш билан ишлаганда атроф-муҳитнинг ҳарорати юқорилиги туфайли деворларнинг совиши бузилганда қувватининг табиий равишда камайиши натижасида ейилиш шу даражага етиши мумкин. ИЕД тоғ шароитида ишлаганда ҳам худди шундай шароит юзага келиши мумкин. Атроф-муҳит юқори ҳароратининг ИЕД ишончилигига салбий таъсирини камайтириш учун совитишни жадаллаштириш, шунингдек дизелларда цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорини чеклаш ҳисобига ва учқундан ўт олдириладиган двигателларда аралашманинг таркибини ўзгартириш эвазига энг катта юкланишни камайтириш ҳамда машиналарнинг иш шароитига мос келадиган мойлардан фойдаланиш мумкин.

Урта Осиё региониди ҳавонинг суткалик ҳарорати кескин ўзгариб туради, бу ҳам деталларининг ейилиши ва двигателнинг ишончли ишлаганига салбий таъсир кўрсатади. Бунга машиналар ишламай турганида атмосфера намининг сувга айланиши натижасида ёнилғи ва мойга сув аралашуши сабаб бўлади. Сув буғларининг қайта сувга айланиши (конденсацияланиши) ИЕД ишлаётганда таъминлаш системасида исиган ва совитилган ёнилғининг аралашуши оқибатида ҳам содир бўлади. Мой ва ёнилғига аралашган сув уларнинг филтрланишини ёмонлаштирилади ҳамда қаттиқ абразив зарралардан тозаланишига тўсқинлик қилади. Бундан ташқари, сув юзаларнинг мойланишини бузиб, деталларнинг, хусусан, дизель ёнилғи аппаратларининг илашиб қолиши ва тирналишига шароит яратади.

Урта Осиё региониди ҳавонинг суткалик ҳарорати кескин ўзгариб туради, бу ҳам деталларининг ейилиши ва двигателнинг ишончли ишлаганига салбий таъсир кўрсатади. Бунга машиналар ишламай турганида атмосфера намининг сувга айланиши натижасида ёнилғи ва мойга сув аралашуши сабаб бўлади. Сув буғларининг қайта сувга айланиши (конденсацияланиши) ИЕД ишлаётганда таъминлаш системасида исиган ва совитилган ёнилғининг аралашуши оқибатида ҳам содир бўлади. Мой ва ёнилғига аралашган сув уларнинг филтрланишини ёмонлаштирилади ҳамда қаттиқ абразив зарралардан тозаланишига тўсқинлик қилади. Бундан ташқари, сув юзаларнинг мойланишини бузиб, деталларнинг, хусусан, дизель ёнилғи аппаратларининг илашиб қолиши ва тирналишига шароит яратади.

Форсунка тўзиткичлари ишламай қолишининг 75 % гача қисми ёнилғига сув аралашуши билан боғлиқлиги аниқланган. Металл юзаларга тушган сув уларнинг занглаб емирилишига сабаб бўлади. Бу ҳодиса олтингугуртли ёнилғилардан фойдаланилганда айниқса кучаяди. ИЕД нинг бузилмай ишлаши ва хизмат муддатига сувнинг ёмон таъсирини камайтириш учун мунтазам равишда, ҳатто иложи бўлса, ҳар кун таъминлаш системаси ва ёнилғи идишининг филтрларидаги қуйқани тўкиб ташлаш, ёнилғини бакка қуйишдан олдин тиндириш, мой қуйиш бўғизларига ҳамда ёнилғи бакларининг қопқоқларига филтрлар ўрнатиш, ишдан ташқари вақтда сақлаш қондаларига амал қилиш зарур.

20- Б О Б. ТУРЛИ ХИЛ ИЁД ЛАРНИНГ УМУМИЙ ХУСУСИЯТИ. ДВИГАТЕЛЛАРНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ҲОЯЛАРИ ВА ИСТИҚБОЛЛАРИ

20.1. АВТОМОБИЛЬ ВА ТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИ ИШИНИНГ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

Автомобиль, трактор, йўл-қурилиш машиналари ва бошқа машиналарни ҳаракатга келтириш учун ИЁД ларнинг икки тури — тезюрар дизеллар ва бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателлар кенг қўлланилади. Уларнинг кенг қўлланиши муайян шароитда ишлаш кўрсаткичлари мажмуи билан, шунингдек ана шу кўрсаткичларининг ишончлилиги ва хизмат муддатига, фойдаланишдаги харажатларга, фойдаланишнинг қулайлигига, тайёрлаш нархига, ишлатилган газларнинг захарлилиги даражасига, шовқин даражасига ва ҳоказоларга доир талабларга мос келиши билан белгиланади. Ушбу двигателларга умумий таъриф беришда ИЁД нинг иш жараёнига, унинг кўрсаткичлари ва иш сифатларига таъсир кўрсатувчи машиналар ишининг ўзига хос хусусиятларини, хусусан:

юкланиш ва тезлик режимининг кенг доирада ўзгариб туришини;

транспорт машиналарининг умумий иш вақтида қисман қувват билан ишлаш режимларининг улуши анча катта эканлигини; аксарият қурилиш ва йўл машиналарининг ташқи юкланиши нобарқарорлиги ҳамда тез-тез ўзгариб туришини;

совуқлайин ишга тушириш ва қизмаган ҳолда ишлаш мавжудлигини ҳисобга олиш зарур.

20. 1. 1. Иш режимининг кенг доирада ўзгариши

Ташқи шароит ва бажариладиган ишларнинг турли-туманлиги бу туркумдаги машиналар двигателларида айланиш частотаси 3—5 марта ва юкланиш 4—6 марта ва бундан ортиқ ўзгаришини ҳамда иш режими узлуксиз ва кўпинча тез-тез ўзгариб туришини белгилаб беради. Шу муносабат билан, ИЁД ишининг ана шу ҳамма кўрсаткичлари (ёнилғи тежамкорлиги, ишончлилиги, бузилмасдан ишлаши, экологик кўрсаткичлари ва ҳоказо) ҳам кенг доирада ўзгариб туради. Бунда ИЁДнинг умумий баҳолаш хусусияти унинг иш кўрсаткичларининг қиёсий даражаси билан ҳам, унинг иш эҳтиёжлари (машинанинг иш унуми ва тежамкорлиги, ишончлилиги, ишлашга қулайлиги ва ҳоказо) билан ҳам белгиланади. Шу сабабли, ИЁД ни яратиш ва танлашда унинг иш кўрсаткичлари режимлари ўзгаришининг зарур оралигида оптималлаштирибгина қолинмасдан, балки уни машинага мослаштириб, машинанинг эҳтиёжларини ва бажариладиган ишларнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда буровчи моментнинг тезлик характеристикаси бўйича кечиш

қонуниятни энг қулай тарзда бўлиши таъминланади. Равшанки, турли машиналарнинг ИЕДга нисбатан қўядиган талаблари ҳам турличадир.

Иш кўрсаткичлари энг мақбул бўлишини ва уларнинг машина талабларига жавоб беришини таъминлаш учун иш жараёнининг зарур параметрлари танлаб олинади ҳамда двигател системалари ва механизмларининг у ёки бу ростланишлари қабул қилинади. Машинадан фойдаланишда двигателнинг энг юксак самара билан ишлашига эришиш учун уни энг кўп бажариладиган ишларга ва энг кўп учрайдиган иш режимларига мослаб ростлаш ҳамда созлаш лозим. Шу сабабли ИЕД нинг ростланишлари машинанинг вазифасига, иш шароитига, ишлар турига ва қувватга (яъни бажариладиган иш бирлигига, машина массасининг бирлигига тўғри келувчи двигатель қувватига) қараб ўзгартирилиши керак.

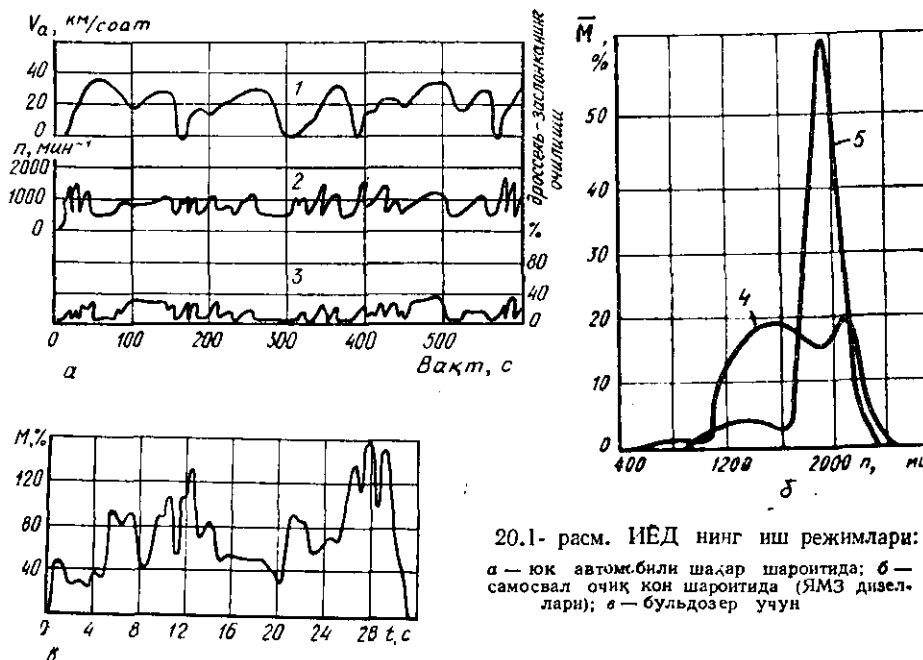
ИЕД кўрсаткичлари ва хусусиятларининг энг мақбулини танлаш энг мураккаб иш бўлиб, универсал машиналар (масалан, бортли юк автомобиллари) учун кам аниқланган. Двигателдан ва умуман машинадан фойдаланиш самарадорлиги ИЕД ни қабул қилинган ростлаш ва созлаш унинг муайян иш шароитига қай даражада мос келишига боғлиқ. Двигателнинг номинал режимдаги ёки $M_{e \max}$ даги иш кўрсаткичлар ИЕД ни баҳолашда етарли маълумот бермай қолиши мумкин.

Қўрилаётган туркумдаги машинанинг иш режими кенг доирада ўзгариб турадиган шароитда ҳайдовчининг (операторнинг) маҳорати ва ишлаб чиқариш жараёнининг умуман ташкил қилиниши даражаси жуда муҳим омиллардандир. Иш маромини ва машинани юклашни, трансмиссиядаги узатиш нисбатини, у ёки бу иш схемасини танлаш, бекор туриб қолишларнинг, салт ёки кам юкланиш билан ишлашнинг, юксиз (бўш) қатнашларнинг энг кам миқдорда бўлишини таъминлаш ИЕД нинг тезлик ва юкланиш режимлари турли-туманлигини, унинг иссиқлик ҳолатини, бинобарин, ўртача иш кўрсаткичларини белгилаб беради.

20. 1. 2. Транспорт машиналари ИЕД ларининг қисман (кам) қувват билан ишлаш режимлари

Аксарият транспорт воситалари (тортиб юрувчи машиналар, ўзнағдарар машиналар, бортли юк автомобиллари) кўп ҳолларда тўлиқ қувват билан ишламайди. Бу фақат машинанинг тури ва вазифасига боғлиқ бўлмасдан, бажариладиган ишларнинг турига ҳамда уларни бажариш шароитларига ҳам боғлиқдир. Масалан, шаҳар шароитида юк ташишда ҳаракатланишнинг энг катта тезлигига доир чеклашларни ҳисобга олиб, двигателлар кўпинча 50 % гача юкланиш билан ишлатилади, айланиш частотаси эса салт ишлаш частотасидан тортиб то номинал частотанинг 50—60% ига қадар ўзгартирилади (20.1-расм, а).

Бундай автомобиллар шаҳардан ташқарида ишлаганда юкланишнинг ва айниқса, айланиш частотасининг нисбий қиймати анча юқори бўлади, шу билан бирга, ИЕД нинг энг катта қувватидан фойдаланиш фоизи автомобилнинг юкига, йўлларнинг хусусиятларига, масофанинг узоқ-яқинлигига, машинанинг қувватига боғлиқ бўлади.



20.1- расм. ИЕД нинг иш режимлари:
 а — юк автомобилли шаҳар шаронтида; б — самосвал очик кон шаронтида (ЯМЗ дизел-ларни); в — бульдозер учун

Транспорт машиналари қурилиш, очик конларда (20.1- расм, б) вақтнинг кўп қисмида номинал қувватни қисман сарфлаб ишлайди (масалан, юк ортишда, ортиш-тушириш ишларида, орқага қайтишда). Ўзнағдарар машиналарнинг двигатели бутун ишлаб чиқариш цикли вақтининг кўпи билан 25—50% қисмидагина тўлиқ қувват билан ишлайди, бунда двигатель иш вақтининг кўп қисмидан қисман тезлик режимларида фойдаланилади. Шу боис, ишининг ўзига хос хусусияти ана шундай бўлган машиналарнинг ёнилги тежамкорлиги, заҳарли моддалар чиқариш, ейилиш, бузилмасдан ишлаш ва бошқалар бўйича ўртача иш кўрсаткичлари кўп жиҳатдан двигателларнинг қисман ва ўтиш режимларидаги характерици калари билан аниқланади, ҳолбуки $N_{e \max}$ ва $M_{e \max}$ режимлардаги техник-иқтисодий кўрсаткичлар асосан экстремал шаронтидаги иш сифатларини акс эттиради.

Двигатель юкланишининг иш кўрсаткичларига таъсири қабул қилинган ростлаш усулига боғлиқ. Сифат жиҳатидан ростлаш қўлланиладиган дизелларнинг юкланиши камайганда индикатор ф. и. к. ортади, аралашма ҳосил қилишнинг мукамал эмаслиги

билан боғлиқ бўлган иссиқлик исрофи эса камаяди. Бу ҳол механик ф. и. к. камайиши туфайли солиштирма ёнилғи сарфининг зиёдлашувини маълум даражада компенсациялайди. Айни пайтда, ишлатилган газларда тутун миқдори ва дизелларда атмосферани ифлослантирувчи асосий модда ҳисобланган азот оксидлари чиқиши камаяди.

Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда дросселлаш (миқдор жиҳатидан ростлаш) ҳисобига юкланиш камайганда индикатор ф. и. к. пасаяди, бунга ёниш шароитининг ёмонлашуви, жараёнининг цикл давомидаги нобарқарорлиги ортиши ва ёнувчи ара-лашманинг мажбурий равишда қуюқлашуви сабаб бўлади. Азот оксидлари чиқиши камайиши билан бир қаторда ишлатилган газларда СН ва СО миқдори кўпаяди.

Ростлаш усулидаги тафовут тўлиқ юкланиш билан ишлама-ганда дизелларнинг ёнилғи тежамкорлиги ва ишлатилган газ-ларнинг заҳарлилик даражаси бўйича афзаллигини оширувчи қўшимча омилга айланади. Юкланиш камайиб борган сари, бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕД ларнинг тезлик ха-рактеристикаси тортиш хоссалари нуқтаи назаридан тобора мақбулроқ бўлиб боради ва двигатель берилган режимда тобо-ра турғунроқ ишлайди. Барча режимли ростлагичи бўлмаган дизелларда юкланишнинг камайиши натижасида унинг тортиш хоссалари ёмонлашади, унинг иши эса тобора нобарқарор бўлиб боради.

Айланиш частотаси камайганда ички исрофлар босими па-саяди ва циклда иссиқликдан фойдаланиш бирмунча ёмонлаша-ди. Айланиш частотасининг тезлик характеристикаси бўйича камайиши цилиндрларнинг тўлиш даражаси ўзгариши билан, дизелларда эса цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдори-нинг ўзгариши билан ҳам қўшилиб, энг кичик солиштирма ёнил-ғи сарфига мос келувчи режимдан бошлаб самарали ф. и. к. нинг камайишига олиб келади. Турбинадан босим билан ҳаво киритилиши ростланмайдиган дизелларда қисман режимларда компрессордаги босим жадал пасаяди, натижада ҳавонинг ортиқлиги камаяди, индикатор ф. и. к. ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади, ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, шунингдек ИЕД нинг қабулчанлиги ёмонлашади.

ИЕД ларнинг қисман қувват билан (айниқса, атроф ҳаво-сининг ҳарорати паст бўлганда) узоқ вақт ишлаши билан боғ-лиқ бўлган жиддий омил — уларнинг иссиқлик ҳолати етарли даражада бўлмаслигидир. Автомобиллардан шаҳар шароитида ёки қисқа масофаларда фойдаланилганда ИЕД нинг қизимаган ҳолда ишлаш вақти 80—85% га етиши мумкин. Бунда, ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашишдан ташқари, бензинда ишлайдиган ИЕД ларда цилиндр-поршень группаси ейилишининг жадалла-шиши, дизелларда эса сўхта ҳосил бўлиши ва деталларнинг коксланиши учун шаронт юзага келади. Бензинда ишлайдиган двигателларда атмосферага чиқариладиган СН миқдори ва дизелларда қурум миқдори ортади.

20.1.3. Барқарорлашмаган иш режимлари

Двигателнинг вақт бўйича ўзгарадиган юкланиш ёки частотада ишлаши барқарорлашмаган режим тушунчаси билан ифодаланади. Кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар двигателлари кўп вақт давомида айнан ана шундай шароитда ишлайди. Барқарорлашмаган режим — ҳам ташқи қаршиликларнинг, ҳам ёнилғи узатилишини ростлаш қурилмаси (акселератор педали) ҳолатининг ўзгариши оқибатидир. Маълумки, бу қурилма цилиндрга ёнилғи киритиш суръатини ўзгартириб туради. Натижада деталларнинг ҳарорати (двигателнинг иссиқлик ҳолати) ўзгаради: агар двигатель ҳаво билан совитиладиган бўлса, бу ҳарорат кўпроқ, суyoқлик билан совитиладиган бўлса — камроқ ўзгаради.

Қизиган двигатель ишининг барқарорлашган шароитида ҳар бир режимга газлар тегиб ўтадиган деталларнинг аниқ бир ҳароратлари мос келади, бу эса қабул қилинган ростлашлар билан биргаликда ИЕД нинг кўрсаткичлари энг яхши бўлишини таъминлайди. Барқарорлашмаган шароитда иссиқлик инерцияси туфайли деталларнинг ҳарорати шу пайтдаги иш режимига мос келмай қолади ва жараёнларнинг энг мақбул параметрларига амал қилинмайди.

Энг кўп учрайдиган барқарорлашмаган иш режимларига машинанинг шиғов олишини, унинг двигатель воситасида тўхтатилишини ва ишларни бажаришда, ёнилғи берилишини ростлаш қурилмасининг ўзгармас ёки ўзгарувчан вазиятида ташқи қаршиликларнинг кучайишини кўрсатиш мумкин. Барқарорлашмаган режимларнинг ўзига хос ҳолларига ИЕД ни ишга тушириш ва қиздириш киради.

Агар иш режими анча секин ўзгарса, иссиқлик жараёнининг параметрлари ва ИЕД нинг кўрсаткичлари барқарорлашган режим шароитида юзага келувчи параметр ва кўрсаткичларга яқин бўлади. Шу сабабли ИЕД нинг сифати ва машиналарнинг характеристикалари стационар режимларда синаш маълумотлари асосида анча аниқ баҳоланиши мумкин (12- бобга қarang).

Аммо кўп ҳолларда, айниқса, машиналар катта тезликда бажариладиган узлукли технологик жараён билан ишлаганда (бульдозер, экскаватор, юклагич, скреперлар ва бошқа машиналар) барқарорлашмаган режимлардаги ИЕД нинг иш жараёни ҳамда кўрсаткичлари стационар шароитда синаганда олинган натижалардан катта фарқ қилади. Бу ҳол чеклаб қўйиладиган кўрсаткичларни (масалан, дизелларда ишлатилган газларнинг тутунлилик даражасини, автомобиль двигателлари чиқарадиган заҳарли моддалар миқдорини) аниқлашда ё синов цикллари киритишга, ё бўлмаса, машина ёки ИЕД сифатларини муайян шароитда баҳолаш учун, двигательнинг иш режими тез ўзгарганда ҳосил бўлувчи динамик характеристикалардан фойдаланишга мажбур қилади.

Айтиб ўтиш керакки, ИЕД шиғов олаётганда, у ишлаб чи-

қарадиган энергиянинг бир қисми ҳаракатланувчи деталларнинг ҳаракатини тезлаштиришга сарфланади, натижада тирсакли валдаги момент ва қувват, ҳатто жараённинг ностационарлиги туфайли иш циклининг кечишидаги четлашишларни ҳисобга олмаганда ҳам барқарорлашган режимдагидан кам бўлади:

$$M_e - M_{nc} = J_{дв} \epsilon_\omega \quad (20.1)$$

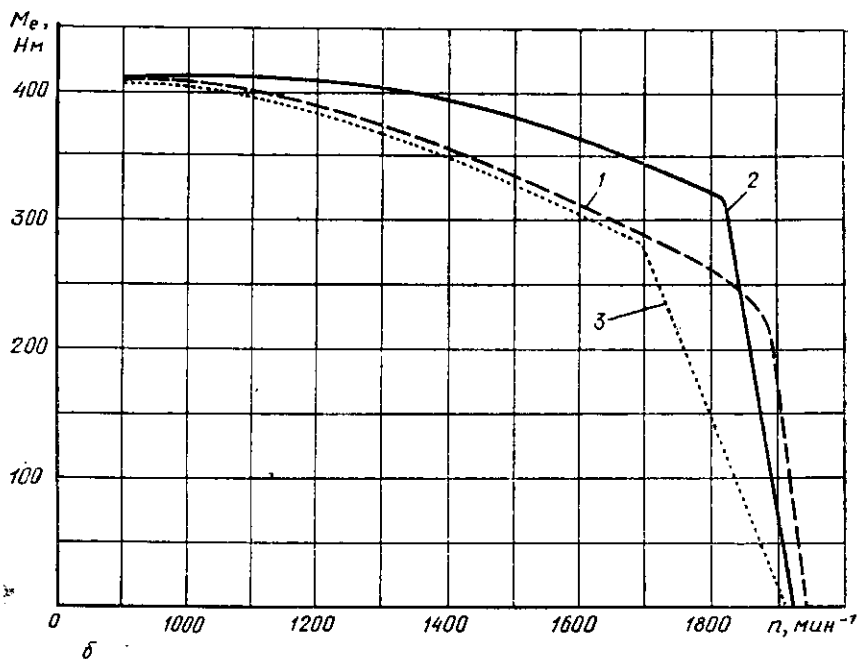
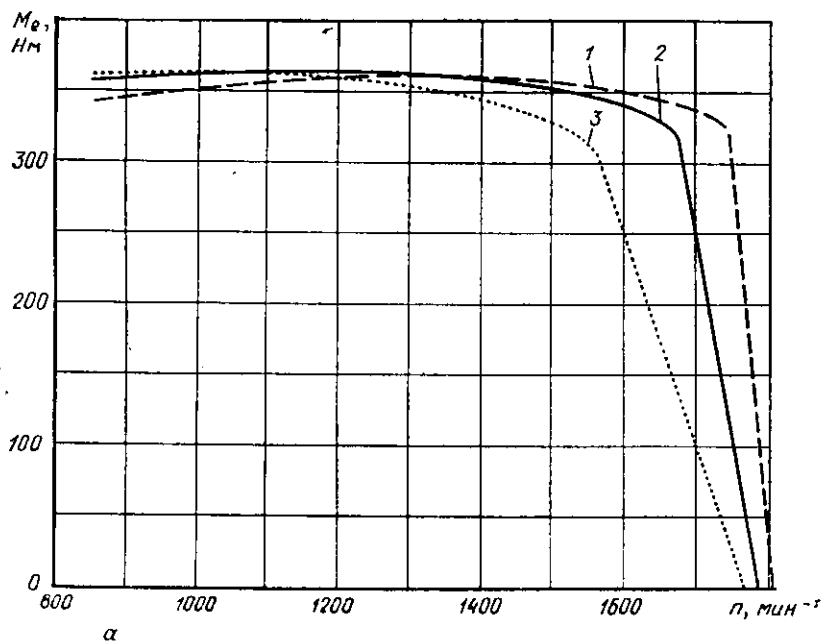
бу ерда: M_{nc} — энергия истеъмолчисига узатиладиган момент; M_e — квазистационар шароитдаги буровчи момент; $J_{дв}$ — ИЕД ҳаракатланувчи деталларининг келтирилган йиғинди инерция momenti; $\epsilon_\omega = d\omega/dt$ — ИЕД валининг бурчак тезланиши.

Келтирилган формуладан кўриниб турибдики, $d\omega/dt$ қанча катта ва $J_{дв}$ қанча сезиларли бўлса, ушбу фарқ шунча катта бўлади. Конструктив параметрлари (цилиндрларнинг ўлчамлари ва сони) бир хил бўлгани ҳолда дизелларда $J_{дв}$ бензинда ишлайдиган ИЕД ларга қараганда каттароқ бўлади. Ва аксинча, ИЕД секинлашганда у илгари ғамлаб олган кинетик энергия тўғрисида M_e ни катталаштириб, секинлашиш суръатини пасайтиради.

19- бобда айтиб ўтилганидек, двигателнинг барқарорлашмаган иш режими деталларга мой узатилишининг, ишқаланувчи юзалар мойланишининг, системадаги насос ва марказдан қочма филтрлар ишининг ёмонлашуви, шунингдек титраш ва зарбли юкланишларнинг кучайиши билан ифодаланади. Буларнинг ҳаммаси деталларнинг ёйилишини 50—60 % тезлаштиради, ИЕД нинг ишончли ишлашини 2—2,5 баравар камайтиради. Барқарорлашмаган режимларнинг двигателнинг ишончилиги ва хизмат муддатига салбий таъсирида ИЕД иш жараёнини ташкил қилишнинг ўзига хос хусусиятлари ҳамда юкланишнинг ростлашнинг қабул қилинган усули катта роль ўйнайди. Ана шу омилларнинг ўзи барқарорлашмаган режимларда ИЕД нинг иш кўрсаткичларида фарқ бўлишига олиб келади.

Машиналарни яққол ифодаланган барқарормас иш режими билан таъминловчи дизеллар одатда барча режимли айланиш частотаси ростлагичлари билан ускуналанади. Агар машина ишлаётган вақтда қаршилик моментининг ўзгаришлари тезлик характеристикасини ростлаш тармоғи бўйича M_e резерви чегарасида бўлса, айланиш частотаси ростлагич томонидан таъминланадиган чегара доирасида (одатда 150 дан 300 мин⁻¹ гача) ўзгаради. Агар ташқи қаршилик M_e дан ошиб кетса, ИЕД ташқи тезлик характеристикасига ўтади, бунда M_k қанча катта ва ИЕД нинг K_m си қанча кичик бўлса, айланиш частотаси шунча кўп камаяди (12- бобга қаранг). K_m кичик (1,05—1,15) бўладиган дизелларда ташқи қаршилик кўп миқдорда ўзгарганда (20.1- расм, в) иш жараёнида тезлик режими катта миқдорда ўзгариб, ИЕД машина трансмиссиясидаги каттароқ узатиш нисбатига ўз вақтида ўтказилмаса, двигатель ҳатто тўхтаб қолиши мумкин.

M_k кескин ортиб кетганида частота ростлагичи ёнилғи насосининг рейкасини циклик ёнилғи миқдори кўпаядиган йўналишда силжит-



20.2- расм. ИЕД ларнинг нотургун ишлашида тезлик характеристикалари:
 α — босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизель учун; β — бензинли, айланишлар частотаси ростланадиган ИЕД учун. 1 — тезланиш $d\omega/dt = 50$ рад/с²; 2 — статик; 3 — секинланиш $d\omega/dt = 50$ рад/с².

ган ҳолда кечикиб ишга тушади. Шу сабабли ҳар бир муайян айлан-ниш частотасида M_c барқарор режим шароитидан паст бўлади (20.2- расм, а) ва аксинча, ташқи юкланиш тез камайганда ростлагичнинг кечикиб ишга тушиши шунга олиб келадики, кўриб чиқиладиган айланниш частотасида M_c стационар шароитидан каттароқ бўлади.

Равшанки, ростлагичнинг хусусиятлари берилган бўлганда ташқи қаршилик қанча кескин ўзгарса, хусусан, ишнинг тезлик режими нечоғлик юқори бўлса, ростлагичнинг кечикиб ишга тушиши шунча кучли намоён бўлади. Ташқи қаршилик ўзгаришининг муайян суръатида ростлагичнинг носезгирлик даражаси ϵ (12- бобга қаранг) ва ундаги ҳаракатланувчи қисмларнинг инерционлиги қанча юқори бўлса, дизелдаги насос рейкаси суртилишининг кечикишлари шунча сезиларли бўлади. Одатда, дизель юкланиш билан ишлаганда вал айланишининг секинлашуви ташқи юкланиш камайгандаги тезлашувга нисбатан секинроқ кечади ва иккала жараёнининг вақт бирлиги ичидаги сонин тенг бўлганда бу секинлашиш узоқроқ давом этиб, ИЁД нинг ўртача қуввати барқарор режимда ишлашдагидан камроқ бўлишини белгилайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда қувватнинг бу камайиши 7—10 % га етиши мумкин.

Дизель иш шароитининг стационармаслиги айланиш частотаси ростлагичга бевосита боғлиқ бўлмаган кўрсаткичларнинг ўзгаришига ҳам сабаб бўлади. Масалан, иш шароитининг стационармаслиги пуркаш хусусияти ва циклик узатиш миқдорида акс этади. Бунда унинг барқарорлашган режимдан фарқи 20 % га етиши мумкин. Пуркашни илгарилатиш муфтаси мавжуд бўлганда, айниқса, агар дизель тезлик тармоғига ўтадиган бўлса, иш жараёнининг параметрлари муфтанинг инерционлиги туфайли ҳам ўзгариши мумкин.

Тезлик режими тез ва анча ўзгарганда киритиш системасидаги пульсация ҳодисалари жадаллашади, натижада киритиш тактида босимнинг ва насос бажарадиган ишнинг исрофи ортади, шунингдек цилиндрларнинг тўлиш даражаси стационар шароитидан камаяди. Ҳароратнинг ўша пайтдаги иш режимига мос келмаслиги сўхта ҳосил бўлишининг ҳамда иссиқлик деворларга ўтиб исроф бўлишининг кучайишида намоён бўлади. Вал айланишининг жадал тезлашувлари ва секинлашувлари қўшилиб кетганда ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, дизелнинг «қаттиқ» ишлаши кучаяди. Механик ф. и. к. ўзгариши ва иш жараёни ёмонлашуви натижасида солиштирма ёнилғи сарфи барқарорлашган режимдагига қараганда 20 % гача ортади.

Номинал режимда $M_{к\max}$ қийматини M_c нинг қиймати билан чеклаш ва ўта юкланишларни бартараф қилиш ҳисобига дизелнинг юкланишини оптималлаштириш орқали барқарорлашмаган режимларнинг ИЁД нинг техник-иқтисодий кўрсаткичларига салбий таъсири

камайтириш ҳамда унинг ишончилигини ошириш мумкин. Аммо бунда машиналарнинг иш унуми камаяди.

Турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган дизелларда компрессор ғилдирагининг диаметри қанча катта бўлса, босим остида ҳаво киритадиган агрегатнинг инерционлиги шунча катта бўлади. Бу ҳол барқарорлашмаган режимларда турбоагрегат ва двигатель характеристикаларининг мос келмаслигига олиб келади. Бу номувофиқлик двигателнинг шиғов олиши ва секинлашувида намоён бўлади. Агар ИЕД нинг ўта юкланишлари ва секинлашувларида ростлагич тармоғида ҳеч қандай салбий ҳодисалар юз бермаса, ташқи тезлик характеристикаси бўйича шиғов олишда турбоагрегатнинг инерционлиги ва ҳаво бўйича иш унумининг етарли эмаслиги α нинг кичиклашувиغا олиб келади, натижада ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади ҳамда қувват камаяди. Бундай шароитда қувват барқарорлашган режимдагига нисбатан 20 % га қадар камайиши мумкин.

Бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг тезлик характеристикаси бўйича мослашувчанлик коэффиценти каттароқ бўлади ва шу сабабли, ташқи юкланиш равон ўзгарадиган шароитда уларнинг тортиш-фойдаланиш хусусиятлари дизелларникидан яхшироқ бўлади. Барқарорлашмаган режим эса ташқи юкланиш тез ва катта миқдорда ўзгарадиган шароитда карбюраторли двигателларнинг иш жараёни ҳамда чиқиш кўрсаткичларига кўпроқ салбий таъсир кўрсатади.

Ташқи юкланиш ўзгариши оқибатида айланиш частотасининг кескин ўзгариши аралашма ҳосил бўлиш сифатиغا, шунингдек цилиндрларнинг тўлиш даражаси камайишига ва у билан боғланган M_e қийматига катта таъсир кўрсатади. Бу шароитда тўлдириш коэффиценти стационар режимдагига қараганда 20 %, N_e эса 25 % ва бундан ортиқ камайиши мумкин. Карбюраторда аралашма оқимининг кескин пульсацияланиши аралашма ҳосил бўлиш тарзини ўзгартиради, аралашмадаги ёнилғи ва ҳавонинг ўзаро ажралишига сабаб бўлади. Кириш системаси деталларининг иссиқлик инерцияси босим пульсацияланганда ўзгарадиган суюқ зарралар миқдори ва ёнилғи пардасининг ўз вақтида буғланишини таъминлай олмайди.

Натижада цилиндрларга келаётган ёнувчи аралашманинг бир жинслилиги камаяди. У ёнилғи қўшилиб суюқлашади ва стационар режимдагига нисбатан цилиндрларга нотекисроқ тақсимланади. Тўлдиришнинг ёмонлашуви туфайли сиқилиш такти охирида аралашма ҳолати параметрларининг пасайиши унинг суюқланиши билан қўшилиб, иссиқлик ажралиб чиқиш даврининг чўзилиб кетишига ҳамда индикатор иссиқликдан фойдаланиш даражасининг ёмонлашувиға, шунингдек заҳарли ҳисобланган СО ва СН лар чиқишининг кўпайишига олиб келади. Бунда солиштирма ёнилғи сарфи 25—30 % ва бундан кўп ортади. Цилиндрларга суюқ ёнилғи кириши деталларнинг ейилишини жадаллаштиради. Ўт олдиришни илгарилатиш тузил-

маларининг инерционлиги ва аралашма таркибининг бузилиши баъзан детонация содир бўлишига олиб келади.

Агар ИЕД ташқи юкланиш тез-тез ўзгариб турадиган шароитда режимни барқарорлаштириш учун мўлжалланган айланиш частотаси ростлагичи билан ускуналанса, киритиш системасидаги пульсация ҳодисалари ва улар билан боғлиқ N_c нинг пасайиши ҳамда аралашма ҳосил бўлишининг бузилиши янада кучаяди. Бунга дроссель-заслонка вазиятининг тез-тез ўзгариши сабаб бўлади. 20.2-расмда айланиш частотаси ростлагичи бўлган карбюраторли ИЕД нинг динамик ва статик тезлик характеристикалари кўрсатилган. Кўрииб турибдики, барқарорлашмаган режимда M_c барқарорлашган режимдагидан (ИЕД шиғов олаётганда ҳам, секинлашаётганда ҳам) пастроқ бўлар экан. Шундай қилиб, бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЕД лар ташқи юкланишлар тез ва катта миқдорда ўзгарадиган шароитда ишлашга дизелларга қараганда камроқ ярайди ва N_c бир хил бўлгани ҳолда ёнилғини 50% кўп сарфлайди.

Шиғов олиш ва секинлашувлар — бирор ишни бажараётганда транспорт машинаси ҳаракат режимининг оддий таркибий қисмларидир. Машинанинг вазифасига ва иш шароитига қараб улар умумий вақтининг каттагина қисмини ташкил этади. Машинанинг шиғов олиш жадаллиги кўп жиҳатдан ундаги куч агрегатининг сифатларига боғлиқ бўлиб, умумий самарадорлик ва иш унумига таъсир кўрсатади. Шиғов олиш вақти энг қисқа бўлиши учун акселератор педалини охиригача тез босиш керак, натижада ИЕД ташқи динамик тезлик характеристикасига ўтади. Бу ҳолда двигатель иш жараёнининг кечиш ва иш кўрсаткичлари ўзгаришининг ўзига хос хусусиятлари яққол намоён бўлади. Шиғов олиш жараёни учун кетма-кет келадиган цикллар вақтининг тобора қисқариб бориши, деталлар (биринчи галда, ёниш камерасини қўраб турган деталлар) ҳароратининг узлуксиз равишда кўтарилиб бориши ва ўхшаш шароитларда стационар режимда ишлашга хос бўлган даражадан паст бўлиши хосдир.

Дизелда ёнилғи насоси рейкасининг тез сурилиши натижасида цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдори кескин ортади, лекин ҳавонинг циклик заряди ва унинг цилиндрда ҳаракатланиш тарзи кам ўзгаради, чунки бунда киритишдаги гидравлик қаршилик кичик бўлади. Деталларнинг иссиқлик инерцияси туфайли ёниш камераси деворларининг пасайган ҳарорати ёнишнинг кечикиш даврини узайтиради ва ёнишни кенгайтириш жараёнига силжитади, натижада ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади ҳамда M_c барқарорлашган режимдагидан пасаяди (ҳатто ИЕД деталларининг шиғов олишига энергия сарфланишини ҳисобга олганда ҳам).

Пардали аралашма ҳосил бўладиган дизелларда шиғов олишда поршеннинг ҳарорати етарли даражада эмаслиги аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларининг жиддийроқ бузилишига олиб келиши мумкин, бунинг оқибатида чиқариладиган

СН (оқ тутун) миқдори кўпаяди ва «қаттиқ» ишлаш зиёдалашади. Турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган дизелларда акселератор педалини тез босганда шиғов олишга, двигатель билан фақат газ орқали боғланган, босим остида ҳаво киритадиган агрегатнинг инерционлиги, шунингдек ишлатилган газларнинг энергияси етарли эмаслиги таъсир қилади.

Иккала омилнинг таъсири α нинг кичиклашишида, ишлатилган газларда тутун миқдори ва солиштирма ёнилғи сарфи ортишида, шунингдек ИЕД нинг қабулчанлиги ёмонлашувида, яъни шиғов олишда M_e ва N_e ларнинг ўсиши секинлашувида намоён бўлади. Бундай шароитда юритмали ҳажмий компрессорлар ва тўлқинли босим алмаштиргичлари катта афзалликларга эга бўлади.

Бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларда шиғов олишда дроссель-заслонканинг тез очилиши шунга олиб келадики, инерцияси ёнилғиникидан камроқ бўлган ҳаво биринчи бўлиб цилиндрларга киради ва бошланғич босқичда аралашманинг суюқлашишига сабаб бўлади. Карбюраторнинг тезлатиш насоси ўз вақтида ҳаво оқимига маълум миқдорда ёнилғи пуркаб бу камчиликни қисман бартараф этади. Аммо дроссель-заслонканинг очилишида киритиш системасидаги босимнинг кўтарилиши ёнилғининг буғланишини секинлаштиради, бунга труба деворларининг пасайган ҳарорати ҳам сабаб бўлади.

Муаллақ ҳолатдаги ёнилғи зарраларининг совуқ деворларга тегиши натижасида суюқ парда ҳосил бўлиши жадаллашади, цилиндрларга кирган газсимон аралашма эса суюқлашади. Суюқ парда аралашманинг цилиндрларга тақсимланишини ёмонлаштиради. Аралашманинг суюқлашиши ва сиқиш охирида ҳароратининг пастроқ бўлиши туфайли ёнилғининг биринчи босқичи узаяди, иссиқлик ажралиб чиқиш жараёни эса чўзилиб, шунга яраша индикатор ф. и. к. кичиклашади. Шиғов олишда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичларининг ёмонлашувига учқун беришни илгарилатиш бурчаги суюқлашган аралашманинг талабларига мос келмаслиги, шунингдек ўт олдиришни илгарилатувчи автоматик тузилмаларнинг инерционлиги сабаб бўлади. Натижада, шиғов олишда бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг кўрсаткичлари дизелларнинг барқарор режимлардаги кўрсаткичларидан кўпроқ ёмонлашади. ИЕД нинг қуввати 10—15 %, самарали ф. и. к. эса 15—30 % камаяди.

Иш жараёнида машинани двигатель билан тўхтатиш учун двигатель секинлаштирилади, дизелда эса бу иш насос рейкасини ёнилғи узатилиши камаядиган (баъзи ҳолларда батамом тўхтайдиган) йўналишда силжитиш орқали амалга оширилади. Маълум вақт давомида юкланиш билан ишлаган ИЕД анча қизиган бўлганлиги сабабли, ёнилғи узатилиши қисман тўхтатилганда двигателнинг секинлашуви қандайдир салбий ҳодисаларга олиб келмайди. Пуркашни илгарилатиш муфтаси бўлмаганда жараённинг «қаттиқлиги» ортиши ва энг юқори босимнинг бар-

қарор режимдагига нисбатан бирмунча кўтарилиши кузатилади, холос.

Бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг секинлашуви дроссель-заслонканинг ёпилиши натижасида рўй беради. Бошланғич даврда айланиш частотаси анча юқори, кириш системасининг деталлари эса иссиқ бўлганидан, трубадаги катта сийракланиш деворлардаги суюқ парданинг тез буғланишига сабаб бўлади. Бу ҳол салт ишлаш системаси орқали ёнилғи узатилишининг кучайиши билан қўшилиб, иш аралашмасининг ўта қуюқлашуви, унинг чала ёнишига ҳамда атмосферага СО, СН ва альдегидларнинг чиқарилиши кўпайишига олиб келади.

Бу турдаги жараёнда кўп содир бўлиб турадиган мажбурий салт ишлаш атмосферанинг заҳарли моддалар билан ифлосланиши ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашуви нуқтаи назаридан, карбюраторли двигателнинг энг номақбул иш режимларидан бири ҳисобланади. Замонавий ИЕДлар карбюратори мазкур режимларда заҳарли моддалар чиқишини ва ёнилғи сарфини камайтирадиган махсус тузилмалар билан жиҳозланади (10- бобга қаранг).

Кириш системасида дроссель-заслонканинг борлиги туфайли, бензинда ишлайдиган двигателлар транспорт машиналарни секинлатишда (тўхтатишда) дизелларга қараганда самаралироқдир. Секинлатиш учун мунтазам равишда дизеллардан фойдаланиладиган бўлса (айниқса, тоғ шаронтида ишлаганда), уларнинг кириш ёки чиқариш системасига дроссель-заслонка ўрнатилади.

20.1.4. ИЕД ни ишга тушириш ва қиздириш

Двигателни қиздиришда, айнқса, совуқлайин ишга туширишда, барқарорлашмаган иш режимларига хос бўлган салбий ҳодисалар жуда кучли намоён бўлади (бу тўғрида 19-бобда айтиб ўтилган). Аммо бунда двигателнинг иш кўрсаткичлари ҳам анча ёмонлашади, чунки цилиндр ва ёниш камераси деворларининг паст ҳарорати совитувчи суюқликка иссиқлик ўтишини кескин оширади ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради. Ёниш соҳасидан иссиқлик олиб кетилишининг кучайиши газнинг ҳароратини пасайтиради, реакциялар тезлигини секинлаштиради, оксидланиш тўлиқлигини камайтиради ва чала ёниш маҳсуллари (углеводородлар, альдегидлар, қурум) пайдо бўлишига ва уларнинг ишлатилган газлар билан чиқиб кетишига шаронт яратади. Натижада атмосферага заҳарли моддалар чиқиши ортади, деталлар сиртининг лок, сўхта босиши, коксланиши тезлашади. ИЕД нинг кўриб чиқиляётган режимларининг салбий таъсири кўп жиҳатдан иш жараёнининг ташкил қилиниши ва унинг амалга оширилиш хусусиятларига боғлиқ.

Бензинда ишлайдиган ИЕД лар одатда электр стартерлар ёрдамида, кичик қувватлилари эса юргизиб юбориш дастаси воситасида қўл билан ишга туширилади. Ишга туширишда тир-сакли валнинг айланиш частотаси паст бўлиши натижасида карбюратор диффузори орқали ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги секин бўлади. Оқибатда унинг жиклёридан оқиб чиқаётган ёнилғи йирик ва бир жинслимас бўлиб пуркалади. Киритиш трубасида ҳаво оқимининг кичик тезлиги цилиндрларга йирик томчиларнинг пуркалиши учун етарли бўлмайди ва улар труба-нинг совуқ деворларига тез ўтириб, суюқ парда ҳосил қилади. Цилиндрларга борувчи газли аралашма эса ҳаддан ташқари суюқлашиб, ўт олдиришнинг ишончлилигини таъминлай олмайди.

Карбюраторларда қўлланилувчи ишга тушириш тузилмала-ри ёнилғи узатилишини жадаллаштириб, аралашманинг ци-линдрларда аланга олиши ва ёнишини таъминлайди, аммо айни пайтда, киритиш системасида суюқ парда миқдорининг орти-шига сабаб бўлади. Цилиндрларда дастлабки чақнашлар бўлганидан кейин деворлар ҳарорати кўтарилади, бу эса ёнил-гининг, шу жумладан, парда ҳолатидаги ёнилгининг ҳам буғла-нишини тезлаштиради. Карбюратор узатган суюқ ёнилғи ва буғланган ёнилгининг циклдан-циклга ўзгариб борувчи нисба-ти газ аралашмасининг таркибини нотурғун қилади, унинг цилиндрларга тақсимланишини қийинлаштиради ва ёмонлашти-ради, бу эса аралашманинг электр учқундан аланга олишига ёмон таъсир қилади, цикллар оралиғида ёнишнинг бир хиллиги бузилишига ва чақнашлар бўлмаслигига олиб келади. Ўт олди-ришни илгарилатиш бурчагининг ёнувчи аралашманинг ўзгарув-чи таркибига мос келмай қолиши циклда иссиқликдан фойда-ланишни янада ёмонлаштиради. Ишга туширишда аралашма ҳосил бўлишидаги камчиликлар атмосферага чиқариладиган чала оксидланиш маҳсуллари миқдорини ошириб юборади.

Ёнувчи аралашманинг ишончли ўт олиши ва ёниш сифати валнинг айланиш частотаси ортиши билан яхшиланади, чунки бунда киритиш системасида сийракланиш зиёдлашади ҳамда карбюратор диффузорида ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги оша-ди, натижада жиклёрларда ёнилгининг пуркалиш сифати яхши-ланади ва суюқ зарраларнинг буғланиши жадаллашади (газ-симон аралашма ёнилғи билан тобора тўйиниб (қуюқлашиб) боради). Сикли охирида аралашманинг босими ва ҳарорати ҳам кўтарилади, бу ҳол ёнишнинг авж олишини осонлаштиради ва тезлаштиради. Одатда, карбюраторли ИЕД ларнинг энг ичк айланиш частотаси 40—80 мин⁻¹ атрофида (10—15°C да) бўлиб, атроф-муҳитнинг ҳарорати кўтарилганда ва ёнилгининг мўланувчанлиги зиёдлашганда (яъни қайнай бошлаш темпе-ратураси ва 10 % ли ҳайдаш температураси пасайганда) ка-ама.

портга туширишда алангаланиш ишончлилиги учқун разря-ҳам, қуввати ортганда зиёдлашади, бунга эса транзисторли иқлимторли ўт олдириш системаларини қўллаш орқали эри-

шнлади. Ишга туширишда двигатель валининг айланиш частотасини қовушоқлик-температура характеристикалари яхшиланган қуюқ ёки синтетик мойлардан фойдаланиб ошириш мумкин. Совуқлайин ишга туширгандан сўнг ИЕД нинг қизишини тезлаштириш учун цилиндрларга қуюқлашган иш аралашмаси берилади. Двигателнинг ҳарорати кўтарилиши билан деворлардан суюқ парданинг аста-секин буғланиши эвазига ҳам аралашма қисман қуюқлашади.

Суюқ ёнилғининг буғланувчанлиги билан боғлиқ бўлган совуқлайин ишга тушириш ва сўнгга қиздиришдаги қийинчиликлар газда ишлайдиган ИЕД ларда бўлмайди. Улар учун мазкур режимларнинг ейилиш ва хизмат муддатига кам салбий таъсир кўрсатиши ҳам хосдир.

Дизелларда совуқлайин ишга тушириш иш жараёнига бензинда ишлайдиган двигателлардагига қараганда кучлироқ таъсир қилади. Шунга яраша, ишга тушишнинг ишончлиги муаммоси ҳам мураккаблашади. Сиқиш жараёнида янги заряднинг жадал совиши ва поршень ҳалқаларидаги нозичликлар орқали янги заряднинг сизиши ортиши сиқиш охиридаги босим ҳамда ҳароратни кескин пасайтириб юбориб, пуркалган ёнилғининг аланга олишини қийинлаштиради. Ишга тушириш чоғида валининг кичик частота билан айланиши ёнилғининг қониқарли пуркалиши учун зарур пуркалиш босимини таъминлай олмайди.

Ишга туширишнинг бошланғич даврида пуркаш системасида ортиқча босим бўлмайди. Шу сабабдан ишга туширишда узатиладиган ёнилғининг бир қисми юқори босимли ҳажмини тўлдириб турган ёнилғининг сиқилувчанлигини қоплашга сарфланади. Совуқ ёнилғи қовушоқлигининг юқорилиги ва сирт таранглиги унинг тўзитилиши ҳамда ёниш камераси ҳажмида тақсимланишини янада қийинлаштиради. Натижада алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетиб, кўп ҳолларда у ёнилғининг узатилиш вақтидан ортиб кетади, бу эса чақнашлар бўлмаслигига олиб келиши мумкин.

Ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш тезлиги қизиган ҳолатда ишлагандаги қийматлардан бир неча барабар ортиқ бўлади. Ёнишнинг охириги босқичи секин кечади, бунга ёнилғининг етарли миқдорда тўзитилмаслиги, камерада ҳавонинг секин ҳаракатланиши ва деворларга иссиқликнинг кўп ўтиб кетиши сабаб бўлади. Оқибатда циклда иссиқликдан кам фойдаланилади. Дизель тақиллаб, тутун чиқариб ишлайди ва атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдори кўпаяди.

Ишга туширишнинг ишончлигини ошириш учун одатда дизелларнинг ёнилғи аппаратларида махсус тузилмалар кўзда тутилади, улар цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорини номинал узатишдагига нисбатан 2—3 марта оширади ва ёнилғи пуркашни илгарилатиш бурчагини кичиклаштиради. Равшанки, бундай миқдордаги ёнилғи тўлиқ ёниб улгура олмайди, шу сабабли атмосферанинг чала ёниш маҳсуллари билан ифлослани-

ши кескин ортади. Шунингдек, ёниш камерасининг деворларини сўхта босиши жадаллашади.

Совуқлайин ишга тушириш ва бундан кейинги иш бошлангич даврининг характеристикалари кўп жиҳатдан дизелнинг иш жараёнини ташкил қилиш хусусиятлари ҳамда аралашма ҳосил қилиш усулига боғлиқ бўлади. Одатда, аралашма ҳажм бўйича ҳосил қилинадиган, пуркаш босими юқори бўлган, шунингдек аралашма ҳажм бўйича-пардали усулда ҳосил қилинадиган, деворларга ёнилғи кам тушадиган дизелларнинг ишга тушиш хусусиятлари энг яхши бўлади. Пардали ва ҳажм бўйича-пардали усулда аралашма ҳосил қилинадиган дизелларда аралашма ҳосил қилиш усули поршень деворининг ҳароратига боғлиқ бўлади. Ишга туширишда поршень деворининг ҳарорати паст бўлиши эса ёнилғининг буғланишини кечиктиради ва унинг ёнишга тайёрланиш жараёнини бузади. Натижада ёниш ёмонлашади, атмосферага чала оксидланиш маҳсулларининг чиқиши кўпаяди, ишга тушишнинг мунтазамлиги пасаяди.

Ёниш камералари ажратилган дизелларда атроф деворларининг нисбатан катта юзалари орқали иссиқлик тарқалиш тезлигининг юқорилиги совуқлайин ишга туширишда биринчи чақнашлар бўлишини анча қийинлаштиради ва қизини давридаги кўрсаткичларни ёмонлаштиради. Шу сабабли бундай дизеллар, одатда, совуқлайин ишга тушириш учун мўлжалланган махсус тузилмалар билан ускуналанади. Дизелларни ишга туширишни осонлаштириш учун турли чора-тадбирлардан кенг фойдаланилади. Улар тирсакли вални айлантиришга бўладиган қаршилиқни камайтиришга ва аралашманинг цилиндрларда аланга олиш шаронтини яхшилашга қаратилган.

Мазкур чораларнинг биринчи туркумига ИЕД ларни бошқа энергия манбандан ишга тушириш даври олдидан клапанларни очиш механик тузилмалари — декомпрессорлар билан ускуналаш киради. Бу ҳол талаб этилаётган қувватни камайтириш ва валнинг айланиш тезлигини ошириш имконини беради. Қартердаги мойни иситиш қурилмаларидан фойдаланиб ҳам шу мақсадга эришиш мумкин. Мазкур қурилмалар одатда совитиш системасидаги иситкич билан бирга қўлланилади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларда бўлгани каби, қовушоқлик-температура характеристикалари яхшилانган, яъни қовушоқлиги температурага қараб кам ўзгарувчи мойлар қўлланилганда муайян самарага эришиш мумкин.

Иккинчи туркумга цилиндрларга кираётган ҳавони электр токидан ўт олдириладиган форсункали горелкалар воситасида иситишга мўлжалланган тузилмалар киради. Улар киритиш коллекторига ўрнатилади. Ёниш камералари ажратилган ИЕД ларда электр чўғланма свечаларидан фойдаланилади. Улар ёрдамчи камеранинг ёнилғи оқими ўтадиган соҳасида жойлаштирилади. Бундай свечаларнинг спирали аккумулятор батареялари ёрдамида юқори ҳароратгача қиздирилади. Тузилмаларнинг иккала тури ишга туширишдан маълум вақт (1—1,5 мин)

олдин уланади ва двигателдаги ёниш жараёни барқарорлашгандан кейин узиб қўйилади.

Цилиндрларда дастлабки чақнашларнинг пайдо бўлиши эфирлар асосида олинган учувчан ва салга алангаланадиган суюқликларни махсус тузилмалар ёрдамида кираётган ҳавода тўзитиш йўли билан тезлаштирилади. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларни атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлган шароитда ишга туширишни осонлаштириш учун шунга ўхшаш тузилмалар ишлатилади.

Ушбу туркумга тегишли энг самарали тадбирларга ИЕД нинг совитиш системасидаги суюқликни якка тартибдаги ёки группавий иситиш тузилмалари ёрдамида иситишни кўрсатиш мумкин. Бунинг эвазига газнинг деворларга тегиб совитиш камаёди, сиқиш охирида янги заряднинг параметрлари катталашади, пуркалгандан сўнг ёнилғининг исиш ва буғланиши тезлашади. Якка тартибдаги тузилма қозондан иборат бўлиб, у электр токидан ўт олувчи ёнилғи горелкаси воситасида қизийди ва ИЕД нинг совитиш системасига туташади. Ёниш маҳсулларини двигатель картерининг поддони орқали ўтказиб, мойнинг температураси оширилади.

Группавий тузилмалар машиналар очик усулда сақланадиган паркларда қўлланилади ва ИЕД ларнинг совитиш системаларини марказлаштирилган иситиш тармоғига улашни ва иссиқ сув ёки буғни филофлар орқали ўтказишни кўзда тутати. Бундай системалар очик усулда сақланадиган машиналарнинг бензинда ишлайдиган двигателларини ҳам ишга туширишни осонлаштиришда қўлланилади. Сиқиш даражаси оширилганда дизелларнинг ишга тушиш ишончлилиги ортади. Бунда заряднинг сиқиш охиридаги параметрлари зиёдлашади, бу эса ёнилғининг ўз-ўзидан аланга олишини осонлаштирати. Бироқ, айни пайтда тирсакли вални айлантириш учун зарур бўлган буровчи момент ҳам катталашади.

Дизеллар одатда электр стартерлари билан ишга туширилади. Уларнинг қуввати бензинда ишловчи двигателларникидан каттароқ бўлиши керак. Ишга тушириш даврида вали дизелнинг тирсакли валига бириктириб қўйиладиган бензинда ишловчи икки ёки тўрт тактли двигателлар ҳам қўлланилади. Ишга тушириш двигателлари электр стартерларига нисбатан оғирроқ, мураккаброқ ва қимматроқ бўлади, аммо уларни қўллаш талайгина афзалликларга эга. Одатда, ишга тушириш двигатели ва дизелнинг совитиш системалари ўзаро бириккан бўлади, бу эса дизелни ишга туширишдан олдин қиздириш имконини беради. Бу ҳол ишга туширишдан кейинги даврдаги иш кўрсаткичларини яхшилайти, дизелнинг умумий қизиш вақтини тезлаштирати ҳамда қиздирилмаган ҳолатдаги ишининг унинг ишончлилиги ва хизмат муддатига салбий таъсирини камайтирати. Бундан ташқари, ишга тушириш двигателининг ишлатилган газларидан дизел картерини иситиш, қиздириш даврида деталларнинг мойланиш шароитини яхшилаш учун фойдаланилади.

Атроф ҳавосининг ҳарорати $10-15^{\circ}\text{C}$ бўлганда ёниш камераси ажратилмаган дизеллар валининг ишга тушишидаги энг кичик айланиш частотаси $100-150 \text{ мин}^{-1}$ атрофида, ёниш камераси ажратилган (чўғланма свечалари қўлланиладиган) дизелларда эса $150-200 \text{ мин}^{-1}$ атрофида бўлади. Атроф-муҳит ҳарорати пасайганда энг кичик айланиш частотаси анча катталашади. Одатда, ҳавонинг ҳарорати нолдан паст бўлганда дизелларни ишга тушириш учун қиздириш қурилмаларидан фойдаланиш зарур.

20.2. ЗАМОНАВИЙ ИЁД ЛАРНИНГ УМУМЙ ХУСУСИЯТИ

20.2.1. Дизеллар ва бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателлар

Дизелларнинг асосий афзалликларидан бири уларда иссиқликдан юқори даражада фойдаланишдан иборат бўлиб, шу афзаллиги туфайли улардан катта ва ўртача қувватли куч қурилмалари сифатида кенг фойдаланилади. Ёниш камералари ажратилмаган дизеллар камералари ажратилган дизелларга нисбатан ёнилғини $10-15\%$ кўпроқ тежайди, шу боис улар кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар юритмалари учун энг кўп қўлланилади. Учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларга қараганда дизелларнинг ёнилғини тежамлироқ сарфлашига асосий сабаб шуки, уларда сиқиниш даражаси юқорироқ ва тўлиқ юкланиш режимларида ёнишда ҳавонинг ортиқлиги кўпроқ бўлади. Таъсири кўп вақт давомида қисман қувват билан ишлайдиган машиналардан фойдаланиш чоғида намоён бўлувчи қўшимча омилга юкланишни сифат жиҳатидан ростлаш усулини кўрсатиш мумкин. Бу усул оралиқ иш режимларида термодинамика жиҳатидан ютган ҳолда ҳавонинг ортиқлигини янада оширишга ва аралашма ҳосил бўлиш жараёни мукамал эмаслиги туфайли юз берувчи ёнишда иссиқлик исрофини камайтиришга имкон беради.

Барқарорлашмаган режимлар шароитида, айниқса, ташқи қаршиликлар анчагина ва кескин ўзгариб турадиган шароитда, шифов олишда, шунингдек машинани двигатель билан секинлатишда ва салт ишлашда ҳам дизеллар иссиқликдан фойдаланиш ҳамда бошқа кўрсаткичлар бўйича афзалликларга эга. Буларнинг ҳаммаси муайян иш шароитида ўшандай қувватли, бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЁД ларга нисбатан ёнилғининг кўпроқ ($15-35\%$) тежалишини таъминлайди.

Дизель ёнилғиси ҳатто ўртача сифатли бензиндан арзонроқлиги туфайли ҳам ёнилғини тежаш бўйича афзаллиги ортади. Дизеллар, агар ҳавода жонз миқдорини ҳисобга оладиган бўлсак, атмосферага чиқариладиган заҳарли моддаларнинг умумий солиштира миқдори бўйича ҳам бензинда ишлайдиган ИЁД ларга қараганда афзалликка эга. Бу афзаллик машиналар турли конларда, ёпиқ хоналарда ва шамоллатилиши чекланган бошқа жойларда ишлаганда катта аҳамиятга эга. Бироқ, чиқа-

риладиган зарралар (тутун миқдори) бўйича маъқул кўрсаткичларни олиш учун дизелнинг ёнилғи аппаратларига малакали ва мунтазам равишда техник хизмат кўрсатиб туриш керак, бу ўз навбатида фойдаланиш харажатларини кўпайтиради.

Иш жараёнининг ташкил қилиниш хусусиятларига кўра дизелларнинг моторесурси кўпроқ ва фойдаланиш давомида уларнинг ишламай қолиши камроқ бўлади. Дизелларни турли машиналарда қўллаш мумкинлиги ИЕД ларнинг унификацияланган тип-ўлчамли қаторини яратиш имконини беради. Бу тип-ўлчамлар цилиндрлар сонини, босим билан ҳаво киритиш параметрларини, айланиш частотасини ўзгартириш ва мос ростлашларни танлаш, шунингдек турли мақсадларга мўлжалланган, иш унуми турлича бўлган ҳар хил машиналар эҳтиёжларини қондирувчи конструктив ҳамда техник параметрларни танлаш ҳисобига мавжуд қувватнинг кенг доирасини қоплайди. Бу ҳол деталлар, узеллар ва агрегатларнинг ўзаро алмашинувчанлиги эвазига иш унуми ва фойдаланиш харажатларини камайитириш имконини беради. Дизелларнинг айтиб ўтилган афзалликлари улардан қишлоқ хўжалик ва саноат тракторларида, йўл, қурилиш, ўрмон-мелиорация ҳамда қишлоқ хўжалик машиналарида, юк кўтарувчанлиги катта ва ўртача бўлган автомобилларда кенг кўламда фойдаланишни таъминлади.

Лекин дизеллар камчиликлардан ҳам ҳоли эмас. Металл кўпроқ ишлатилгани учун улар бензинда ишлайдиган ИЕД ларга қараганда 1, 5—2 барабар оғирроқ, габарит ўлчамлари ҳам каттароқ, литравий қуввати 1,4—1,8 марта камроқ (ҳаво босим остида киритилмайдиганлари), ишлаб чиқариш кўлами бир хил бўлгани ҳолда 15—25 % қимматроқ (катта рақамлар ҳаво босим остида киритиладиган дизелларга тааллуқли) бўлади.

Бензинда ишлайдиган двигателлар эса, айниқса қисман юкланиш билан ишлаганда, яхшироқ тортиш-иш хусусиятларига эга бўлади ва турғунроқ ишлайди, бу эса машиналарни бошқаришни осонлаштиради. Улар ишлаганда чиқарадиган шовқини дизелларникидан пастроқ, шу сабабли улар билан ускуналанган машиналар қулайроқ бўлади ва бундай машиналарда шовқинни пасайитиришга камроқ харажат қилинади. Шу туфайли, бензинда ишлайдиган ИЕД лар юк кўтарувчанлиги кичик ва ўртача бўлган оммавий автомобилларда кенг қўлланилади, шунингдек улардан кам миқдорда ёнилғи сарфлайдиган ва нисбатан тинч режимда ишлайдиган кичик қувватли ёрдамчи ускуналар ҳамда машиналарда фойдаланилади.

Шунга қарамай, мотор ёнилғиларининг тобора камёб бўлиб бориши кичикроқ қувватли куч қурилмаларида (юк кўтарувчанлиги ўртача ҳамда кичик бўлган автомобиллар, енгил ва махсус автомобиллар, автобуслар ва ҳоказо) бензинда ишлайдиган ИЕД лар ўрнига ёниш камералари ажратилмаган ва ажратилган тезюар дизеллардан фойдаланишга мажбур қилмоқда.

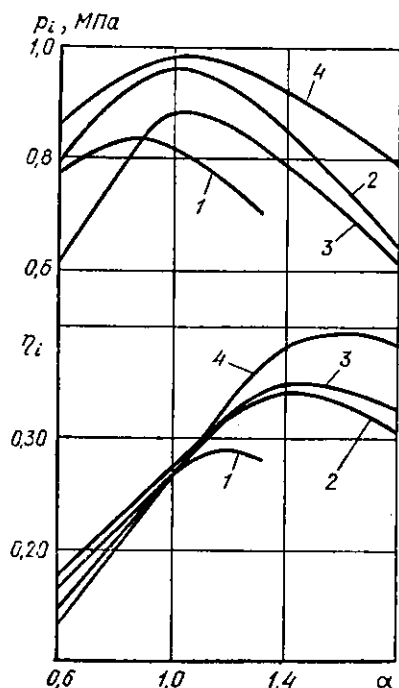
20.2.2. Газда ишлайдиган ИЕД лар

Двигателларда газ ёнилғиси қўлланилганда атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдори камаяди, арзон маҳаллий ёнилғилардан фойдаланишга, камёб ёки бошқа жойлардан келтириладиган, нефтдан олинадиган стандарт суюқ ёнилғиларни алмаштиришга имкон туғилади. Ҳозирги вақтда, кўриб чиқиляётган туркумдаги машиналар двигателларида газ ёнилғилардан тобора кенг фойдаланилмоқда. Газда ишлайдиган ИЕД лар асосан йирик шаҳарлар, саноати ривожланган марказларда, шунингдек табиий нефть ёки саноат газларига бой бўлган районларда қўлланилади. Ёнувчи газлар учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда кўпроқ, дизелларда эса камроқ қўлланилади.

Бензинда ишлайдиган ИЕД лар газда ишлашга ўтказилганда, уларда бир ёки икки ёнилғили таъминлаш системаси қўлланилиши мумкин. Икки ёнилғили система қўлланилганда двигателъ ё газда, ёки дастлабки суюқ ёнилғи — бензинда ишлаши мумкин. Бу ҳол транспорт машинасидан газ билан тўлдириш станциялари жойлашган райондан ташқарида фойдаланишга имкон беради, яъни бунда машина универсал ва ишлатишга қулайроқ бўлади. Бир турдаги ёнилғидан фойдаланиляётганда ҳайдовчи ўтирган жойидан бошқа хил ёнилғининг узатилишини тўхтатиб қўяди. Бу ҳолда бензин карбюраторига газ аралаштиргич ўрнатилади, ИЕД эса энг кам конструктив-ростлаш ўзгар ишлари билан газда ишлашга мослаштирилади.

Бу вариант газда ишлаш учун унча тўғри келмайди, чунки ИЕД бензинда ишлашга мослаб созланган бўлади ва газнинг мотгор ёнилғиси сифатидаги имкониятларидан тўлиқ фойдаланилмайди. Шу сабабли, ИЕД газда ишлаганда унинг кўрсаткичлари бензинда ишлагандагидан ёмонроқ бўлади, чунончи, қуввати 15—35 % камаяди, шунга яраша ёнилғи тежамкорлиги ҳам ёмонлашади. Қувват камайишининг асосий сабаби газ-ҳаво аралашмасининг ёниш иссиқлиги камлигидир. Бундан ташқари, газдан фойдаланилганда киритиш охирида газнинг ҳарорати бензинда ишлагандагидан 15—20°C юқори бўлади, бу эса цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши камайишига сабаб бўлади.

Бир ёнилғили таъминлаш система қўлланилганда ИЕД газда ишлашга кўпроқ мослашади. Бу ҳолда сиқиш даражаси бензинда ишлайдиган двигателликка қараганда 2—3 бирликка оширилиши мумкин, бунинг эвазига циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади, аралашманинг ёниш тезлиги ортади ва қувват катталашади. Киритиш трубагининг кераксиз қизиши бартараф этилса, цилиндрларнинг тўлиш даражаси ортади. Газ тақсимлаш фазаларини ўзгартириш ва ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштириш ҳам мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин, чунки газ-ҳаво аралашмаси алангасининг тезлиги бензин-ҳаво аралашмасиникидан пастроқ бўлади. Газ-ҳаво аралашма-



20.3- расм. ЗИЛ-130 двигателининг бензин ва газ ёнилғисиди ишлагандаги кўрсаткичлари:

1— бензин; 2 — суюлтирилган газ; 3 — табиий газ; 4 — модели синтез-газ

сини тартибсиз ҳаракатланадиган қилиш, ёниш камерасини ўзгартириш (модификациялаш) ва ўт олдиришни жадаллаштириш (битта цилиндр учун иккита свеча қўллаш, учқун разряди қувватини ошириш) ҳисобига ижобий самарага эришиш мумкин.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларни бензинда ишлашдан суюлтирилган пропан-бутан газларида ишлашга осонгина ўтказиш мумкин. ГОСТ 20448—80 бўйича тайёрланган пропан-бутанли стандарт ёнилғидан иборат стехиометрик аралашманинг ёниш иссиқлиги бензин-ҳаво аралашмасиникига яқин бўлиб, ИЕД газда ишлашга ўтказилганда цилиндрларнинг масса бўйича тўлиши камайиши ва ёниш тезлиги пасайиши оқибатида унинг қуввати 6—8% камаяди. Бутан ва пропаннинг октан сони оддий бензинникига нисбатан юқориқлиги (мас равишда 90—92 ва 100—105 ни ташкил этади) ёни 9—10% гача катталаштиришга имкон беради, бу эса қувватнинг 15—20% ошишини ва иссиқликдан фойдаланишининг бензинда ишлагандагидан

яхшиланишини таъминлайди (20.3-расм).

Пропан-бутан аралашмасининг қувват бўйича таркиби стехиометрик таркибга яқиндир, шу сабабли энг юқори қувватни олиш учун уни қуюқлаштириш талаб қилинмайди, бу эса, бир томондан, индикатор ф. и. к. ни яхшиласа, иккинчи томондан, чиқариладиган заҳарли моддаларнинг камайишига сабаб бўлади. Бунда катта юкланишларда ёнилғининг тежалиши жиҳатидан мақбул ҳисобланган сифат бўйича ростлашни қўллашга имконият туғилади. Самарали суюқлашиш қуйи концентрацион чегарасининг бензин-ҳаво аралашмасиникига қараганда юқориқлиги дросселлашда анча суюқ аралашмаларда ишлашга имкон беради, бу ҳам иш режимларида ёнилғининг тежалишини оширади. Пропан-бутан газида ишлаганда автомобилнинг юк кўтарувчанлиги ва юриш запаси бензинда ишлагандагидек бўлади.

Юқори калорияли сиқилган газлардан (масалан, 23—50 минг кЖ/м³ гача калорияли табиий метан, кон, нефть газларидан) ҳамда ўртача калорияли саноат газларидан (чунончи, 15—23

минг кЖ/м³ калорияли кокс, ёритувчи газ, синтез-газдан) фойдаланилса, тегишлича конструктив-ростлаш тадбирлари воситасида ИЕД нинг қувватини ва ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичларини бензинда ишлайдиган ИЕД ларникига қараганда ошириш имкони туғилади (23.3-расмга қаранг). Мазкур тадбирларнинг двигателни газда ишлашга мослашдаги моҳияти пропан-бутан аралашмаларидан фойдаланишдагидек бўлади. Бироқ, газлар машиналарда пўлат баллонларда 19,6 МПа босим билан сақлангани туфайли фойдали юк кўтарувчанлик бензинда ишловчи двигателникига қараганда тахминан ёнилғининг ҳар бир литрига 7 кг (яъни 500 кг гача) камаяди, ёнилғини бир марта қуйишда юриш запаси эса 40 % қисқаради.

Транспорт машиналарининг газда ишлайдиган ИЕД ларини такомиллаштиришнинг илғор усулларида бири мазкур туркумдаги газларни ўта паст температураларда суюлтиришдан иборат. Суюлтирилган газ машинада зарур ҳажмли криоген идишларда сақланади, бу эса машинанинг юк кўтарувчанлиги ва юриш запасини бензинда ишлагандаги даражада сақлаб қолган ҳолда газ арматурасини 5—6 марта енгиллаштириш имконини беради. Аммо ҳозирги вақтда суюлтирилган газ жуда қиммат ва ишлаб чиқариш жиҳатидан мураккабдир.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД ларда бензин ўрнига газ ёнилғилар қўлланилганда атмосферага чиқариладиган азот оксиди ва СН миқдори 1, 5—2 барабар, СО эса 3—5 марта камаяди. Газ-ҳаво аралашмаларида таркибда бензинда ишлагандаги каби ёнувчи аралашма бўлган суюқ зарраларнинг йўқлиги (двигателнинг ёки атроф-муҳитнинг ҳарорати паст бўлган шароитда) картер мойининг суюқланишига ва цилиндрлар деворларидаги мой пардасининг ювилиб кетишига барҳам беради, шунингдек деталлар сиртидаги сўхта миқдорини камайтиради. Оқибатда ишқаланувчи юзаларнинг ейилиши камаяди, ИЕД нинг моторресурси суюқ ёнилғида ишлагандагига нисбатан 30—50 % ортади, мойнинг хизмат муддати 2—2,5 барабар узаяди.

Газ ёнилғиларнинг цетан сопи паст бўлади ва шу сабабли дизелларда фойдаланиш учун унча ярамайди. Шунга қарамай, ёниш камерасига оз миқдорда дизель ёнилғисининг ўт олдириш порцияси билан биргаликда берилиши мумкин. Бу ҳолда газ (шу жумладан пропан-бутан газини ҳам) киритиш тактида ҳаво билан аралашма ҳолида, аралаштиргичли киритиш системаси орқали узатилади. Дизель ёнилғиси одатдагидек сиқиш охирида, ёнилғи узатувчи аппаратлар ёрдамида пуркалади. Ўт олдириш ёнилғисининг миқдори дизель фақат суюқ ёнилғида ишлагандаги энг кўп узатишнинг 5—15 % ини ташкил этади.

Одатда, кичик юкланиш билан ва салт ишлаганда ИЕД нинг кўрсаткичлари одатдаги дизель жараёнига нисбатан ёмонлашади ва газ узатиш тўхтатилади. Газ-дизель жараёни бўйича икки ёнилғида ишлаш дастлабки суюқ ёнилғида ишлагандагидек ёки ҳатто ундан каттароқ қувват ҳосил қилишга имкон беради. Дизель ёнилғисининг умумий сарфи (берилган иссиқлик миқдо-

ри бўйича) тахминан 20 % ни ташкил этади. Шундай қилиб, асосий иш газда бажарилади, бу эса суюқ дизель ёнилғисини тежашга имкон беради.

Газ-дизель жараёни бўйича ишлаш мойнинг хизмат муддатини узайтиради ва ИЕД нинг ейилишини бирмунча камайтиради, чунки бунда деталларни сўхта босиши ва бошқа чала ёниш маҳсуллари чўкиндиларининг пайдо бўлиши камаяди. Ишлатилган газларнинг тутуллилик даражаси ҳам камаяди, лекин аynи чоғда, атмосферага чиқариладиган ёнмай қолган углеводородлар миқдори кўпаяди. Бу ҳодиса кичик юкланиш билан ишлаганда айниқса кучаяди. Бундан ташқари, ИЕД ни газ-дизель жараёнига ўтказиш учун ёнилғи узатувчи аппаратларни ва уларнинг ростланишини ўзгартириш талаб қилинади. Ёнилғининг цилиндрга бир текис тақсимланишини ва ёнилғи дозасини тезлик характеристикаси бўйича ростлашни таъминлаш билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар юзага келади.

20.2.3. Ҳаво билан совитиладиган ИЕД лар

Кўриб чиқиладиган машиналар двигателларининг аксарияти ҳозирги вақтда суюқлик билан совитилади ва бунда совитиш суюқлиги сифатида кўпинча сув ишлатилади. Ҳаво билан совитиш эса, айниқса, сув танқис бўлган иссиқ иқлимли районларда қатор афзалликларга эга (17- бобга қаранг).

Суюқлик билан совитиладиган ИЕД лардан фойдаланиш сермеҳнат иш бўлиб, техник хизмат кўрсатишга катта харажатлар қилишни талаб этади, чунки бунда совитиш суюқлигининг камини тўлдириб туришга, алмаштиришга, системани ювиб, тошини кетказишга, совуқ вақтларда эса сувни тўкиб ташлаш ва қайтадан қуйишга тўғри келади.

Ҳаво билан совитиладиган ИЕД атроф ҳавосининг температураси — 20°C гача бўлганда ҳам осонгина ишга туширилади ва иш ҳароратига қадар тезда қизийди, натижада ишга туширишда бўладиган ейилишлар камаяди. Радиатор, найлар циркуляцияон суюқлик насоси ва суюқлик запасининг йўқлигидан куч агрегати кўп ҳолларда енгил бўлади.

Ҳаво билан совитиладиган двигателларда якка тартибдаги цилиндрлар ва цилиндр устёпмалари қўлланилади, бу эса ҳар хил қувватли ИЕД ларнинг унификацияланган ўлчамли қаторларини яратишни осонлаштиради, шунингдек элементлар тайёрлашни, двигателни тузатишни ҳамда бузилган деталларни алмаштиришни соддалаштиради. Бироқ бунинг учун кўп миқдорда деталлар талаб қилинади, натижада двигателни йиғиш қимматлашади ва мураккаблашади.

Ҳаво билан совитиладиган двигателларнинг уларни ишлаб чиқариш ва амалда қўллашни тўхтатиб турган кўпгина камчиликлари ҳозирги вақтда лойиҳалашдаги ва ишлаб чиқариш технологиясидаги муваффақиятлар туфайли бартараф этилди.

Хусусан, паст шовқинли жараёнлардан фойдаланиш ва уларни тегишлича созлаш натижасида шовқин даражаси бензинда ишлайдиган ИЕД нинг шовқин даражасига туширилди, баъзи дизелларда эса ҳатто бу даражадан 1—3 дБ пастдир. Иссиқликдан деформацияланишга ва кучли ейилишга олиб келувчи цилиндрларнинг нотекис совиши муаммо бўлмай қолди, чунки совитиш бўшлиғида ҳавонинг ҳаракатланиши яхшиланди. Қучайтирилган двигателларда цилиндрлар устёпмаларининг дарз кетиши ва форсункалар тўзиткичларининг ўта қизиб кетиши ана шу қисмларни умумий мойлаш системасидан мой ёрдамида совитиш орқали бартараф этилди (масалан, 17.7-расм, 6 га қаранг).

Ҳаво билан совитиладиган двигателларни транспорт машиналарида ишлатиш натижасида тўпланган тажриба, уларнинг ишончилиги ва моторесурси суюқлик билан совитиладиган двигателларникидан кам эмаслигини кўрсатади. Аммо баъзи ҳолларда улар суюқлик билан совитилувчи двигателлардан ҳамон орқада қолмоқда. Масалан, қизиган газлар тегиб турувчи деталлар (цилиндрлар устёпмаси, клапанлар каллаклари ва ҳоказо)нинг секинроқ ва нотекисроқ совиши уларни иссиқдан кўпроқ зўриқадиган, ўта юкланишларга сезгирроқ қилиб қўяди, солиштирма қувватни янада оширишга имкон бермайди. Чунончи, йўл-қурилиш машиналари номинал режимда ташқи юкланишлар кескин ўзгариб турадиган шароитда ишлаганда цилиндрлар устёпмасининг ҳарорати тўлиқ қувват билан ишлагандаги барқарорлашган ҳароратдан 30°, цилиндрлар ҳарорати эса 20° юқори бўлади.

Ҳаво билан совитиладиган двигатель деталлари ҳароратининг юқорилиги ишлаётганда ишқаланишга бўладиган исрофларнинг камайишига олиб келади, лекин айни чоғда ёғлиги яхшироқ, оксидланиш ва эскиришга лок ҳамда сўхта ҳосил бўлишига қаршилиги каттароқ бўлган юқори сифатли мойларни ишлатишга мажбур қилади. Мойнинг куйиб исроф бўлиши ҳам юқори бўлади.

Мазкур туркумдаги машиналар ҳаво билан совитиладиган замонавий дизелларнинг литравий энг катта қуввати босим остида киритиш усули қўлланилмаганлари учун 15—15,5 кВт/л нн, босим остида киритиш усули қўлланилганлари учун 17—18,5 кВт/л нн ташкил этади (катта қийматлар компрессордан кейин ҳаво оралиқ совитиладиган ИЕД ларга тааллуқли), бу эса суюқлик билан совитиладиган мавжуд аксарият дизеллар кўрсаткичига мосдир. Бироқ, уларни янада кучайтириш (хусусан, босим остида киритиш усулини қўллаш ҳисобига) анча қийин. Ҳаво билан совитиш системаси каттароқ қувват сарфлашни талаб қилади, бу ҳол механик исрофларнинг кўпайишига олиб келади. Механик ф.и.к. камайиши қовушоқ ишқаланишдаги исрофларнинг камайиши эвазига бир қадар қопланади. Аммо шу билан бирга, вентиляторнинг иш унумини, бинобарин, оралиқ режимларда у сарфлайдиган қувватни ростлашнинг аҳамияти ортади.

Ҳаво билан совитиш ИЕД нинг цилиндрларида амалга ошадиган иш жараёнига ҳам муайян ўзгаришлар киритадики, бу унинг техник-иш кўрсаткичларида ўз аксини топади. Масалан, деталларнинг юқорироқ ҳарорати киритиш ва сиқиш тактида янги заряднинг кўпроқ қизишига сабаб бўлади. Заряд параметрларининг зиёдлашуви дизелларда мақбул ҳодисадир, чунки бунда алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради, ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлиги пасаяди ва иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши камаёди. Буларнинг ҳаммаси дизелнинг «юмшоқроқ» ишлашини таъминлайди, ёниш тўлиқлигини оширади, қурум ва ёнмай қолган углеводородлар чиқишини камайтиради, циклда иссиқликдан фойдаланишни яхшилайди. Ишлатилган газлар ҳароратининг кўтарилиши турбинадан босим остида ҳаво киритишни қўллаш учун қулай шароит яратади. Худди ана шу сабабларга кўра ёмон буғланадиган ва цетан сони кичик бўлган ёнилғиларда ишлаш имконияти яхшиланади. Киритишда заряднинг деворларга тегиб кўпроқ қизиши туфайли тўлиш коэффиценти суyoқлик билан совитиладиган двигателлардагига нисбатан 1,5—2 марта жадалроқ бўлади. Ҳаво билан совитиладиган замонавий дизелларнинг ёнилғи тежамкорлиги суyoқлик билан совитиладиган двигателларники билан тахминан бир хил, аммо уларнинг баъзи моделларида солиштирма ёнилғи сарфи мазкур туркумдаги дизелларда кам учрайдиган жуда кичик қийматларни (200—210 г/кВт·соат) ташкил этади.

Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган, ҳаво билан совитилувчи двигателларда сиқиш охирида ёнувчи аралашманинг юқори ҳарорати детонация ҳодисаси рўй бериши учун қулай шароит яратади (айниқса, кичик айланиш частотаси ва катта юкланиш билан ишлаганда). Бу ҳол ё белгиланган ёнилғида ишлаганда ё нинг жониз қийматларини чеклаб қўяди, ё бўлмаса унинг октан сонини оширишни, ёки цилиндр диаметрини кичиклаштиришни талаб қилади. Киритишда заряднинг кучли қизиши цилиндрларнинг масса бўйича тўлишининг камайишига сабаб бўлади, бу эса суyoқлик билан совитиладиган двигателлардагига нисбатан қувватнинг кўпроқ камайишига олиб келади.

Юқорида айтиб ўтилган ИЕД ни N_d бўйича кучайтириш имкониятининг чекланганлигидан ташқари ҳаво билан совитишни қўллашдаги асосий муаммолар асосан улардан совуқ иқлимли районларда фойдаланиш билан боғлиқдир (жуда паст температураларда ўта совиб кетишининг мумкинлиги, бундай шароитда ишга туширишнинг қийинлиги, ҳайдовчи ёки машинистлар кабинасини иситишнинг мураккаблиги). Жанубий районларда ҳаво билан совитишни қўллаш двигателларга суyoқлик билан совитишга нисбатан қатор афзалликлар беради (сув манбаларининг мавжуд бўлиши шарт эмас, атроф-муҳит ҳарорати ишлаш қобилияти ва кўрсаткичларга кам таъсир кўрсатади, ишончилиги юқори, техник хизмат кўрсатиш оддий).

20.3. ДВИГАТЕЛЛАРНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ЙЎНАЛИШЛАРИ ВА ИСТИҚБОЛЛАРИ

Транспорт машиналарининг энг муҳим, мураккаб ва зўриқиб ишлайдиган агрегати ҳисобланган ИЕД унинг иш унуми, тежамкорлиги, ишончилигини ва берилган ишларни бажаришга яроқчилигини кўп жиҳатдан белгилаб беради. Машиналар сифатини янада такомиллаштиришга интилиш ИЕД ни ривожлантиришнинг қуйидаги йўналишларини белгилаб беради:

массаси ва ташқи ўлчамларини кичрайтирган ҳолда моторесурси ҳамда бузилмай ишлашнинг ошириш;

ИЕД ни тайёрлашга, шунингдек фойдаланиш давомида унга техник хизмат кўрсатиш ва уни тузатишга сарфланадиган харажатларни камайтириш;

ишлатишда қўлланиладиган материаллар, айниқса, ёнилғи-мойлаш материаллари сарфини қисқартириш;

хизмат кўрсатувчи шахслар, хусусан, ИЕД ни бошқарувчи ходимларнинг меҳнат шароитини енгилаштириш;

экологик кўрсаткичларни яхшилаш (атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар миқдори, шовқин ва титраш даражасини камайтириш);

ИЕД ишлаётганда бўладиган механик ва иссиқлик исрофларини камайтириш;

ИЕД ларнинг тортиш-эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш, уларни машиналарнинг ишлаб чиқариш эҳтиёжларига мослаштириш;

электрон бошқариш системаларини қўллаш ҳисобига ИЕД нинг турли иш шароитларидаги ростланишлар ва кўрсаткичларини оптималлаштириш.

ИЕД сифатларини яхшилашнинг анъанавий йўллари (тузилишини ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш, янги материаллар ва ишлов беришнинг янги усулларини қўллаш, мойлар сифатини яхшилаш, иш жараёнида двигатель ҳароратининг энг мақбул даражада бўлишини таъминлаш, ўлчамига етказиш-ростлаш ишларининг энг янги усулларида фойдаланиш ва ҳоказо) билан бир қаторда уни ривожлантиришнинг аниқ йўналишлари кўп жиҳатдан цилиндрларда кечадиган иш жараёнини ташкил қилиш хусусиятларига боғлиқ бўлиб, уларни қуйида кўриб чиқамиз.

Нефдан олинадиган стандарт ёнилғиларнинг камайиб бораётганлиги билан боғлиқ бўлган ИЕД ларни ривожлантиришнинг ўзига хос йўналиши ёнилғининг ўрнини босувчи материаллардан фойдаланишга мўлжалланган иш жараёнлари ва двигателларнинг модификацияларини яратишдан иборат.

20.3.1. Дизелларни такомиллаштириш йўналишлари

Дизеллар кўрсаткичларини яхшилашнинг асосий йўлларида бири босим остида киритиш усулидан фойдаланишни кенгай-

тириш ва такомиллаштиришдир. Яқин вақтларгача босим остида киритиш усули кам қўлланилар эди, чунки бунда ИЕД нинг нархи қимматлашиб кетар ва ана шу масала билан боғлиқ муаммолар (босим билан ҳаво киритиш системаларининг самардорлиги ва ишончлилиги етарли даражада эмаслиги, шунингдек энг муҳим узеллари ҳамда деталларининг иссиқликдан ва механик зўриқиши ортиши оқибатида двигателнинг хизмат муддати ва бузилмасдан ишлаш хусусияти пасайиб кетиши) ни ҳал этиш мураккаблашар эди. Ҳозирги вақтда бу муаммолар асосан ҳал этилган. Босим остида киритиш системасини тайёрлашга қилинадиган харажатлар двигателни ишлаб чиқаришга сарфланадиган умумий харажатларнинг 4—5 % идан ошмайди, босим остида киритиш агрегатининг ишончлилиги дизелнинг ишончлилигига яқин даражада, босим остида ҳаво киритишнинг кенг қўламда қўлланилаётганига ва унинг параметрлари зиёдлашаётганига қарамасдан, агрегатнинг моторесурси тобора ортиб бормоқда.

Босим остида ҳаво киритиш фақат ИЕД нинг литравий қувватини ошириш ва массаси ҳамда габарит ўлчамларини кичрайтишгагина имкон бериб қолмасдан, балки асосан механик ф.и.к. ни ошириш эвазига ёнилғи тежамкорлигини ошириш ва бошқа қатор кўрсаткичларини яхшилаш имконини ҳам беради (13-бобга қarang). Босим остида ҳаво киритиш, шунингдек, двигатель кўрсаткичларининг атроф-муҳит ҳарорати ва босимининг ўзгаришига сезгирлигини камайтириш имконини беради, бу эса тоғли районли ва ҳавосининг ҳарорати юқори бўлган Ўрта Осиё региони учун катта аҳамиятга эга.

Турбинадан босим остида ҳаво киритиш энг кенг тарқалган бўлиб, у ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланишга имкон беради. Аммо турбинадан босим остида ҳаво киритишнинг оддий схемасидан фойдаланилганда кичик частоталарда дизелнинг тортиш хусусиятлари ёмонлашади, солиштирма ёнилғи сарфи ортади ва ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, бунга турбоҳайдагич ва дизелнинг хусусиятлари бир-бирига мос келмаслиги сабаб бўлади. Худди шу сабабга кўра юқори айланиш частоталари соҳасида босим остида киритилаётган ҳавонинг ортиқча босими юзага келади, натижада двигатель деталларининг ишлаш шароити мураккаблашади ва ишқаланишдаги исрофлар ортади. Айтиб ўтилган камчиликлар босим остида ҳаво киритиш системасини машинанинг эҳтиёжларига қараб, ИЕД нинг энг кўп фойдаланиладиган иш режимларига созлаш орқали камайтирилади. Ростланадиган босим остида киритиш системаларидан фойдаланилганда эса энг яхши натижаларга эришилади, яъни дизелнинг тезлик характеристикаси бўйича мослашувчанлик коэффициенти 1,25 гача ва бундан ҳам катталашади, шунингдек буровчи моментнинг қиймати зиёдлашади ва кичик айланиш частоталаридаги бошқа кўрсаткичлари яхшиланади.

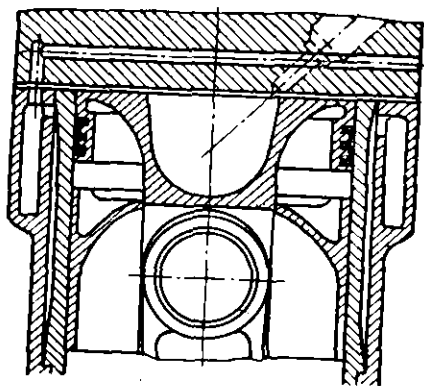
Кўпгина дизелларда сиқилган ҳаво ёки ишлатилган газлар-

нинг бир қисмини атмосферага чиқариб юбориш жадаллиги ростлаб туриладиган турбоҳайдагичлар қўлланилади. Бундай ҳайдагичларнинг тузилиши содда бўлади, аммо улар босим остида киритиш системасининг юқори самарадорлигини таъминлаб олмайди, натижада двигателларнинг ф.и.к. пасаяди. Шу муносабат билан компрессордаги йўналтирувчи парракларнинг ва турбинадаги соплоли аппаратнинг геометриясини ўзгартириш ҳисобига жадаллиги ростланадиган босим остида ҳаво киритиш системаларини яратиш устида иш олиб борилмоқда. Бу тадбир дизель айланиш частотасининг кенг доирасида босим остида ҳаво киритиш системасининг ф.и.к. ни оширишга имкон беради, аммо бунда мазкур система мураккаблашади ва қимматлашади.

Турбинадан босим остида ҳаво киритишда ҳайдагич билан дизель ўртасида фақат газ орқали боғланиш мавжудлиги ИЕД нинг қабулчанлигини анчагина ёмонлаштиради. Бу камчилик катта диаметрли ғилдираклардан фойдаланилганда айниқса сезиларлидир. Бундай ғилдираклар бир турбоагрегатли, кўп цилиндрли двигателларда қўлланилади. Кўпгина машиналарнинг иш шаронтига хос бўлган ўтиш ва барқарорлашмаган режимларда машиналарнинг кўрсаткичлари ва заҳарлилик хусусиятлари ҳам ёмонлашади. Шу муносабат билан босим остида ҳаво киритишнинг бошқа системаларини яратиш, хусусан, юқоридаги камчиликдан ҳоли бўлган тўлқинли босим алмашгичи билан ускуналанган система яратиш устида тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Мазкур система двигателнинг паст айланиш частоталарида босим қийматлари юқори бўлишини таъминлашга ва атмосферага чиқариладиган азот оксиди миқдорини камайтиришга, ишлатилган газларнинг рециркуляциясини ростлашга, шунингдек мослашувчанлик коэффициентини катталаштиришга имкон беради.

Босим остида ҳаво киритилувчи дизеллар кўрсаткичларини яхшилашга ҳавони оралиқ совитиш катта имкониятлар яратади. Бу тадбир α ни катталаштириш ҳисобига η_c ни оширишга, T_z ни камайтиришга ва деталларнинг иссиқликдан зўриқишини пасайтиришга, атмосферага чиқариладиган азот оксидлари миқдорини камайтиришга, ИЕД нинг берилган қувватига босим остида ҳаво киритишнинг зарур жадаллигини пасайтиришга имкон беради. Ҳозирги вақтда ҳавони оралиқ совитиш босим билан ҳаво киритиш даражаси юқори бўлганда қўлланилади, чунки у системанинг нархи қимматлашиши ва турбоҳайдагичнинг сарфлаш хусусиятлари ёмонлашуви билан боғлиқ. Босим остида ҳаво киритиш параметрлари зиёдалашуви билан ҳавони оралиқ совитишдан фойдаланиш кенгайиб бормоқда. Босим остида ҳаво киритишдан кенг фойдаланилиши ва унинг жадаллиги ортичи кўпинча номинал режимда двигателнинг айланиш частотаси камайишга олиб келади, бу эса шовқин ва деталларнинг ейилишини камайтиради, шунингдек зарур моторесурсни таъминлайди.

Замонавий двигателларда иссиқликдан фойдаланиш юқори даражада бўлишга қарамай, ёнишдаги иссиқлик исрофларини



20.4- расм. «Elco» дизелининг ёниш камераси

камайтириш борасидаги ишлар, масалан, янги жараёнларни ишлаб чиқиш йўли билан давом эттирилмоқда. 20.4- расмда ёниш камераси кўрсатилган бўлиб, у ёниш соҳасини иссиқлик ўтказмайдиган қилиш мақсадида ишлаб чиқарилган. Ушбу камерада аралашма поршендаги яримсферасимон камеранинг марказий қисмида ёнади: камерада ҳавонинг жадал айланиши натижасида аралашма ҳосил бўлади ва ўқдан камера радиусининг 0,6 қисмичалик масофа

да айланага ўтказилган уринма бўйича бир соқлоли тўзатиш орқали ёнилғи пуркалади.

Ёниш камераси поршеннинг чўян тубида жойлашган. Камеранинг иссиқлик ўтказмайдиган қилинган, ҳавонинг яхши айланиши ва ёнилғи пуркаш даврининг қисқалиги ҳатто цилиндрларнинг ўлчамлари кичик бўлганда ҳам тўлиқ юкланиш билан ишлаганда ёнилғининг солиштира сарфи кам (200—205 г/кВт·соат) бўлишига эришишга ҳамда α нинг қийматини 1,1 гача кичрайтиришга имкон беради. Айни пайтда алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради, $dp/d\phi$ нисбат 0,4 МПа/градга қадар камаяди ва шовқин даражаси пасаяди. Поршень тубига пўлатдан ясалган ўтга чидамли устқўймалар ўрнатиш ёки иссиқлик ўтказмайдиган материал (сопол, металл оксидлари) кукунини тўзатиш йўли билан қоплаш циклда иссиқликдан фойдаланишнинг маълум даражада яхшиланишига ва ёниш жараёни динамикасининг камайишига эришиш мумкин.

Ушбу йўналишдаги ривожлантиришнинг ўзига хос йўлларида мисол сифатида иссиқлик ўтказмайдиган ёниш камераси ёрдамида дизель (адиабат дизель) яратишга интилишни кўрсатиш мумкин. Бунда иссиқлик ўтмайдиган қилиш учун поршень туби, гильзанинг юқори қисми, цилиндрлар устаёпмасининг плитаси ва клапанлар сопол билан қопланади. Бу тадбир ёниш давомида иссиқликнинг совитиш системаси ва мойга ўтиб кетишини энг кам миқдорга келтириш имконини беради, натижада циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ҳамда ишлатилган газларнинг энергияси ортади. Ишлатилган газлар энергиясининг ортиши эса поршенли ИЕД да турбинадан босим остида ҳаво киритишни жадаллаштиришга ёки ёрдамчи газ-турбинасини қўллашга имкон беради. Бундай турбина қўлланилганда комбинацияланган қурилманинг ф.и.к. ва қуввати янада зиёдалашади.

Мазкур турдаги куч қурилмасининг катта афзаллиги шундан иборатки, бунда дизелнинг совитиш ва мойлаш системалари-

ни соддалаштириш мумкин. Аммо турбина-поршенли куч агрегати катта қувватли (юзлаб кВт) қурилмаларда қўллаш мақсадга мувофиқ, чунки бундай қурилмалар мураккаблигининг ортиши ва нархининг қимматлашуви самарадорлигининг ортиши ва ёнилғи сарфининг камайиши билан қопланиб кетади. Бундай дизелни ишлаб чиқаришга жорий этишдаги асосий муаммо қопламалар сопол материалининг механик ва иссиқликка чидамлиги масаласидан иборатдир.

Бензинда ишлайдиган ИЕД ларнинг бошқариш системаларида кенг фойдаланилаётган электрон қурилмалар дизелларда ҳам қўлланилаётир. Улардан асосан ёнилғининг циклик узатиш миқдорини ва пуркашни илгарилатиш бурчагини ўзгартириш учун инерцион ростлагичлар ҳамда фойдаланиш жараёнида ейиладиган механик ростлагичлар ва бошқа қурилмалар ўрнига фойдаланилади. Электрон системалар атроф-муҳитнинг ҳарорати ва босимини, босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ҳамда ИЕД нинг иссиқлик ҳолатини ҳисобга олган ҳолда бошқариладиган параметрларни беришга имкон беради.

Деярли инерцион бўлмаган бундай системалар ўтиш ва барқарорлашмаган режимларда, шу жумладан, ишга тушиш ва қизиш даврида параметрларнинг керакли қийматларини танлайди. Бошқарувчи сигналларни электрон системалар ИЕД нинг аниқ иш шароити ҳақида датчиклардан олинган ахборотни микропроцессор хотирасига жойланган энг мақбул параметрлар билан таққослаш натижасида ишлаб чиқаради. Бу ҳол ёнилғи сарфини 5—7 % камайтиришга, атмосферага чиқариладиган ифлослантиргичларни анчагина камайтиришга ва двигателнинг иш кўрсаткичларини яхшилашга имкон беради.

20.3.2. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларни такомиллаштириш йўналишлари

Учқундан ўт олдириладиган двигателларни ривожлантириш жараёни унинг ёнилғи тежамкорлигини ва бошқа иш кўрсаткичларини белгилаб берувчи сиқиш даражасининг тобора ошириб борилиши билан ифодаланади. Жоиз энг юқори сиқиш даражаси қўлланиладиган ёнилғининг детонацияга чидамлилигидан ташқари, ёниш камерасининг хусусиятларига, ИЕД нинг ростланишлари ва иш режимига боғлиқ бўлади (7-бобга қаранг). Аланганинг тезлигини ошириш билан, яъни ёниш пайтида сиқилган ёнувчи аралашманинг детонацион ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланиш жараёнларига кетадиган вақтни қисқартириш билан, ёнилғининг октан сонини оширмасдан детонациянинг олдини олиш мумкин. Бунга ёниш камерасининг конструкциясини ўзгартириш, ёнувчи аралашмани совитиш ва унинг камерадаги ҳаракатини керагича ташкил қилиш орқали эришилади.

Аралашманинг тартибсиз ҳаракатланиши ва унинг цилиндрда ҳамда камерада маълум йўналишда ҳаракатланиши ёниш тезлигини ошириб, детонацияни юзага келтирмаган ҳолда сиқиш даражасининг ортиши учун шароит яратди. Бунда цикл ф.и.к. да термодинамик жиҳатдан ютуқ бўлишдан ташқари, сиқиш даражасининг ортиши ёниш реакцияларининг жадаллашувини, аланганинг тезлиги ортишини ва аралашманинг ёндирилиши барқарор бўлишини таъминлайди, бу эса ҳавонинг ортиқчаллиги кўп бўлганда, яъни тўлиқ ва қисман юклалиш режимларида ишлашга имкон беради. Натижада циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ва атмосферага СО чиқарилиши камаёди. Ёниш жараёнида аралашманинг маълум йўналишда ҳаракатланишининг тезлашуви занжирли реакциялар узиладиган девор яқинидаги қатламнинг қалинлигини камайтиради. Оқibatда ёнмай қолган углеводородларнинг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши камаёди.

Ана шу афзалликларни ҳосил қилишга интилиш бензинда ишлайдиган ИЕД ларни ривожлантиришнинг замонавий йўналишини ташкил этади. У тез ёниш камералари (7- бобга қаранг) ва суюқлашган аралашмалардан фойдаланишга мўлжалланган жараёнларни ишлаб чиқишда намоён бўлади. Кейинги йўналиш сиқиш даражасини ошириш учун катта имкониятларга эга, чунки аралашманинг детонацияга мойиллиги ҳавонинг ортиқчилиги ортиб бориши билан камайиб боради. Аммо бунда аралашманинг ишончли ўт олиши муаммоси пайдо бўлади.

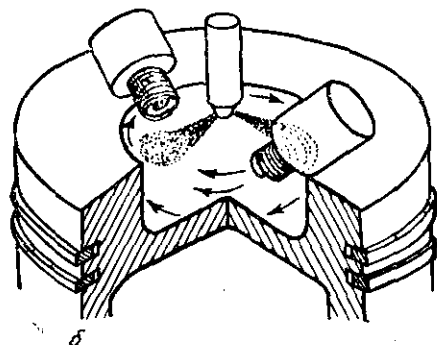
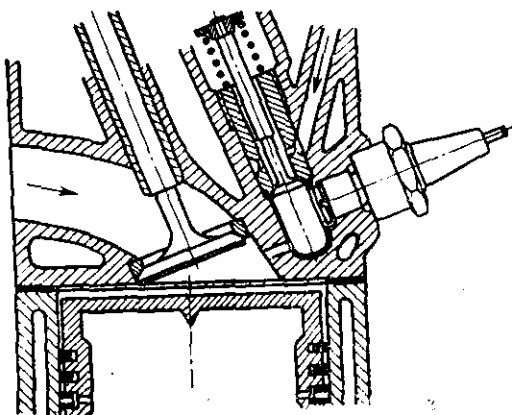
Бу муаммони ҳал этишнинг ҳозирги вақтда ишлаб чиқилаётган йўлларида бири зарядни қатламларга ажратилдан иборат бўлиб, бу иш ажратилган ёки ажратилмаган ёниш камералари ёрдамида амалга оширилади. Бу тadbир аралашманинг ёндирилиши циклдан-циклга барқарор бўлишини ва ҳавонинг умумий ортиқчилиги юқори бўлишини таъминлашга имкон беради. Бунинг учун свеча турадиган жойда осон алангаланадиган қуюқлашган аралашма билан тўла соҳа ҳосил қилинади.

20.5- расм, а да аралашма форкамерада машъаладан алангаланувчи ажратилган ёниш камераси кўрсатилган. Бундай камерада поршень устидаги асосий бўшлиқ $\alpha = 1,3-1,4$ бўлган, электр учқундан ёмон алангаланадиган суюқлашган ёнилғи-ҳаво аралашмаси билан тўлдирилади. Кичик ҳажмли ($V_{ер}/V = 0,04-0,10$) ёрдамчи камера асосий камерага кичик диаметрли тешиklar воситасида туташтирилган бўлиб, алоҳида карбюратордан берилувчи қуюқлашган аралашма билан тўлдирилади. Бу аралашманинг таркиби свечадан ўт олиш пайтида $\alpha = 0,8-0,9$ га мос келади. Алангалангандан сўнг ёнаётган аралашманинг машъалалари поршень усти бўшлигидаги зарядни ўт олдиради ва айни пайтда тартибсиз ҳаракатлантирилади. Бундай жараён ёнишнинг циклларо нобарқарорлиги кам бўлганда $\alpha = 1,3$ ли аралашмалардан фойдаланиш имконини беради, натижада сиқиш даражасини ўзгартирмаган ҳолда циклда иссиқликдан фойдаланишни ошириш мумкин бўлади (9.6- расмдаги 5 га қаранг). Суюқ-

лашган аралашмаларда ишлаш оқибатида ИЕД қувватининг табиий равишда камайишини ёнилғининг октан сонини оширмаган ҳолда сиқиб даражасини катталаштириш (2 бирликка қадар) орқали қисман қоплаш мумкин.

Ажратилмаган ёниш камерасида (20.5-расм, б) қатламларга ажралган аралашма поршендаги камера ўйиғидаги айланувчи ҳавога форсунка орқали ёнилғи пуркалганда ҳосил бўлади. Уюрма ҳаракат шунга ўхшаш дизелларда қўлланилувчи тузилма ёрдамида киритиш жойида ҳосил қилинади. Ёнувчи аралашма ё узоқ давом этадиган учқун разряди ёрдамида, ёки бир вақтда ишловчи иккита свеча воcитасида ўт олдирилади. Жараёнинг бундай ташкил қилиниши сиқиб даражасини 3—4 бирликка ошириш, ҳавонинг жами ортиқлик коэффиценти 1,25—1,3 гача бўлган аралашмалардан фойдаланиш ва юкланиш сифат жиҳатидан рoстлашни қисман амалга ошириш имконини беради. Буларнинг ҳаммаси ИЕД да иссиқликдан фойдаланишни октан сони берилган одатдаги ёнилғида ишлагандагига қараганда 15—20% яхшилайти (9.6-расмдаги 4 га қаранг). Бунда энг мураккаби юкланиш ва айланиш частотаси ўзгаришининг кенг доирасида заряднинг керагича қатламланишини таъминлашдан иборат.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини бошқарувчи тезкор электрон системалар тобора кенг қўлланилаётир. Улар бу бурчакни юкланиш ва айланиш частотасига қараб (шу жумладан, барқарорлашмаган режимларда ҳам) керагича ўзгартиради. Мазкур системалар ўт олдириш системасининг бирламчи занжирини контактсиз туташтириш усули билан бирга қўлланилганда деталларнинг ейилиши ва контакт юзаларнинг техник ҳолати



20.5-расм. Бензинда ишлайдиган ИЕД ларнинг ёниш камералари:

а — форкамерада машъаладан алангалатиш;
б — зарядни қатлам-қатлам қилиб ёндириш

фойдаланиш давомида ўт олдириш параметрларига таъсир қилмайди, натижада ИЕД нинг ишончли ишлаши ва кўрсаткичларининг турғунлиги ошади. Электрон системалардан фойдаланиш ёнилғи сарфини 3—5 % камайтиришга имкон беради.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини электрон бошқариш билан бирга детонация датчикларидан фойдаланиш ноқулай шароитларда детонацияни бартараф қилиш имконини беради, бунга $\varphi_{ил}$ ни автоматик кичрайтириш орқали эришилади. Бу эса ёнилғининг детонацияга қарши сифатлари бўйича сиқиш даражаси энг юқори бўлишини таъминлайди ва турли режимларда иссиқликдан энг яхши фойдаланиб ишлашга имкон яратади.

Аралашманинг ўт олиши жадаллаштирилса, ёнилғининг цикллараро нобарқарорлиги камайтириши эвазига дросселлаш режимларида кўрсаткичлар анча яхшиланади. Бунга транзисторли ва тиристорли системалардан фойдаланиб эришилади. Бундай системалар тобора кенг қўлланилмоқда. Одатдаги ва айниқса, мажбурий салт ишлаш режимларида ёнилғи сарфини ҳамда ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражасини камайтиришга ҳам катта аҳамият берилмоқда. Бу мақсадда карбюратор конструкциясига салт ишлашнинг мустақил системалари, экономайзерлар ва автомобилни двигатель билан секинлатиш режимларида ёнилғи берилишини автоматик узиб қўядиган тузилмалар киритилмоқда (10- бобга қаранг). Тезлиги ва юкланиш режимлари кенг доирада ўзгариб турувчи автомобиль двигателларидаги карбюраторлар конструкцияси ёнилғининг тўзитилиш сифати яхшиланадиган, ҳаво кам сарфланадиган, исрофлар катта бўлганда ҳам цилиндрларнинг тўлиш даражаси юқорилиги сақланиб қоладиган қилиб такомиллаштирилмоқда. Бунини амалга ошириш учун эса ёнилғи жиклёрлари тўзиткичларида ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги анча оширилиши ва айни чоғда диффузорнинг ўтиш кесими катталаштирилиши керак (доимий сийракланишли карбюраторлар ҳамда дроссель-заслонкалари кетма-кет очиладиган қўп камерали карбюраторлар).

Карбюраторни ИЕД мунтазам режимларда ишлаганда турли омилларни ҳисобга олган ҳолда ёнилғининг янада аниқ дозаланишини таъминловчи ҳамда ишга тушириш ва қиздириш режимларида ИЕД нинг кўрсаткичларини яхшиловчи электрон ёрдамида бошқариш усули тобора кенг қўлланилмоқда.

Электрон ёрдамида бошқариладиган, енгил суяқ ёнилғини пуркайдиган системалар борган сари кўп тарқалмоқда. Улар иш режимига қараб ёнилғининг тўзитилиш сифатини ва дозаланиш аниқлигини оширади, двигателнинг тезкорлигини кескин оширади (бу эса ўтиш ҳамда барқарорлашмаган режимларда жуда муҳим), шунингдек бошқа афзалликларга эга бўлишини таъминлайди (10- бобга қаранг). Электроникадан фойдаланилганда узлуксиз такомиллаштирилаётган двигателларни бошқаришнинг комплекс системалари ёрдамида энг катта самарага эришилади. Мазкур системалар иш режими ва шароитига қараб ўт олди-

ришни илгарилатиш бурчагини, ёнилғи узатиш параметрларини, ишлатилган газларни рециркуляциялашда эса — қайта ўтказиладиган газларнинг миқдорини ростлаб туради.

20.3.3. Нефть ёнилғилари ўрнини босувчилардан фойдаланиш

Табийй нефть бойлигининг камайиб бориши, шунингдек энергетик қурилмаларда ва химия саноатида унга бўлган талабнинг тобора ўсиб бориши ИЕД ларга мўлжалланган стандарт суюқ ёнилғиларнинг камёб бўлиб қолиши ҳамда қимматлашувига олиб келади. Саноати ривожланган мамлакатларда ёнилғи-энергетика ресурсларини тежаш программалари ишлаб чиқилган бўлиб, уларда, бошқа чора-тадбирлар қаторида, ИЕД лар учун стандарт суюқ ёнилғилар ўрнини босувчи материалларни излаб топиш ва улардан фойдаланиш кўзда тутилади. Ана шу ёнилғилар сифатида, ИЕД ларда фойдаланилиши юқорида кўриб чиқилган газлардан ташқари, спиртлар ва водородлар ўрганилмоқда.

Спиртлар

Метил спирт (метанол) ва этил спирт (этанол) келажақи порлоқ материаллардир. Уларнинг моторбоп айрим хоссалари 3.2-жадвалда келтирилган эди. Иккала спиртнинг ҳам ёниш иссиқлиги нефтдан олинган суюқ ёнилғиларникидан анча паст. Шу сабабли уларнинг двигатель фойдали иш бирлигига тўғри келувчи масса бўйича сарфи анча кўп бўлади. Шу муносабат билан ИЕД нинг ёнилғини дозаловчи аппаратлари ўзгартирилиши ва улардаги идишларнинг сифими катталаштирилиши зарур. Шу билан бирга, стехиометрик аралашма ҳосил қиладиган иссиқлик билан нефтдан олинган стандарт ёнилғиларнинг ёниш иссиқлиги ўртасидаги фарқнинг камлиги жуда бўлмаганда ИЕД нинг қувватини камайтирмаган ҳолда соф спиртларда ишлашга имкон беради.

Спиртлар ёнганда чиқадиган яширин иссиқликнинг юқорилиги ҳатто атроф-муҳитнинг ҳарорати мусбат бўлганда ҳам двигателни совуқлайин ишга туширишда муайян қийинчиликларни келтириб чиқаради ва қизимаган ҳолда ишлашини мураккаблаштиради. Метанол айрим конструкцион материалларга емирувчи таъсир кўрсатади. Шу сабабли ундан нефть ёнилғиларида ишлашга мўлжалланган ИЕД ларда фойдаланишда баъзи материалларни алмаштириш керак. Бундан ташқари, спиртлар ёнганда кислота ва тузлар вужудга келиб улар деталларнинг ейилишини нефть ёнилғиларида ишлагандагига қараганда тезлаштиради. Паст температурада деталларнинг ейилиши тезлашиши туфайли ИЕД иссиқлик ҳолатига анча сезгир бўлиб қолади.

Спиртлар осонгина сувли эритмаларни ҳосил қилади ва ҳатто сақлаш жараёнида ҳам сувланиб қолади. Спиртларнинг сувдаги

эритмаларидан фойдаланилганда деталларнинг мойланиши ёмонлашади ва уларнинг занглаб шикастланиши кучаяди, шу муносабат билан махсус мойлардан фойдаланиш зарурати туғилади. ИЕД ларни спиртда ишлашга ўтказишда улардаги иш жараёнининг ўзига хос томонлари билан боғлиқ бўлган бошқа қийинчиликлар ҳам вужудга келади.

Учқундан ўт олдириладиган ИЕД. Спиртларнинг қуйи концентрацион чегараси қиймати бензинларникига нисбатан каттароқ бўлади (масалан, метанол учун 1,4) бу эса суёқлашган аралашмалардан фойдаланиш имконини беради. Бу ҳол η_c нинг 5—6% ошишини таъминлайди. Спиртларнинг октан сонни катталиги туфайли ϵ нинг катталаниши эҳтимоллини (метанол учун 12—14 гача) ҳисобга олиб, η_c бензинда ишлайдиган двигателлардагига қараганда 15—17%, N_e эса 7—13% катталашади. Спиртларда ишлаганда NO_x нинг чиқиши 35—40%, CO нинг чиқиши 20% ва CH нинг чиқиши 15% камияди; аммо атмосферага чиқариладиган альдегидлар миқдори 2,5 — 3 барабар ортади.

ϵ ни ва таъминлаш системаси бензинда ишлайдиган двигателдагига нисбатан ўзгартиришнинг мақсадга мувофиқлигидан ташқари, двигателларни соф спиртларда ишлашга ўтказиш аралашма ҳосил қилиш системасини ҳам жиддий ўзгартиришни талаб қилади. Соф спиртлардан фойдаланишга мўлжалланган карбюраторли ИЕД ларда жиклёрларнинг ўтиш кесимини катталаштириш, аралаштириш камерасининг ўлчамларини ўзгартириш, ёнилғи ҳайдаш системасини қайта қуриш керак бўлади. Қиритиш трубасининг қизишини жадаллаштириш ҳам талаб қилинади. ИЕД совуқлайин ишга туширишни осонлаштирадиган ва қизиган ҳолатда ишлашни барқарорлаштирадиган тузилмалар билан ускуналанмоғи лозим.

Бензинда ишлайдиган ИЕД ларни кўплаб ишлаб чиқариш ва фойдаланиш давом этаётган бир пайтда нефть ёнилғисини тежашнинг дастлабки тадбири сифатида бензин-спирт аралашмаларини қўллаш мақсадга мувофиқдир. Оз миқдорда (метанолдан 5% гача ва этанолдан 10% гача) спирт қўшилганда двигателга ҳеч қандай ўзгартишлар киритишга зарурат бўлмайди ҳамда бунда иш кўрсаткичлари сезиларли ўзгармайди. Сувли спиртлардан фойдаланилганда ёнилғи аралашмаларини турғунлаштириш мақсадида уларга 2% гача миқдорда изобутил спирти қўшилади. Буларнинг ҳаммаси бензинни 3—5% тежашга имкон беради. Қўшилган спиртлар антидетонатор каби таъсир кўрсатиб, бензинда заҳарли ТЭС миқдорини камайтиради.

Бензинга кўп миқдорда спиртлар (метанолни 15% гача, этанолни 20% гача) қўшиш аралашма ҳосил қилиш ва қиритиш системаларини маълум даражада ўзгартиришни талаб қилади, двигателнинг иш кўрсаткичларига сезиларли таъсир кўрсатади. Бундай ёнилғиларда ишлаганда ϵ ва α ни катталаштириш мумкин бўлади, бу эса самарали қувватнинг бензинда ишлагандагига нисбатан 3—5% ортишини ва двигателнинг

иссиқликдан фойдаланиши бирмунча яхшиланишини таъминлайди. Атмосферага нормадаги заҳарли моддалар чиқиши анча камаяди. ТЭС асосидаги антидетонаторлардан воз кечиш имконияти юзага келади. Бироқ, ИЕД нинг ишга тушиш сифатларини анчагина ёмонлашади, шу боис бундай аралашмалардан иссиқликлими районларда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Баъзан спирт тўғридан-тўғри карбюраторга қуйилади. Бунда ёнилғи аралашмаси стабилизаторидан фойдаланишга ҳожат қолмайди ва ИЕД ни совуқлайин ишга тушириш муаммоси ҳал этилади. Бунинг устига, бензин 20 % камроқ сарфланади. Аммо аралашма ҳосил бўлишини бундай ташкил этиш учун иккита ёнилғи идиши бўлган алоҳида таъминлаш системалари талаб қилинади.

Бензинга спиртлар ўрнига метилтретичбутил эфири (МТБЭ) қўйиш мумкин. У 65 % изобутилен ва 35 % метанолдан иборат бўлиб, детонацияга қарши хоссалари (октан сони тадқиқот усули бўйича 117 га тенг) ва ёниш иссиқлиги юқори ($H_u = 37700$ кЖ/кг) бўлади. Бензинга ундан 10 % гача миқдорда қўшилса, бензинда ишлайдиган двигателнинг ёнилғи аппаратларини ўзгартириш талаб қилинмайди, унинг кўрсаткичлари эса деярли бензинда ишлагандагидек қолади. Бунда ишлатилган газларнинг жами заҳарлилик даражаси 10 %, бензин сарфи эса 5 % камаяди, МТБЭ дан фойдаланилганда бензинда ТЭС миқдорини 2,5—3 барабар камайтириш, айрим ҳолларда эса ундан бутунлай воз кечиш мумкин бўлади.

Метанолнинг мотор ёнилғиси сифатидаги салбий хоссаларини эътиборга олиб, бу газни унинг парчаланиш маҳсуллари — H_2 ва CO лар билан алмаштириш устида тадқиқотлар олиб борилди. Натижада, ИЕД нинг газ ёнилғиларида ишлаганида ҳамма афзалликлар билан ишлаши маълум бўлди. Бунинг учун фақат газ билан ҳавони аралаштиргич керак бўлади, холос. Бунинг устига, парчаланиш маҳсуллариининг ёниш иссиқлиги метанолникига нисбатан 22 % ортиқ бўлади, бу эса двигателнинг самардорлигини кўтариш ҳамда автомобилнинг юриш запасини 40—50 % ошириш имконини беради. Газ ёнилғиси циклда иссиқликдан юқори даражада фойдаланилган ва атмосферага кам миқдорда заҳарли моддалар чиққан ҳолда суюқлашган аралашмаларда ($\alpha=2-3$) ишлашга имкон беради. Аммо бу ҳолда двигатель метанолни парчаловчи реактор билан ускуналаниши зарур, бу эса унинг нархини қимматлаштириб юборади.

Дизеллар. Соф ҳолдаги спиртлар дизелларда фойдаланишга кам ярайди, чунки уларнинг цетан сони кичик (метанолники 3—4 га, этанолники 6—8 га тенг) ва буғланувчанлиги юқори бўлади. Бу ҳол катта ва ўртача юкланишларда ИЕД нинг тақиллаб ишлашига олиб келади. Буг ҳосил бўлиш яширин иссиқлигининг юқорилиги дизелни совуқлайин ишга тушириш ва кичик юкланиш билан ишлашининг турғунлиги нуқтан назаридан номақбулдир, чунки ёнилғи пуркаш пайтида камерадаги ҳарорат ва босимнинг пасайишига ҳамда бунинг оқибатида ўз-ўзидан алангаланишнинг нобарқарор бўлиши ва чақнашлар

бўлмаслигига олиб келади. Спиртларнинг қовушоқлиги пастлиги туфайли улар насос ва форсункаларнинг прецизион элементлари орқали кўпроқ сизади. Спиртлар мойлаш хоссаларига эга бўлмагандан ёнилғи аппаратлари деталларининг ёйилиши кучаяди, улар бир-бирига илашиб қолиши ва аппаратлар ишдан чиқиши мумкин. Бу ҳол прецизион жуфтга мой узатиб турадиган махсус ёнилғи аппаратларини қўллашга мажбур қилади. Бундан ташқари, спиртларнинг ёниш иссиқлиги паст бўлгани туфайли, цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорини оширишга ва пуркаш босқичи қўзилиб кетмаслиги учун насос плунжерининг диаметрини катталаштиришга тўғри келади.

Дизеллар спиртларда ишлаганда атмосферага чиқариладиган азот оксиди миқдори 30—40 % камаяди ва ишлатилган газларда қурум миқдори кескин камаяди, аммо айни пайтда CH_4 ҳамда альдегидлар чиқиши анчагина кўпаяди. Ишлатилган газларда тутун миқдорининг камайиши буровчи моментининг энг катта қиймати ва ўртача самарали босимни дизель ёнилғисидан ишлагандагига қараганда ошириш имконини беради. Натижада, двигатель спиртда ишлатилиб, иш жараёни тегишлича созулганда унинг самарали ф.и.к. дизель ёнилғисидан ишлагандагидек қолади.

Дизелларда спиртлардан фойдаланилганда жараёни ташкил қилишнинг турли усуллари қўлланилади. Соф спиртларда ишлашга мўлжалланган дизеллар бензинда ишлашга мўлжалланган кўп ёнилғили двигательларга хос бўлган ўт олдириш свечалари ва бошқа тузилмалар билан ускуналанади. Баъзан спиртларнинг цетан сони нитратлар ёки нитритлар қўшиш (5 дан 20 % гача миқдорда) орқали оширилади. Улар одатдаги ёнилғи сингари пуркалади (бу қўшилмалар ёнилғининг нархини анчагина ошириб юборади). Ёнилғи аппаратларининг ишончли ишлаши спиртга канакунжут мойи қўшиш йўли билан ҳам оширилади. Дизелларни спиртларда ишлашга мослаштиришнинг энг оддий усули спиртларни дизель ёнилғиси билан бирга қўллашдан иборат.

Этанолнинг дизель ёнилғисидан эрувчанлиги 20 % дан ошмайди ва сув аралашганда мазкур кўрсаткич кескин камаяди, метанол эса сувда умуман эримайди. Эриткичлар қўшиш орқали ёнилғидаги спирт миқдорини ошириш мумкин. Аммо бунда унинг нархи қимматлашади. Бунинг устига, спиртлардан фойдаланишнинг мазкур усули анча чекланган. Механик қўшилмалар — эмульсиялар қўшиш йўли билан ёнилғида спирт, шу жумладан, сувли спирт миқдорини оширишга эришиш мумкин. Бунда ёнилғининг цетан сони эмульсиядаги спирт миқдорига мутаносиб равишда камаяди.

Мос равишда φ_r , $dp/d\varphi$ ва p_r зиёдлашади. Катта юкланиш билан ишлаганда ёнилғидаги спирт миқдори ИЁД деталлари тақийлашининг жадаллиги билан чекланади, ўртача юкланиш билан ишлаганда 50% гача миқдорда спирт қўшилади; кичик юкланиш билан ишлаганда nobarqarorlikka йўл қўймаслик учун спирт миқдори камай-

тирилади. Ушбу усулдан фойдаланилганда ИЕД механик аралаштиргич-эмульгатор билан ускуналанади, чунки машина ишламай турганида эмульсия қатламланиб қолади.

Спиртда ва дизель ёнилғисидан ишловчи дизелнинг ишини ташкил қилишнинг яна бир тури киритиш жараёнида спиртни карбюратор ёки форсунка воситасида киритишдан ҳамда худди газда ишловчи дизелда бўлгани каби, сиқиш охирида дизель ёнилғисини пуркашдан иборат. Бунда ҳавога пуркаладиган спиртнинг миқдори детонация юзага келиши ёки барвақт алангаланиш эҳтимоли бўлгани сабабли чекланади. Сиқиш тактида спирт ва дизель ёнилғисини бевосита ёниш камерасига айрим-айрим пуркаш ҳам мумкин. Бу ҳолда тўлиқ юкланиш билан ишлаганда дизель ёнилғисининг 90 % гача қисмини, қисман юкланиш билан ишлаганда эса 50—60 % гача қисмини спирт билан алмаштириш мумкин. Дизель ёнилғиси пуркалишини илгарилатиш бурчагининг тегишли қийматини танлаш орқали дизелнинг етарлича равон ишлашига ва айни чоғда, ишлатилган газларнинг тутунлилик даражаси пастроқ бўлгани сабабли одатдаги ёнилғида ишлагандагига нисбатан каттароқ энг юқори юкланишни ҳосил қилишга эришиш мумкин. Мазкур усул иккита ёнилғи узатиш системасидан фойдаланишни талаб қилади, натижада ИЕД ва машина қимматлашиб кетади.

Дизель ёнилғиси ўрнига спирт ишлатилган деталларда лок, сўхта ва кокс ҳосил бўлиши камаяди, натижада мой тоза ишлайди ҳамда ейилиш камаяди. Шу билан бирга, спиртлар оксидланганда оралиқ кислота ва тузлар юзага келиб, улар деталларнинг ейилиши ҳамда коррозияланишини жадаллаштиради. Умуман, ИЕД нинг хизмат муддати дизель ёнилғисидан ишлагандагидек қолади.

Водород

Водород ИЕД учун катта истиқболга эга бўлган ёнилғи туридир, чунки битмас хом ашё базасига эга, ёниш иссиқлиги жуда юқори (1-иловага қаранг), ёниш натижасида ўзидан заҳарли моддалар (азотдан ташқари) чиқармайди ва мойнинг хоссаларини ёмонлаштирмайди. Унинг кенг концентрацион чегаралари фойдали суюқлашган аралашмаларда ишлашга, шунингдек ёнилғи тежамкорлиги жиҳатидан фойдали ҳисобланган юкланишни сифат бўйича ростлашни қўллашга имкон беради.

Водороднинг диффузияланиш коэффиценти юқорилиги ёнилғи цилиндрга ҳар қандай усулда узатилганда ҳам бир жинсли аралашма ҳосил қилиш, двигателнинг барча иш режимларида уни цилиндрларга бир текис тақсимлаш имконини беради. Водород ёнганда лок, сўхта ва кокс ҳосил бўлмайди, бу эса ИЕД нинг ейилиши ва хизмат муддати нуқтан назаридан мақбулдир. Водороднинг ҳаво билан стехиометрик аралашмаси ёнганда ҳосил бўладиган иссиқлик бензинникига нисбатан 15 % паст,

шу боис аралашмани киритиш усули одатдагича бўлганида двигателнинг қуввати мос равишда камаяди. Аммо агар водород камерага сиқиш тактида узатиладиган бўлса, мазкур қувват нефть ёнилғисиди ишлагандагидек бўлиши мумкин.

Айни пайтда, водород мотор ёнилғиси сифатида қатор салбий хоссаларга ҳам эга. Уни ишлаб чиқариш нисбатан қимматга тушади, ИЕД ни водородда ишлатишга мослаштириш учун эса унинг конструкциясини нефть ёнилғисиди ишлайдиган ИЕД конструкциясига қараганда анча ўзгартириш талаб қилинади. Уни машинада сақлаш муаммоси ҳам ҳал этилмаган. Шу сабаблар туфайли водородга узоқ келажакда нефтдан олинган суюқ ёнилғининг ўрнини босувчи материал сифатида қаралади. Ҳозирги вақтда водороддан суюқ ёнилғи сарфини камайтириш учун қўшилма сифатида фойдаланиш устида иш олиб борилмоқда.

20.4. ГАЗ-ТУРБИНАЛИ ДВИГАТЕЛЛАР (ГТД)

Поршенли ИЕД ларнинг ёнилғини яхши тежаб сарфлаши, иш жараёни ва конструкциясининг маромига етказилганлиги, катта моторесурси ва бузилмасдан ишлаши, кенг қўламда ишлаб чиқарилиши ҳамда уларни ишлаб чиқариш технологиясининг юқори даражадалиги, бу двигателлар кўриб чиқиладиган туркумдаги транспорт машиналари учун ҳали узоқ вақт асосий куч агрегатлари бўлиб қолади, деб хулоса чиқаришга асос бўлади. Аммо машиналарнинг иш унуми ва энергия билан таъминланиш даражасининг узлуксиз ўсиб бораётганлиги муносабати билан яқин кунлар ичидаёқ қуввати бир неча юз киловаттга тенг бўлган куч агрегатларини сериялаб ишлаб чиқариш талаб қилинади. Бундай агрегатларда ГТД дан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Уларнинг поршенли ИЕД лардан асосий афзалликлари айнан мана шу агрегат қувватининг катталигида намоён бўлади.

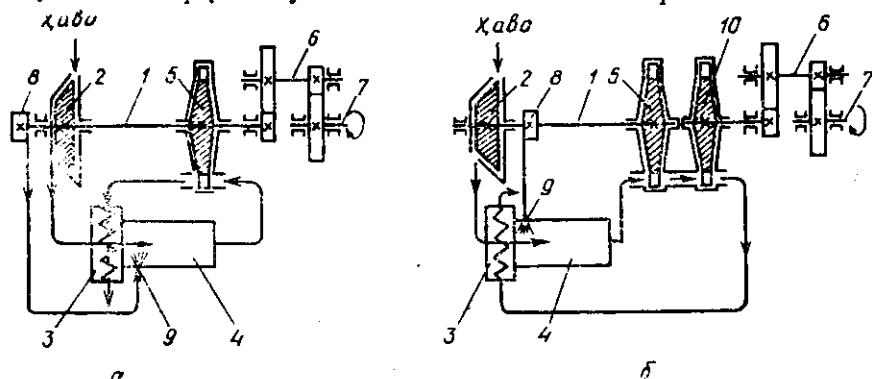
Иш жараёнининг юқори частотада содир бўлиши ва бу жараёнининг ГТД нинг турли элементларида бир вақтда амалга ошиши куч қурилмасининг солиштирма габарит ўлчамлари ҳамда массасини кичрайтириш учун шароит яратади. Ер устида ишлайдиган транспорт учун мўлжалланган замонавий тажриба ГТД лари ишлаганда турбиналарининг айланиш частотаси 25—60 минг мин⁻¹ га етади ва уларнинг солиштирма массаси 1,5—2,5 кг/кВт га тенг. ГТД ларнинг тўлиқ мувозанатланганлиги ва мутлақо титрамаслиги мотор ости рамасини енгиллаштириш ҳамда конструкциясини соддалаштириш, османинг ишлаш шароитини яхшилаш имконини беради.

ГТД нинг ёниш камерасидаги жараёнининг вақт бўйича стационарлиги уни оптималлаштиришга ҳамда атмосферага чиқариладиган заҳарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорини камайтиришга имкон беради. Шунда ёнилғига нисбатан қўйиладиган талаблар сусаяди ва турли ёнилғилардан фойдаланишга имкон туғилади. Шунингдек, иш вақтида чиқадиغان шовқин пасаяди (айниқса, дизелларга нисбатан). ГТД да ишқаланувчи

жуфтлар сони энг кам миқдорга келтирилган. Ишқаланувчи юзалар ёнувчи газлар билан алоқада бўлмайди, бу эса мойнинг ишлаш шароитини яхшилайти, унинг сарфини камайтиради, мойлаш системасини соддалаштиради, ишқаланишдаги исрофлар ва деталларнинг ейилишини камайтиради. Бу ҳол конструкциянинг соддалиги билан қўшилиб, ГТД га техник хизмат кўрсатишнинг меҳнат сарфи ва нархини 1,5—2 барабар камайтириш имконини беради. Тузатиш харажатлари ҳам камайтирилади. ГТД 50°C совуқда ҳам осонгина ишга тушади ва ишга туширилгандан 1—2 минут ўтгач тўлиқ қувват билан ишлай олади.

Ер устида ишлайдиган транспорт учун ГТД ишлаб чиқиш 50-йилларда бошланган эди. Уша вақтдаёқ кўрсаткичлари ишончли намуналар яратилган эди, ammo ҳозирги вақтга қадар йирик қўламда ишлаб чиқариш учун тайёр ҳолга келтирилмаган. Номинал режимда ГТД нинг ёнилғи тежамкорлиги замонавий дизелларникига қараганда анчагина (20% гача) кам бўлиб, қисман юкланиш билан ишлаш режимларида ёмонлашади. ГТД ҳавонинг тозаланиш сифатига жуда таъсирчандир. Турбина ва компрессорнинг парралари юқори (500—700 м/с) айланма тезлик билан ишлагани туфайли ҳаводаги ҳатто жуда оз миқдордаги чанг ҳам компрессор ҳамда турбинанинг ҳаво ўтадиган қисми тез ейилишига сабаб бўлади, шу муносабат билан катта ва қimmat турувчи ҳаво тозалагичлардан фойдаланишга тўғри келади, оқибатда ГТД нинг ИЕД га нисбатан солиштирма масса ва айниқса, габарит ўлчамлари кўрсаткичлари бўйича афзалликларини камайтиради. Бу, қурилиш транспорти шунингдек йўл-қурилиш ҳамда қишлоқ хўжалик машиналари учун жуда муҳим аҳамиятга эга.

ГТД нинг ишончилиги двигателларникидан паст, уларнинг моторесурси ҳатто ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичлари ёмон бўлганда ҳам 8000 соатдан ошмайди. Иссиқлик режимини кучайтириш эвазига иссиқликдан фойдаланишнинг яхшиланиши ишончилиги ва хизмат муддатини кескин қисқартиради. ГТД лар чиқиш вали орқали узатилаётган механик энергияни ютишга



20.6-расм. Регенерацияли газ-турбинали двигателнинг схемаси:

а — бир валли; б — икки валли

мослаштирилмаган, шу боис машинани двигатель билан секин-латишда уларнинг самарадорлиги паст бўлади.

АҚШ, Япония, Европа ва СССР даги йирик моторсозлик фирмалари ер устида ишловчи кўп юк кўтара оладиган транспорт ҳамда йўл-қурилиш машиналари учун ГТД яратиш билан машғул. 20.6-расмда ГТД ларнинг асосий тузилиш схемалари келтирилган. 20.6-расм, *а* да бир валли ГТД кўрсатилган. Унда тортиш вали 1 дан марказдан қочма компрессор 2 ни ҳаракатга келтириш учун ҳам, чиқиш вали 7 ни пасайтирувчи редуктор 6 орқали айлантериш учун ҳам фойдаланилади. Компрессорда сиқилган ҳаво $p_k = 5—5,5$ бўлганда ишлатилган газлар билан иситиладиган иссиқлик алмашгич 3 орқали ёниш камераси 4 га узатилади. Бу ерга форсунка 9 орқали насос 8 дан ёнилғи келади. Ёнувчи аралашма стационар режимда ва $\alpha = 1—1,5$ бўлганда ёнади ҳамда ҳаво қўшилиши натижасида $\alpha = 4—6$ гача суюқлашган ёниш маҳсуллари бўйлама ёки марказга интилма турбина 5 нинг парракларига узатилади. Газнинг кенгайиш энергиясининг бир қисми компрессорларни юргизишга сарфланади, бошқа қисми эса етакчи валга узатилади.

Шундай қилиб, мазкур схемада ГТД нинг қуввати компрессорнинг иш унуми ва ёнилғининг узатилиш тезлигига боғлиқ бўлади. Одатда, ёнилғининг узатилиш тезлиги валнинг айланиш частотасига мутаносиб бўлади ва шу сабабли ГТД нинг қуввати 20.7-расм, *а* да кўрсатилгандек ўзгаради. Бунда буровчи момент айланиш частотаси бўйича анча катта оралиқда ўсиб боради. Бу қонуният тортиш хусусиятлари нуқтаи назаридан номақбул ҳисобланган двигателнинг нотўғун ишлашига мос келади (12.7-расмга қаранг), яъни ГТД тезлик доирасининг катта қисми давомида ва айниқса, паст айланиш частоталарида юкланишни қабул қила олмайди.

Агар иш турига кўра транспорт машинасида паст тезликларда фойдаланиладиган бўлса (реал шароитда кўпинча шундай бўлади), унинг юритма вали чиқиш вали билан бевосита бирикмаслиги керак. Бунн таъминлаш учун анча мураккаб ва қиммат турадиган «ношаффоф» трансмиссия қўлланилади. Бу ҳолда ГТД дан ёнилғи тежамкорлиги ёки бошқа кўрсаткичлар нуқтаи назаридан энг қулай бўлган тезлик характеристикаси соҳасида фойдаланилиши керак. Схемада (20.6-расм, *б* га қаранг) иккита турбина бор: компрессор 2 ни ҳаракатга келтириш учун мўлжалланган компрессор турбинаси 5 ҳамда тортиш турбинаси 10. Улар фақат газ орқали ўзаро боғланади. Тортишиш турбинаси редуктор 6 орқали чиқиш вали 7 ни ҳаракатга келтиради.

Кўришиб турибдики, ГТД нинг ушбу тузилиши 20.6-расм, *а* да келтирилганидан мураккаброқ ва қимматроқдир. Бироқ у тортиш валининг ҳатто энг кичик айланиш частотасида ҳам катта буровчи момент ҳосил қилишга имкон беради (20.7-расм, *б* га қаранг) ва унинг тезлик характеристикаси тортиш хусусиятлари нуқтаи назаридан (12.7-расмга қаранг) энг қулайдир. $M_{e\text{ факт}}/M_{e\text{ ном}}$ нисбат 2,5—3 ни ташкил этади, бу ҳол машина трансмиссиясини соддалаштириш

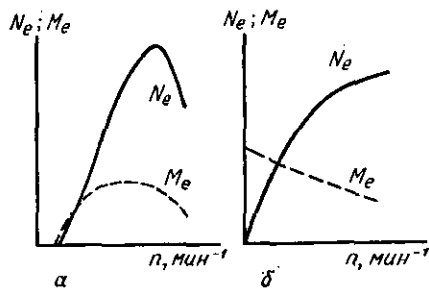
ва арзонлаштиришга, унинг «шаффоф» схемасини қўллашга, ГТД ни бошқаришни енгиллаштиришга имкон беради.

Шу билан бирга, мазкур схемада ГТД дан қисман юкланиш режимида ҳам фойдаланилади. Бундай режимларда ёнилғининг узатилиши камайиши оқибатида p_k , p_k ва циклнинг энг юқори температураси пасаяди, бу эса иссиқликдан фойдаланиш ҳамда ёнилғи тежамкорлигининг тез ёмонлашувига олиб келади. Бундан ташқари, ташқи юкланиш кескин камайганда тортиш турбинаси разносга кетиши мумкин, шу сабабли транспорт машиналарига мўлжалланган ГТД лар иккала турбина ғилдиракларини блокировкаловчи тузилма билан таъминланиши керак, бу эса трансмиссиянинг конструкцияси ни мураккаблаштиради.

Рақобатлаша оладиган ГТД лар яратиш учун аввало уларнинг ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичларини лозал ҳозирги дизеллар даражасига қадар яхшилаш ва моторесурсининг миқдори тенг бўлишини таъминлаш лозим. Ер устида ишлайдиган машиналарда қўлланиладиган ГТД лар яратиш ишлари айнан мана шу йўналишларда ривожлантирилмоқда.

ГТД да иссиқликдан фойдаланишни яхшилашнинг муҳим омилларидан бири турбина парракларига келаётган газнинг циклдаги энг юқори ҳароратини оширишдир. Бу ҳарорат двигателларнинг ёнилғи тежамкорлиги даражасининг белгилаб қолмасдан, балки газларнинг ишлаш қобилиятини ҳам белгилайди. Куч қурилмасининг габарит ўлчамлари ва массаси ана шунга боғлиқ. Бошқа томондан, циклнинг энг юқори ҳарорати ГТД нинг ишончилиги ва хизмат муддатини белгилайди, чунки бу кўрсаткичлар ёниш камераси, соплоли аппарат ва турбина парракларининг юқори ҳароратларидаги иссиққа чидамлилиқ ёки механик мустақамлик билан чекланган бўлади.

Ер устида фойдаланишга мўлжалланган ГТД ларнинг ҳозирги тажриба намуналари циклнинг энг юқори ҳарорати 1000—1050°C лигида ишлайди, бу ҳол ёнилғи тежамкорлигининг энг яхши карбюраторли ИЕД лар даражасида бўлишини таъминлайди. Парракларни ҳаво билан совитиш ёки уларни иссиққа чидамли сопол материаллардан тайёрлаш ҳисоби-га ГТД ларнинг энг юқори ҳароратини бундан ҳам ошириш мумкин. Парракларнинг ҳаво билан совитилиши ГТД ни анчагина қимматлаштиради ва агрегатнинг қуввати 750 кВт дан кам бўлганда ғилдиракларнинг кичик ўлчамларида ҳаво билан совитишни амалга ошириш мураккаблиги туфайли тежамсиз ҳисобланади. Шу сабабли совитилмайдиган



20.7-расм. ГТД нинг тезлик хара-
кристикалари:

а — бир валли; б — икки валли

конструкцияларда сопол материаллардан фойдаланиш энг истиқболли усул ҳисобланади.

Газ кучларидан ташқари, катта марказдан қочма кучлар билан юкланган турбина ғилдираклари ёки парракларини тайёрлашда сопол материаллардан фойдаланиш катта қийинчиликларга олиб келади. 1300—1370°C температурада ишлай оладиган, кремний нитрид ва кремний карбиддан олинган сопол материалларни синаш натижалари ГТД нинг солиштирма ёнилғи сарфини энг яхши дизеллар даражасига етказиш мумкинлигини кўрсатди. Аммо муаммони ҳал қилинган деб бўлмайди, чунки титрашлар ва иссиқлик зарбаларига (яъни ҳароратнинг кескин ўзгаришларига) сезгирлиги, шунингдек юқори даражадаги қизиш шароитида механик мустаҳкамлигининг етарли эмаслиги туфайли сопол материаллардан ясалган деталларнинг хизмат муддати ҳамда ишончилиги юқори эмас.

Турбинага газ кирадиган жойга ўрнатиладиган йўналтирувчи аппаратнинг конструкцияси ва газодинамик жиҳатдан мукамаллиги куч агрегатининг умумий ф.и.к. ни кўтаришда ҳамда ёнилғи тежамкорлигини яхшилашда катта роль ўйнайди. Бурилма парракларни қўллаш қисман юкланиш режимларида ўтиш кесимини ва оқимлар геометриясини ростлаш ҳисобига циклни энг юқори ҳароратини деярли ўзгаришсиз сақлашга имкон беради. Натижада ГТД нинг ишлаш доираси кенгайди, иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ва куч агрегатининг ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади. Аммо бундай конструкция мазкур турдаги двигателни мураккаблаштиради ва уни қimmatлаштириб юборади.

Ер устида фойдаланишга мўлжалланган ГТД лар турбинадаги газ кам даражада кенгайганда ишлайди, шу сабабли ишлатилган газларнинг ҳарорати жуда юқори бўлади, бунинг оқибатида циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси сиқиш ва кенгайиш даражалари катта бўлган поршенли ИЕД лардагига қараганда анча паст бўлади. Шу боис, ГТД нинг юқори ёнилғи тежамкорлигига эришиш учун иссиқлик албатта регенерация қилиниш шарт (иссиқлик алмаштичлар ёрдамида) (20.6-расмга қаранг). Шунда солиштирма ёнилғи сарфи бир-ярим бараваргача камаёди.

Ишлаб чиқиладиган ГТД ларда сопол материаллардан ясалган ёки металл тиқмаси бўлган, двигатель валидан ҳаракат оладиган ҳамда ишлатилган газлар ва сиқилган ҳаво билан навбатма-навбат ювилиб турадиган айланувчи регенератив иссиқлик алмаштичлар қўлланилади. ГТД да иш жисми босимининг мўлжалдаги ўзгариши ИЕД дагига нисбатан анча кам бўлганидан уларнинг кўрсаткичлари газ трактида (йўлида) ги босим исрофларига жуда сезгирдир. Қувват бир хил бўлгани ҳолда ГТД да ҳаво сарфи ИЕД дагига нисбатан тахминан 8 баравар юқори бўлгани сабабли иссиқлик алмаштигининг ва газ трактидаги барча бошқа элементларнинг ўлчамларини катталаштириш талаб қилинади, бу эса ГТД массаси ва габарит ўлчамларининг катталашишига олиб келади.

Газ ёилгиси таркибий қисмларининг хусусиятлари (15°C ва 760 мм симоб устундида)

Кўрсаткич	Метан	Этан	Пропан	Бутан	Пентан	Этилен	Пропилен	Бутилен	Водород	Углерод оксиди (ис газ)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Химиявий формуласи	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8	H_2	CO
Молекуляр массаси	16,04	30,07	44,06	58,04	72,08	28,05	42,08	56,04	2,016	28,01
Буг ҳолатдаги зичлиги, кг/м^3	0,67	1,273	1,867	2,460	3,050	1,187	1,780	2,370	0,085	1,185
Қуйи ёниш иссиқлиги, кЖ/м^3	33869	60039	85766	111699	137913	55601	81195	107035	10228	12037
Бугланиш температураси, $^{\circ}\text{C}$	513		431	394		481	431	410	448	
Стехиометрик таркибли ара- лашмадаги ҳаво миқдори, кг/м^3	11,67	20,49	29,31	37,76	46,74	17,54	26,31	35,02	2,967	2,919
Октан сон (мотор усулида аниқланган)	104	102	100	92	61	76	85	82	70	100
Стехиометрик ара-лашманинг ёниш иссиқлиги, кЖ/м^3	3219	3389	3452	3490	3523	3631	3614	3618	3015	3559
Алағаланиш соҳаси (± бў- йича)	0,65— —1,88		0,398— —1,70	0,348— —1,67					0,14— —9,85	

Газларнинг ички энергияси (U), мЖ/кмоль

Температура °C	Ҳаво	O ₂	Атмосфера- даги N ₂	CO ₂	H ₂ O	CO	H ₂
0	0	0	0	0	0	0	0
100	2,015	2,123	2,072	2,981	2,541	2,085	2,064
200	4,195	4,325	4,162	6,347	5,162	4,199	4,153
300	6,364	6,628	6,293	10,031	7,879	6,360	6,242
400	8,591	9,027	8,474	13,657	10,710	8,591	8,348
500	10,890	11,509	10,726	18,129	13,657	10,790	10,467
600	13,255	14,068	13,038	22,462	16,726	13,268	12,602
700	15,684	16,684	15,420	26,950	19,933	15,705	14,767
800	18,171	19,347	17,857	31,560	23,262	18,204	16,965
900	20,708	22,060	20,348	36,270	26,724	20,754	19,201
1000	23,983	24,803	22,881	41,077	30,304	23,350	21,474
1100	25,899	27,578	25,456	46,971	34,001	25,983	23,793
1200	28,554	30,379	28,068	50,911	37,811	28,654	26,152
1300	31,238	33,241	30,714	55,894	41,721	31,346	28,562
1400	33,951	36,065	33,385	60,960	45,720	34,072	31,011
1500	36,689	38,950	36,086	66,086	49,823	36,814	33,498
1600	39,444	41,855	38,799	71,175	53,758	38,578	36,023
1700	42,203	44,799	41,537	76,325	58,238	42,370	38,585
1800	45,008	47,729	44,296	81,517	62,551	45,175	41,177
1900	47,813	50,702	47,059	86,708	66,947	47,981	43,794
2000	50,660	53,716	49,823	90,942	71,343	50,786	46,473
2100	53,507	56,731	52,628	97,175	75,865	53,633	49,153
2200	56,354	59,787	55,433	102,541	80,386	56,480	51,879
2300	59,201	62,844	58,100	107,726	84,950	59,327	54,596
2400	62,090	65,942	61,085	113,002	89,597	62,174	57,356
2500	64,979	69,040	63,890	118,277	94,245	65,063	60,164

3.1-илова

 λ нинг турли қийматларида ($\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi$) ифода қийматлари

°	Иш- раси	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Иш- раси	°
0	+	1,2400	1,2500	1,2600	1,2700	1,2800	1,2900	1,3000	1,3100	+	360
10	+	1,2103	1,2197	1,2291	1,2385	1,2479	1,2573	1,2667	1,2761	+	350
20	+	1,1235	1,1312	1,1389	1,1465	1,1542	1,1618	1,1695	1,1772	+	340
30	+	0,9860	0,9910	0,9960	1,0010	1,0060	1,0110	1,0160	1,0210	+	330
40	+	0,8077	0,8094	0,8111	0,8129	0,8146	0,8163	0,8181	0,8198	+	320
50	+	0,6011	0,5994	0,5977	0,5959	0,5942	0,5925	0,5907	0,5890	+	310
60	+	0,3800	0,3750	0,3700	0,3650	0,3600	0,3550	0,3500	0,3450	+	300
70	+	0,1582	0,1505	0,1428	0,1352	0,1275	0,1199	0,1122	0,1045	+	290
80	—	0,0519	0,0613	0,0707	0,0801	0,0895	0,0989	0,1083	0,1177	—	280
90	—	0,2400	0,2500	0,2600	0,2700	0,2800	0,2900	0,3000	0,3100	—	270
100	—	0,3991	0,4085	0,4179	0,4273	0,4367	0,4461	0,4555	0,4649	—	260
110	—	0,5258	0,5335	0,5412	0,5488	0,5565	0,5641	0,5718	0,5795	—	250
120	—	0,6200	0,6250	0,6300	0,6350	0,6400	0,6450	0,6500	0,6550	—	240
130	—	0,6845	0,6862	0,6879	0,6897	0,6914	0,6931	0,6949	0,6966	—	230
140	—	0,7243	0,7226	0,7209	0,7191	0,7174	0,7157	0,7139	0,7122	—	220
150	—	0,7460	0,7410	0,7360	0,7310	0,7260	0,7210	0,7160	0,7110	—	210
160	—	0,7559	0,7482	0,7405	0,7329	0,7252	0,7176	0,7099	0,7022	—	200
170	—	0,7593	0,7499	0,7405	0,7311	0,7217	0,7123	0,7029	0,6935	—	190
180	—	0,7600	0,7500	0,7400	0,7300	0,7200	0,7100	0,7000	0,6900	—	180

λ нинг турли қийматларида $\frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$ ифода қийматлари

Φ°	Ишора- си	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Ишо- раси	Φ°
0	+	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	+	360
10	+	0,978	0,977	0,977	0,977	0,976	0,976	0,975	0,975	+	350
20	+	0,912	0,910	0,909	0,908	0,907	0,906	0,905	0,903	+	340
30	+	0,806	0,803	0,801	0,798	0,795	0,793	0,790	0,788	+	330
40	+	0,666	0,662	0,657	0,653	0,649	0,645	0,640	0,636	+	320
50	+	0,500	0,494	0,488	0,482	0,476	0,469	0,463	0,457	+	310
60	+	0,317	0,309	0,301	0,293	0,285	0,277	0,269	0,261	+	300
70	+	0,126	0,117	0,107	0,098	0,088	0,078	0,069	0,059	+	290
80	+	0,064	0,075	0,085	0,095	0,106	0,117	0,127	0,138	—	280
90	—	0,245	0,256	0,267	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	—	270
100	—	0,411	0,422	0,432	0,443	0,453	0,464	0,475	0,485	—	260
110	—	0,558	0,568	0,577	0,586	0,596	0,606	0,615	0,625	—	250
120	—	0,683	0,691	0,699	0,707	0,715	0,723	0,731	0,739	—	240
130	—	0,785	0,792	0,798	0,804	0,810	0,816	0,822	0,829	—	230
140	—	0,866	0,870	0,875	0,879	0,883	0,887	0,892	0,896	—	220
150	—	0,926	0,929	0,931	0,934	0,937	0,939	0,942	0,944	—	210
160	—	0,968	0,969	0,970	0,971	0,973	0,974	0,975	0,976	—	200
170	—	0,992	0,992	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	—	190
180	—	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	—	180

λ нинг турли қийматларида $\frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$ ифода қийматлари

Φ°	Ишора- си	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Ишо- раси	Φ°
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	—	360
10	+	0,215	0,216	0,218	0,220	0,221	0,223	0,225	0,227	—	350
20	+	0,419	0,423	0,426	0,429	0,432	0,436	0,439	0,442	—	340
30	+	0,605	0,609	0,613	0,618	0,622	0,627	0,631	0,636	—	330
40	+	0,762	0,767	0,772	0,777	0,782	0,788	0,793	0,798	—	320
50	+	0,886	0,891	0,896	0,901	0,906	0,912	0,917	0,922	—	310
60	+	0,972	0,976	0,981	0,985	0,990	0,95	0,999	0,004	—	300
70	+	1,018	1,022	1,025	1,029	1,032	1,035	1,039	1,043	—	290
80	+	1,027	1,029	1,030	1,032	1,034	1,036	1,038	1,040	—	280
90	+	1	1	1	1	1	1	1	1	—	270
100	+	0,943	0,941	0,939	0,937	0,936	0,934	0,932	0,930	—	260
110	+	0,861	0,858	0,854	0,851	0,847	0,844	0,840	0,837	—	250
120	+	0,760	0,756	0,751	0,747	0,742	0,737	0,733	0,728	—	240
130	+	0,646	0,641	0,636	0,631	0,626	0,620	0,615	0,610	—	230
140	+	0,524	0,519	0,513	0,508	0,503	0,498	0,493	0,488	—	220
150	+	0,395	0,391	0,387	0,382	0,378	0,373	0,369	0,364	—	210
160	+	0,265	0,261	0,258	0,255	0,252	0,248	0,245	0,242	—	200
170	+	0,133	0,131	0,129	0,127	0,126	0,124	0,122	0,121	—	190
180	+	0	0	0	0	0	0	0	0	—	180

λ нинг турли қийматларида tg β ифода қийматлари

Ф°	Ишора- си	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Ишора- раси	Ф°
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	—	360
10	+	0,042	0,043	0,045	0,047	0,049	0,050	0,052	0,054	—	350
20	+	0,082	0,086	0,089	0,093	0,096	0,100	0,103	0,106	—	340
30	+	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	—	330
40	+	0,156	0,162	0,169	0,176	0,182	0,189	0,196	0,202	—	320
50	+	0,186	0,194	0,202	0,210	0,218	0,226	0,234	0,243	—	310
60	+	0,211	0,220	0,230	0,239	0,248	0,257	0,267	0,276	—	300
70	+	0,230	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,291	0,301	—	290
80	+	0,241	0,252	0,263	0,273	0,284	0,295	0,306	0,316	—	280
90	+	0,245	0,256	0,267	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	—	270
100	+	0,241	0,252	0,263	0,273	0,284	0,295	0,306	0,316	—	260
110	+	0,230	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,291	0,301	—	250
120	+	0,211	0,220	0,230	0,239	0,248	0,257	0,267	0,276	—	240
130	+	0,186	0,194	0,202	0,210	0,218	0,226	0,234	0,243	—	230
140	+	0,156	0,162	0,169	0,176	0,182	0,189	0,196	0,202	—	220
150	+	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	—	210
160	+	0,082	0,086	0,089	0,093	0,096	0,100	0,103	0,106	—	200
170	+	0,042	0,043	0,045	0,047	0,049	0,050	0,052	0,054	—	190
180	+	0	0	0	0	0	0	0	0	—	180

ҲОИДАЛАНИЛГАН АДАБИЕТ

1. Автомобильные двигатели. /М. С. Ховах таҳрири остида.— Москва: 1977, 591 бет.
2. Багиров Д. Д., Златопольский А. В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин.— Москва: 1974, 214 бет.
3. Войнов А. Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях.— Москва: 1977, 277 бет.
4. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. /А. С. Орлин ва М. Г. Круглов таҳрири остида.— Москва: 1980, 288 бет.
5. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. /А. С. Орлин ва М. Г. Круглов таҳрири остида.— Москва: 1983, 375 бет.
6. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей.— Москва: 1985, 456 бет.
7. Двигатели внутреннего сгорания. /Дуканин В. Н. таҳрири остида.— Москва: 1985, 311 бет.
8. Ждановский Н. С., Николаенко А. В. Надежность и долговечность автотракторных двигателей.— Ленинград: 1974, 223 бет.
9. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания.— Москва: 1981, 200 бет.
10. Кадыров С. М. Долговечность автотракторных дизелей в условиях Средней Азии.— Тошкент: 1982, 270 бет.
11. Лурье В. А., Мангушев В. А., Маркова И. В. Итоги науки и техники. /Двигатели внутреннего сгорания. 3-том.— Москва: 1982, 232 бет.
1. Лурье В. А., Мангушев В. А., Маркова И. В., Черняк Б. Я. Итоги науки и техники. /Автомобильные двигатели. 4-том.— Москва: 1985, 264 бет.
13. Махалдиани В. В. О двигателях для горных автомобилей и тракторов.— Тбилиси: 1968, 240 бет.

14. Подача и распыливание в дизелях. /Астахов И. В. таҳрири остида.— Москва: 1972, 357 бет.
15. Ленин И. М., Малашкин О. М., Самоль Г. И., Костров А. В. Системы топливоподачи автомобильных и тракторных двигателей.— Москва: 1976, 287 бет.
16. Стефановский Б. С., Доколин Ю. М., Сорокин В. П., Васильев В. А., Корси Е. К., Скобцев Е. А. Испытания двигателей внутреннего сгорания.— Москва: 1972, 367 бет.
17. Теория двигателей внутреннего сгорания. (Дьяченко Н. Х. таҳрири остида).— Ленинград: 1974, 551 бет.
18. Филиппов А. З. Токсичность отработавших газов тепловых двигателей.— Киев: 1980, 159 бет.
19. Ханин Н. С., Озимов П. Л., Кригер В. А., Ванин В. К. Тенденция развития зарубежных дизельных двигателей для большегрузных автомобилей.— Москва: 1977, 118 бет.
20. Чернышов Г. Д., Малышев А. А., Ханин Н. С. Повышение надёжности дизелей ЯМЗ и автомобилей КраЗ.— Москва: 1974, 288 бет.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3	5.2. Турли омилларнинг таъсири	85
Кириш	4	6-б-б. Аралашма ҳосил қилиш жараёни	88
1-б-б. Ички ёнув двигателларининг термодинамик цикллари	15	6.1. Учқундан ўт олдириладиган ИЕДларда аралашма ҳосил қилиш жараёни	90
1.1. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл	16	6.2. Дизелларда аралашма ҳосил қилиш жараёни	92
1.2. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл	21	7-б-б. Ёниш жараёни	116
1.3. Босим остида киритиш усули (наддув) қўлланилган ИЕД цикллари	26	7.1. Умумий маълумотлар	116
2-б-б. Автотрактор ИЕДларининг ҳақиқий цикллари	29	7.2. Учқундан ўт олдириладиган ИЕДларда ёниш жараёни	125
3-б-б. Ёнилғилар, ёнувчи аралашмалар, ёниш маҳсулотлари	39	7.3. Дизелларда ёниш жараёни	144
3.1. ИЕДларда қўлланиладиган ёнилғиларга қўйиладиган талаблар	39	7.4. ИЕДларда иссиқлик ажралиб чиқиши	159
3.2. Ёнилғиларининг умумий хоссалари	40	7.5. Ёниш охиридаги газ параметрларини ҳисоблаш	163
3.3. Ёнилғи турлари	42	8-б-б. Қенгайиш жараёни	167
3.4. Ёнилғи таркибидаги элементларининг оксидланиши. Ҳавонинг назарий зарур миқдори	50	9-б-б. Иш циклининг ва умуман двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари	171
3.5. Ҳавонинг оптиклик коэффициенти	52	9.1. Индикатор кўрсаткичлари	171
3.6. Янги заряднинг солиштирма миқдори	53	9.2. Ички исрофлар	186
3.7. Ёниш маҳсулотларининг солиштирма миқдори	54	9.3. Самарали ва баҳолаш кўрсаткичлари	195
3.8. Молекулалар ўзгаришининг химиявий коэффициенти	57	10-б-б. Ёнилғи билан таъминлаш системалари	215
3.9. Ёнилғи ва ёнувчи аралашманинги ёниш иссиқлиги	58	10.1. Учқундан ўт олдириладиган, суяқ ёнилғида ишлайдиган ИЕДларнинг таъминлаш системалари	215
4-б-б. Газ алмашинуви	59	10.2. Дизелнинг ёнилғи системаси	239
4.1. Ишлатилган газларнинг чиқарилиши	60	10.3. Газда ишлайдиган ИЕДларнинг ёнилғи системалари	266
4.2. Цилиндри тўлдирish	64	11-б-б. ИЕД ишининг экологик кўрсаткичлари	269
4.3. Янги заряднинг керакли йўналишда ҳаракатланишини ташиқ қилиш	82	11.1. Заҳарли моддаларнинг чиқариб ташланиши	269
5-б-б. Силли жараёни	83	11.2. ИЕД ишининг шовқинилик даражаси	300
5.1. Умумий маълумотлар	83		

12- б о б. ИЕД характеристикалари. Айланиш частотасини рост- лаш	308	16.3. Мотор мойларининг хоссалари	414
12.1. Умумий маълумотлар	308	16.4. Мойлаш системасининг тар- кибий қисмлари	417
12.2. Юкланиш характеристика- лари	308	16.5. Ўрта Осиё региони шароити- да мойлаш системаси иши- нинг ўзига хос хусусиятлари	422
12.3. Тезлик характеристикалари	312	17- б о б. Совитиш системаси	424
12.4. Бошқа характеристикалар	318	17.1. Умумий маълумотлар	424
12.5. ИЕД ишининг барқарорлиги	322	17.2. Суюқлик билан совитиш сис- темаси	426
12.6. Айланиш частотасини рост- лагичлар	326	17.3. Суюқлик билан совитиш сис- темасининг элементлари	432
12.7. Ростлагич характеристика- лари	332	17.4. Ҳаво билан совитиш сис- темаси	437
13- б о б. Босим остида ҳаво киритиш усули	334	17.5. Ўрта Осиё региони шароити- да совитиш системасининг ишлаши	441
13.1. Умумий маълумотлар	334	18- б о б. Ҳаво узатиш системалари	444
13.2. Босим остида киритиш сис- темалари	336	18.1. Умумий маълумотлар	444
13.3. ИЕД ишининг ва иш жараё- нининг ўзига хос томонлари	347	18.2. Ҳаво тозаллагичлар	446
13.4. Янги зарядни оралиқ совитиш	350	18.3. Системанинг Ўрта Осиё ре- гионнда ишлаш хусусиятлари	449
13.5. ИЕД иш кўрсаткичлари ва характеристикаларининг ўзи- га хос томонлари	353	19- б о б. Ишончлилик ва хизмат муд- дати	451
13.6. Ўрта Осиё регионининг ўзига хос шароитида босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларнинг кўрсаткичлари	358	19.1. Умумий маълумотлар	451
14- б о б. ИЕД нинг иссиқлик ба- ланси ва деталларининг иссиқликдан зўриқиши	364	19.2. Ишончлиликнинг асосий ту- шунчалари	453
14.1. Иссиқлик баланси	364	19.3. Хизмат муддати	454
14.2. Деталларнинг иссиқликдан зўриқиши	370	19.4. Бузилмасдан ишлаш	467
15- б о б. ИЕД динамикаси	380	19.5. Ўрта Осиё региони шароити- да ейилиш, хизмат муддати ва бузилмасдан ишлаш	468
15.1. Умумий маълумотлар	380	20- б о б. Турли хил ИЕД ларнинг умумий хусусияти. Двига- телларни такомиллаштириш ғоялари ва истиқболлари	473
15.2. Поршень ҳаракатининг кине- матикаси	381	20.1. Автомобиль ва трактор дви- гателлари ишининг ўзига хос хусусиятлари	473
15.3. Кривошип-шатун механизми- нинг динамикаси	385	20.2. Замонавий ИЕД ларнинг уму- мий хусусияти	489
15.4. ИЕД ишлашининг раванлиги	396	20.3. Двигателларни такомиллашти- риш йўналишлари ва истиқ- боллари	497
15.5. ИЕД ни мувозанатлаш	398	20.4. Газ-турбинали двигателлар (ГТД)	510
16- б о б. Мойлаш системаси	407	Илова	515
16.1. Умумий маълумотлар	407	Фойдаланилган адабиёт	518
16.2. ИЕД деталларининг мойла- ниш шарт-шароитлари	410		

Дарслик техника олий ўқув юртларининг студентлари учун мўлжалланган бўлиб, унда двигателлар иш кўрсаткичларининг иссиқ иқлим, паст босим ва чангли шароитларда ёмонлашиш (пасайиш) сабаблари ҳамда уларнинг ишлаш самарадорлиги ва бузилмаслик хусусиятига мазкур омиллар таъсирини камайтириш усуллари кўриб чиқилган; ишлатиш шароитида двигатель иш кўрсаткичларининг ўзгариши таҳлил қилинган; Ўрта Осиё регионида мавжуд енгил ва оғир газ конденсатлар (суюқ газ қолдиқлари) ҳамда ёнувчи газларни двигателларда стандарт суюқ ёнилғилар (бензин, дизель ёнилғиси) ўрнида ишлатиш мумкинлиги кўриб чиқилган; автомобиль ва тракторларга тегишли турли хилдаги двигателлар учун уларнинг характеристикалари, техник-эксплуатацион кўрсаткичлари ва баҳолаш параметрлари келтирилган, шунингдек, мазкур двигателларни такомиллаштириш истиқболлари кўриб чиқилган.

Тақризчилар: *техника фанлари номзодлари, доцентлар Бабаев Х. М. ва Орифжонов М. М.*

На узбекском языке

**САРВАР МУКАДЫРОВИЧ КАДЫРОВ,
СЕРГЕЙ ЕВДОКИМОВИЧ НИКИТИН**

АВТОТРАКТОРНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Учебник для ВТУЗов

Ташкент—«Ўқитувчи»—1992

Муҳаррир Ш. Аъзамов

Бадий муҳаррир Ф. Некқадамбоев

Техн. муҳаррир Т. Скиба

Корректор М. Минаҳмедова

ИБ № 5449

Тиражга берилди 24.10.90. Босишга рухсат этилди 11.11.91. Формати 60×90/16. Тип. қоғози № 2, кегли 10 шпациз, Литературная гарнитураси. Юқори босма усулида босилди. Шартли 6, л 32,5. Шартли кр.-отт 32,5. Назр. л. 32,6. Тиражи 7000. Зак. №2364. Баҳоси 5 с. 50 т.

«Ўқитувчи» нашриёти, Тошкент, Навоий кўчаси, 30, Шартнома № 11—195—90.

Ўзбекистон Республикаси Матбуот давлат комитетининг Полиграфкомбинати. Тошкент, Навоий кўчаси, 30, 1991.

Ташполиграфкомбинат «Ўқитувчи» Республикаси Ўзбекистон по печати. Ташкент, Навон, 30.

Қ 53

Қодиров С. М., Никитин С. Е.

Автомобиль ва трактор двигателлари: Техника олий ўқув юртларининг студ. учун дарслик / Тақризчилар: Х. М. Бабаев, М. М. Орифжонов.— Т.: Ўқитувчи, 1992.—520 б.

1. Автордош.

Кадыров С. М., Никитин С. Е. Автотракторные двигатели. Учеб. для ВТУЗов.

ББК 39.35 я 73

К 3203030000—205
353 (04)—91 99—91

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1992