

АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИ



Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус
таълим вазирлиги
САРВАР ҚОДИРОВ

АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИ

Академик О.У.Салимов таҳрири остида

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги «Транспорт воситаларини ишлатиш ва
таъмирлаш», «Ер усти транспорти тизимлари»
йўналишларининг талабалари ва магистрантлари учун
дарслик сифатида тавсия этган

Тошкент – 2010

Дарслик техника олий ўқув юртлирининг талабалари (магистрантлар ва бакалаврлар) 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 двигател иш кўрсаткичларининг ўзгариши таҳлил қилинган; Ўрта Осиё регионида мавжуд енгил ва оғир газ конденсатлар (суёқ газ қолдиқлари) ҳамда ёнувчи газларни двигателларда стандарт суёқ ёнилғилар (бензин, дизел ёнилғиси) ўрнида ишлатиш мумкинлиги кўриб чиқилган; автомобил ва тракторларга тегишли турли хилдаги двигателлар учун уларнинг характеристикалари, техник-эксплуатацион кўрсаткичлари ва баҳолаш кўрсаткичлари келтирилган, шунингдек, мазкур двигателларни такомиллаштириш истикболлари кўриб чиқилган.

Тақризчилар: т.ф.д., проф. Саидов Ш.В. (ТДТУ)

т.ф.н., ТАЙИ профессори Ғанихўжаев О.А.

**УШБУ ДАРСЛИК ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ ВА ЙЎЛЛАР
ИНСТИТУТИ ТАЛАБАЛАРИНИНГ ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМАЛАРИГА БЎЛГАН
ТАЛАБ ВА ЭҲТИЁЖЛАРИНИ ҚОНДИРИШ МАҚСАДИДА
ЧЕГАРАЛАНГАН НУСХАДА ЧОП ЭТИЛДИ.**



СЎЗ БОШИ

Ушбу дарслик автотрактор двигателларини Ўрта Осиё ва табиат-иклими жихатидан унга яқин бўлган регионлар (Осиё, Африка, Жанубий Америка, Калифорния ва б.)да 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 тизимларининг ишлашини қийинлаштиради. Бу ўз навбатида фақат куч агрегати (ички ёнув двигатели)нинг эмас, балки бутун бир машинанинг техник-эксплуатацион кўрсаткичларини ва ишончли ишлашини, Европа мамлакатларининг муътадил иқлим шароитларидаги кўрсаткичларга солиштирганда, сезиларли даражада ёмонлашишига олиб келади.

Маълумки, автомобил ва трактор двигателлари, одатда, муътадил иқлим шароитларига татбиқан лойиҳаланади ва ишлаб чиқарилади. Шунинг учун дарслиқда ички ёнув двигателлининг ўзига хос шароитлар (иклими 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 — енгил 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, узок муддатлилиги (ресурси) ҳақида асосий тушунчалар берилган.

Дарслик тўғрисида ўз фикр-мулоҳазаларини билдирган китобхонларга муаллиф самимий миннатдорчилигини изҳор этади.

Муаллиф

КИРИШ

1. Умумий маълумотлар

Поршенли ички ёнув двигателлари автомобил транспортида, кишлоқ хўжалигида, йўл қурилишида, ўрмончилик ва суғориш ишларида ишлатиладиган машиналарнинг асосий куч агрегатлари сифатида хизмат қилади. Бу двигателлар юқори иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлганлиги, чидамли ва узок муддат ишлаши, ишга тушишга доим тайёрлиги, етарли даражада ихчамлиги учун халқ хўжалигининг турли тармоқларида ўзйорар машиналарни, кўчма механизмларни ва транспорт воситаларини ҳаракатга келтиришда кенг қўлланилади. Дунёда ишлаб чиқарилаётган механик энергиянинг 80% ички ёнув двигателлари (ИЁД) ҳисобига туғри келади. Бутун дунёда ҳар йили эскирган, деталлари ейилган машиналарни алмаштириш ҳамда ҳаракатдаги машина паркинни кенгайтириш мақсадида 50 млн. дан ортиқ ИЁД лари ишлаб чиқарилади.

Ички ёнув двигатели деганда ёнилғини ёқиш ҳисобига механик энергия ҳосил қилишга мўлжалланган иссиқлик машинаси тушунилади. Бунда ёнилғининг ёнишида иссиқлик ажралиб чиқишига олиб келувчи кимёвий реакциялар ва ажралган иссиқликнинг механик ишга айланиши *цилиндр* деб аталган иш органида амалга оширилади. Цилиндрнинг ичида поршен ҳаракатланади, шу сабабли ички ёнув двигателлари поршенли двигателлар деб ҳам аталади.

Биринчи поршенли ИЁД 1860 йилда Францияда Е. Ленуар томонидан ишлаб чиқилди. Бундай ИЁД икки тактли бўлиб, золотникли газ тақсимлаш механизмга эга эди. Ёнилғи сифатида электр учқуни ёрдамида ёндирилган ёритувчи газ ишлатилган.

1876 йилда немис конструктори Н. Отто тўрт тактли, газ билан ишлайдиган ИЁД ни ишлаб чиқди. Бу двигателда ёнувчи аралашма *отиндан* сиклар (сиклиш такти) ва у ёнилғини Ленуар двигателидан икки баравар кам сарфлар эди. Н. Оттонинг бу двигателида 1862 йилда француз инженери Бо-де-Рош таклиф этган цикл, яъни аралашмани ўзгармас ҳажмда ёндириш амалга оширилди. XIX асрнинг охирига келиб саноатда нефтни қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди, бу эса ўз навбатида ИЁДларда газ ёнилғилар каторида суюқ ёнилғилардан ҳам фойдаланишга имкон берди. Саноат ва транспортда ИЁДларни кенг микёсда қўллаш шу даврдан бошланди.

1895 йилда немис инженери Р. Дизел двигателнинг янги цикли учун патент олди, 1897 йилда эса бу цикл асосида ИЁД яратилди. Бу двигателда кизиган ҳавога (сиклиш туфайли) ёнилғи пуркалиши натижасида ўз-ўзидан

алангаланиш принципи қўлланилган эди. Ушбу принципда ишлайдиган ИЁД учкун билан ёндириладиган двигателга қараганда самарали ишлар эди.

1899 йили Россияда сиқиш натижасида алангаланадиган тўрт тактли ИЁД нинг саноат нусхаси ишлаб чиқилди. Бу двигател Р. Дизел двигателидан фарқли ўларок керосин ўрнига арзон қайта ишланмаган нефтда ишлар эди.

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

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

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

ИЁДларни ишлаб чиқариш Россияда 1917 йилги Октябр революциясидан сўнг жадал ривожланди. Бу даврда автомобил ва тракторлар, қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва йўл қурилиши машинасозлиги учун ИЁД лар қўлаб ишлаб чиқарила бошланди; Сталинград ва Харьков трактор заводлари, Ярославл ва Горький автозаводлари қурилди ҳамда Москва автозаводи (ҳозирги ЗИЛ) қайта реконструкция қилинди.

Иккинчи жаҳон уруши даврида двигателсозлик совет халқининг ғалабасига муносиб ҳисса қўшди. Фронт ва фронт ортига иш шароитига яхши мослаштирилган юз минглаб ИЁД 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 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. Ярославл автозаводи автомобиллар учун дизеллар ишлаб чиқаришга ўтди (ҳозирда Ярославл мотор заводи). Заволжье ва Мелитопол шаҳарларида мотор заводлари қурилди. Машина ва двигателлар учун агрегат ва узеллар (ёнилғи аппаратлари, электр жиҳозлари, юмалаш подшипниклари, поршен

комплектлари, шиналар, қўйма деталлар ва бошқ.) ишлаб чиқарадиган махсус заводлар қурилди.

Россиянинг автотрактор двигателсозлиги такомиллашган замонавий технология, автомат линиялар, юқори унумли асбоб-ускуналарга эга бўлган механизациялашган оммавий ишлаб чиқаришга эгадир. Автомобил ва двигателсозликнинг ривожланишида Толятти шаҳрида Волжск енгил автомобиллар заводи, Набережная Челнидаги юк автомобиллари ва дизеллар ишлаб чиқарадиган Камск комплекси, «АвтоЗИЛ», «АвтоДизел», «Автомосквич» каби йирик ишлаб чиқариш бирлашмаларини ташкил қилиш катта аҳамият касб этди. Автотрактор ИЕД ларини ишлаб чиқариш ортиб бориши билан уларнинг техник- иқтисодий кўрсаткичлари ҳам такомиллашди. Двигателсозларнинг кучи асосан қуйидаги кўрсаткичларни яхшилашга қаратилган эди: ёнилгининг эксплуатацион сарфини камайтириш, ҳавони цилиндрга босим остида киритиш (наддув) усулини қўллаш ҳисобига куч мосламаларининг агрегат қувватини ошириш; двигателларнинг моторесурсини 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.

Дизел двигателли оғир ва ўрта юк автомобилларини қўлаб ишлаб чиқаришни ташкил қилиш ўн миллионлаб тонна нефть ёнилғиларини тежашга имконият яратади. Ҳозирги кунда автомобил паркларининг структурасини яхшилаш устида иш олиб борилмоқда. 8 т дан ортиқ ва 2 т дан кам юк ташийдиган автомобилларни қўлаб ишлаб чиқариш билан бир қаторда юк қўтарувчанлиги 2–5 т бўлган автомобиллар сони қисқартирилмоқда. Юк қўтарувчанлиги 110—180 т бўлган самарадор, очик 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 суялтирилган газда ишлашга ўтказилмоқда. Барча ғилдираклари етакчи бўлган автомобил 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 қовлайдиган, 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 (ИЁД) – энг мураккаб ҳамда ишлаб чиқариш ва эксплуатацияси қimmatта 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 ИЁД нинг техник ҳолати ва самарали ишлаши билан белгиланади.

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

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

2. Ички ёнув двигателларини классификациялаш

ИЁД лар бир неча характерли белгилари бўйича классификацияланади.*

1. Вазифаси бўйича: кўчмас (стационар) ва транспортга ўрнатиладиган бўлади. Бундай фарқлаш двигателларнинг массаси ва

* Келтирилган классификация барча турдаги двигателларни ўз ичига олмайди.

габарит ўлчамларини, иш режимини, конструктив хусусиятларини ва созланишини белгилайди. Ҳар бир туркум ичида ИЁДлар конкрет ишлаш шароитларига қараб (куч агрегати ёки транспорт машинасида) етарлича фаркланади. Автотрактор ИЁД лари транспорт туркумига тегишлидир. Бундан кейинги классификациялаш мана шу туркум ИЁД ларига нисбатан берилади.

2. Газ алмашиш усули бўйича: — тўрт ва икки тактли бўлади. Қўпчилик автотрактор ИЁДлари тўрт тактлидир.

3. Ишлатиладиган ёнилғи тури бўйича:

а) *Енгил суюқ ёнилғида.* Бу туркум двигателлари бензинда ишлайди ва асосан енгил автомобилларда, кам ва ўртача юк қўтарадиган 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 дизел 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 ИЁДлар тааллуқлидир. Газ ёнилғиси транспорт воситаларида сиқилган ёки суюлтирилган ҳолда сақланади, бу эса маълум даражада ИЁД нинг ўзига хос хусусиятини белгилайди. Автомобил ёки трактор ИЁД ларининг газ ёнилғисида ишлайдиган қилиб махсус яратилганлари кам ишлатилади.

ИЁДлар икки ва кўп ёнилғида ишлайдиган бўлиши мумкин.

г) *Икки ёнилғи.* Бу — газда ишлашга мослаштирилган дизеллар ҳамда суюлтирилган газда ишлашга ўтказилган бензинли двигателлар. Биринчи ҳолда газ асосий ёнилғи ҳисобланади, суюқ ёнилғи эса ИЁД ни ишга тушириш ва ёнувчи аралашмани цилиндрда ёндириш учун кам миқдорда ишлатилади. Иккинчи ҳолда ИЁД икки таъминлаш тизимига 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 ёнгил 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 ИЁДлар). Кўп ёнилғили дизелларда қийин алангаланадиган ёнилғилар (бензинлар, спиртлар) ишлатилганда, қўпинча, 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 ИЁДлари туркумига киради, чунки ёнувчи аралашма, асосан, цилиндрдан ташқарида тайёрланади. Цилиндр ичида бу жараён тугалланади, холос. Дизеллар ёнувчи аралашма цилиндрлар ичида ҳосил қилинадиган ИЁДлари туркумига киради. Баъзи бир бензинли автомобил ИЁДларида ёнилғи бевосита цилиндрга пуркалади, ёнувчи аралашма эса электр учқуни ёрдамида ёндирилади. Бундай двигателлар ёнувчи аралашма цилиндр ичида ҳосил қилинадиган ИЁДлари туркумига киради. Лекин ҳозирда бундай двигателлар жуда кам ишлатилади.

Икки ёнилғили дизелларда газ ёнилғиси ҳаво билан цилиндрдан ташқарида аралаштирилади, холбуки, дизел 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 ИЁДларида иккала усул ҳам қўлланилади, аммо кўпчилик двигателлар сув ёки паст температурада музлайдиган ва юқори температурада қайнайидиган 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 бироз 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 цилиндрига пуркаладиган ИЁДларга хосдир.

8. Янги зарядни цилиндрларга киритиш усули бўйича: атмосферадан табиий ҳолда киритиладиган ва босим остида киритиладиган. Ҳозирги замон ИЁДларининг кўпчилигида янги заряд табиий ҳолда киритилади. Босим остида киритиш эса асосан дизелларнинг қувватини ошириш учун қўлланилади. Кейинги даврда босим остида киритиш усулини қўллаш кенгайиб бормоқда, бу нарса бензинли ИЁД ларга ҳам тааллуқлидир. Бензин билан ишлайдиган ИЁД ларда босим остида киритиш усулини қўллаш қийинлигига асосий сабаб детонацияли ёнишнинг пайдо бўлишидир. Босим остида киритиш усулини қўллаш туфайли детонация янада кучаяди.

9. Поршен ҳаракатининг тури бўйича: поршенли ва ротор-поршенли. Поршенли ИЁД ларида поршен цилиндр ичида қайтма-илгариланма ҳаракат қилади. Автотрактор ИЁД лари асосан поршенли бўлади. Ротор-поршенли двигателларда поршен корпус ичида планетар (мураккаб) ҳаракат қилади. Бу ҳолда корпус деворлари билан поршен оралиғида ўзгарувчан ҳажм ҳосил бўлади ва уларда иш цикли содир бўлади. ИЁДларнинг 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) ИЁД лар кўпчилигининг цилиндрлари бир қаторли бўлиб, тик ёки қия жойлашади. Ўрта ва катта қувватли, олти ва ундан ортик цилиндрли ИЁД лари икки қаторли V-шаклида жойлашган цилиндрларга эга. Цилиндрлари бир қаторли горизонтал ва қарама-қарши жойлашган ИЁД 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 ИЁД лари ҳам учраб туради.

**3. Автотрактор ИЁД 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 бироз ўзгаради. ИЁДларнинг 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 ИЁДларнинг тежамкорлиги солиштирилганда самарали ф.и.к. ҳолисона кўрсаткич ҳисобланади; бу кўрсаткич ИЁД тирсакли валида фойдали ишга айланган иссиқлик миқдорининг сарфланган ёнилғи тўла ёнганда ажралиб чиқиши мумкин бўлган иссиқлик миқдорига нисбати билан аниқланади; ҳолисона маълумотлар олиш учун ИЁДларни бир хил иш шароитларида солиштириш ва баҳолаш керак;

солиштирма масса, яъни комплексланган куч агрегатининг ундан олинадиган қувват бирлигига тўғри келадиган конструктив массаси;

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

двигателнинг ишончли ишлаши (надежность), яъни моторесурс деб аталадиган давр ичида (ИЁДдан тўғри фойдаланилганда) унинг узел ва деталлари бузилмаي, ўзининг эксплуатацион хусусиятларини белгиланган чегарада сақлаш хоссасидир; трактор ИЁДларининг 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 жойиз нормалар билан қатъий белгиланади;

ишга туширишнинг ишончлилиги — қиздирилмаган ҳолатдаги ИЁДнинг ўзида мавжуд мосламалар ёрдамида бетўхтов ишга тушишидаги минимал температура билан аниқланади.

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

* Кейинроқ баҳолаш кўрсаткичлари мукаммал кўрилади.

Эксплуатация шароитларида автотрактор ИЁДлари 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 автомобил ИЁДлари 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 режимини кескин ўзгартирган ҳолда ишлатилади. Қишлоқ хўжалик, йўл-қурилиш ва мелиоратив (суғориш иншоотларини курадиган) машиналарининг ИЁДлари, бунга қўшимча равишда юкори даражада чангли ташқи муҳит шароитларида ишлатилади, очикда сақланиши туфайли ёгингарчиликлар таъсирида бўлади. Ички ёнув двигателларини сақлаш ва ишлатиш шароитлари уларнинг ёнилғи тежамкорлигини, ишончли ва узок муддат ишлашини, деталлар ва узелларнинг ёйилишини, ремонт ва техник қаровнинг нархини, ишлатилган газларнинг захарлилиги 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 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.

ИЁДларнинг цилиндрлари ичида содир бўладиган жараёнларнинг ўзгаришига, улар тизимларининг ишлашига ва иш кўрсаткичларига таъсир килувчи Ўрта Осиё регионининг ўзига хос табиат-иқлим шароитларини кўриб чиқамиз*. Ўрта Осиё регионига Ўзбекистон, Туркменистон, Қирғизистон, Тожикистон республикалари ва Қозоғистоннинг жанубий

* Бу шароитларнинг ИЁД ининг айрим иш жараёнларига таъсири хақикий циклларни ва ИЁД тизимларини таҳлил қилганда мукамал ўрганилади.

қисми киради. Бу регионнинг майдони $3,3 \text{ млн. км}^2$ дан ортқ. 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 $35-40^\circ\text{C}$, сутка давомидаги энг юқори температура $45-50^\circ\text{C}$, чўл зоналарида кўмнинг температураси 80°C га этади. Бу ердаги қуёш радиацияси йилига $600-670 \text{ Ж/м}^2$ 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 этади.

Манфий температурали совуқ кўнлар регионининг шимолида 3-4 ой, жанубида эса бир ой атрофида давом этади. Бу кенгликларда қиш фасли анча совуқ, январ ойининг ўртача температураси $-5...-10^\circ\text{C}$, совуқ -30°C га етадиган пайтлар ҳам бўлади. Йил давомидаги ёғингарчиликнинг миқдори $200-300 \text{ мм}$ 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, баланглик ўзгарганлиги туфайли, кескин фарқланади. Ёзги температуралар $20-30^\circ\text{C}$ ни, қишқиси эса $-30...-35^\circ\text{C}$ ни ташкил этади. Тоғ этакларида ёғингарчиликнинг йиллик миқдори $300-400 \text{ мм}$ ни, музликлар чегарасида эса $800-1000 \text{ мм}$ ни ташкил этади. Тоғли районларнинг ўзига хос хусусиятларидан бири атмосфера босимининг пастлиги (500 мм сим. уст. атрофида) ва денгиз сатҳидан кўтарилган сари температуранинг тез пасайишидир.

Ички ёнув двигателларининг совитиш тизимида ишлатиладиган дарё, ҳовуз ва қудук сувлари ундаги магний ва кальций бирикмалари миқдори билан аниқланадиган юқори қаттиқликка эга. Кўпинча сувлар лой ва кўмнинг қаттиқ, майда муаллақ зарралари билан ифлосланган бўлади. Тоғ дарёлари сувининг қаттиқлиги $1,2-4,9 \text{ мг-экв/л}$, текисликлардаги дарёларда $-8,6-17,5 \text{ мг-экв/л}$, артезиан қудукларда, ҳовуларда $-9,1-27,4 \text{ мг-экв/л}$ оралиғида бўлади. Россиянинг мўътадил минтақасидаги дарёларнинг сувлари эса $0,5-4,5 \text{ мг-экв/л}$ атрофида қаттиқликка эга. Ўрта Осиё региони дарёларидаги муаллақ зарралар миқдори $3-5 \text{ кг/м}^3$ ни, қуйилиш жойларида эса $10-30 \text{ кг/м}^3$ ни ташкил этади. Россиянинг мўътадил минтақасидаги дарёларда бу кўрсаткич $0,05-0,2 \text{ кг/м}^3$ 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 қўплиги (юқорилиги) ҳамда чанг зарраларининг майдалиги 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 куруқ даврларида тупроқ ишларини, пахта териш, ер казиш 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 детал бирикмаларига чанг тушишини келтириб чиқаради, натижада ишқаланувчи сиртлар абразив зарралар таъсиридан ейилади. Кварц зарралари ўта янгитик ва ўткир қиррали бўлганлиги учун кўпроқ абразивлик хусусиятига эга бўлади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ИЁД деталларининг ейилиш тезлиги қумли зонада лёсс тупроқли зонага қараганда 1,6 марта катта бўлади, чунки лёсс тупроқда кварц зарралари 20 – 25% камроқдир.

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

1 - БОБ. 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 тирсақли валида механик иш ҳосил бўлади. ИЁД цилиндрларида содир бўладиган реал жараёнлар табиатан мураккаб ва уларни таҳлил қилиш машаққатлидир. Шунинг учун ИЁДларда сарфланган иссиқликнинг фойдали ишга айланишидаги умумий қонуниятларни яхшироқ тушуниш мақсадида ҳақиқий циклларнинг назарий тимсоли бўлиш термодинамик циклларни кўриб чиқамиз, чунки мазкур цикллар анча содда ва уларни таҳлил қилиш қулайдир.

Поршенли ИЁДларнинг идеал термодинамик цикллари ёпиқ 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 кимёвий таркиби ўзгармайди. Газнинг иссиқлик сифими температурага боғлиқ эмас. Сикиш ва кенгайиш жараёнлари адиабатик тарзда (иссиқлик алмаштинмай) содир бўлади, бунинг устига цикл умуман фақат қайтарилувчи жараёнлардан иборатдир.

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

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

бу ерда L_u – цикл ишига айланган иссиқлик;

Q_1 – газга берилган иссиқлик;

Q_2 – газдан олинган иссиқлик.

Поршенли ИЁД циклининг муҳим энергетик кўрсаткичи циклининг ўртача босимидир: $p_t = \frac{L_u}{V_h} = \frac{L_u}{V_{max} - V_{min}}, \quad (1.2)$

бу ерда V_h — цилиндрнинг иш ҳажми;

V_{max} — цилиндрнинг поршен ПЧН (пастки чекка нуқта) да бўлгандаги тўла ҳажми;

$V_{\min}$ — цилиндрнинг поршен ЮЧН (юқориги чекка нуқта) да бўлгандаги энг кичик ҳажми (ёниш камерасининг ҳажми).

Амалда циклнинг ўртача босими (p) цикл давомида цилиндр иш ҳажми бирлигидан олинадиган ишни белгилайди. Бу кўрсаткич қанча катта бўлса, цилиндрнинг ўлчамлари, бинобарин, ИЁД 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) ИЁД 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 ўзгармас ҳажмда олиш (ba) билан цикл тугалланади. ИЁД механизмининг схемасидан кўриниб турибдики, циклни амалга ошириш учун поршен икки тўлиқ йўлни ўтиши керак (икки тактли цикл). Циклни таҳлил қилишда қуйидаги кўрсаткичлардан фойдаланиш қабул қилинган:

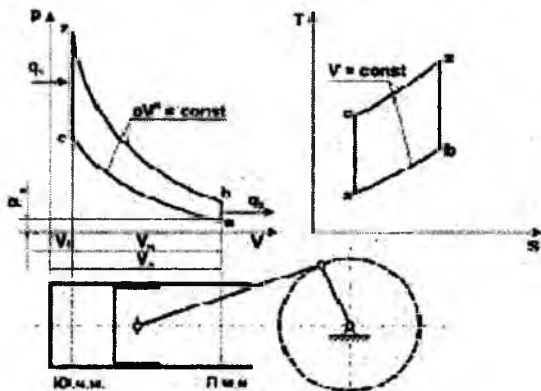
$\varepsilon = V_d/V_c$ — сиқиш даражаси;

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

термодинамика курсидан: $\eta_{iv} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$, (1.3)

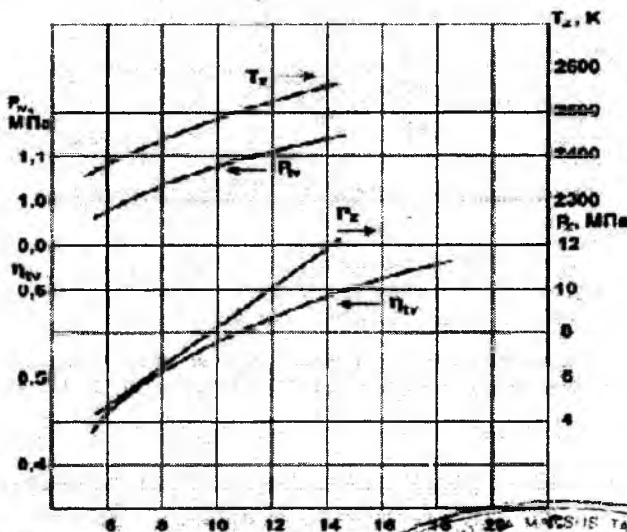
$$p_{iv} = \frac{p_o \varepsilon^k (\lambda - 1)}{(\varepsilon - 1)(k - 1)} \cdot \eta_{iv} = \frac{p_o \varepsilon^k (k - 1)}{(\varepsilon - 1)(k - 1)} (\varepsilon^{k-1} - 1) \quad (1.4)$$

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



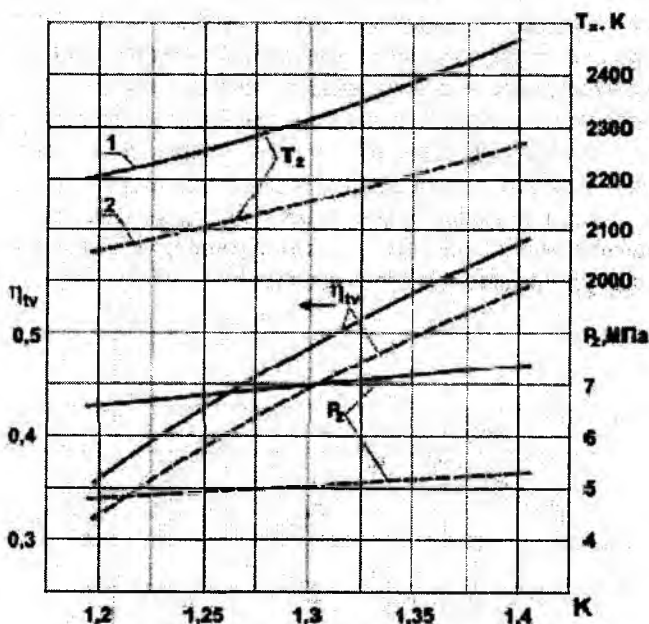
1.1-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган термодинамик цикл

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 олинадиган иш ортади ва циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Бу сиқиш даражасининг ортиши билан, қолган шароитлар ўзгармаганда, ИЁД тагин ҳам қувватлироқ ва тежамлироқ бўлади, демакдир. Бироқ цикл тежамкорлигига ϵ нинг таъсири унинг цикл солиштира ишига кўрсатадиган таъсирдан анча катталитини 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 ИЁД нинг тежамкорлик ва энергетик кўрсаткичларига ижобий таъсир кўрсатиши азалдан маълум, шунинг учун уни барча мумкин бўлган усуллар билан оширишга бўлган интилиш учкун билан ёндириладиган поршенли ИЁДларни такомиллаштиришнинг асосий йўналишларидан бирига айланган. Мавжуд ИЁД ларнинг сиқиш даражасини ошириш йўлидаги асосий тўсиқ детонациянинг вужудга келишидир, чунки детонация натижасида двигателнинг нормал ишлаши бузилади ва унинг деталлари емирилиши мумкин. Детонациянинг моҳияти ва у билан курашиш усуллари кейинроқ, ҳақиқий цикллар ўрганилаётганда кўриб чиқилади.



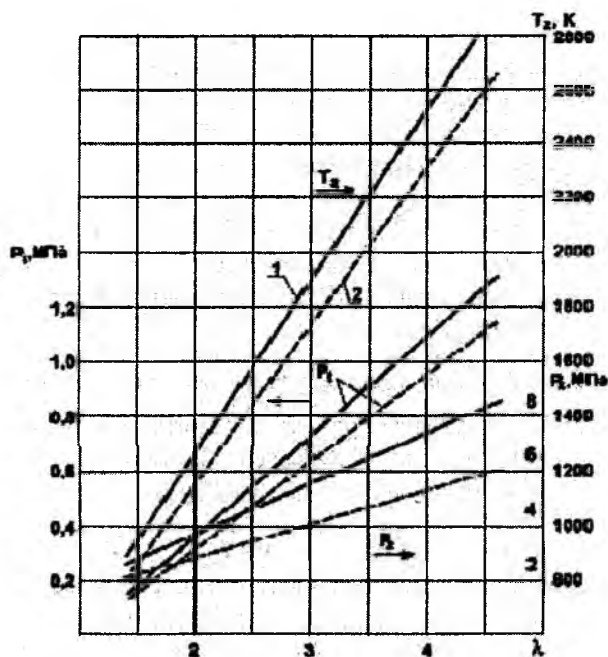
1.2-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилган ишнинг кўрсаткичларига сиқиш даражасининг таъсири: $K=1.3$; $T_1=300^\circ\text{K}$; $p_1=0.1\text{MPa}$

1.2-расмда сиқиш даражасининг яқин келажакда учкун билан ёндириладиган ва берилган цикл тимсоли бўйича ишлайдиган ИЁД ларда амалга оширилиши мумкин бўлган энг катта қиймати пунктир чизик билан кўрсатилган. Мазкур типдаги ҳозирги замон ИЁД лари 6,5–10 ораллиғидаги сиқиш даражасига эга. Сиқиш даражасининг, ортиши иш жисми температура ва босими максимал қийматларининг жадал ўсиши билан боғлиқлиги расмдан кўриниб турибди. Бу эса ёниш камераси атрофидаги деталларга бўлган иссиқлик ва механик юкланишлар ортишини билдиради. Демак, сиқиш даражаси ортган сари юқори сифатли, бинобарин, қимматбаҳо конструкцион материаллардан фойдаланиш ёки деталларнинг кўндаланг кесимини ва цилиндрлар деворларининг қалинлигини ошириш, яъни ИЁД массасини ошириш талаб этилади.



1.3-расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл характеристикаларига адиабата кўрсаткичларининг таъсири: $T_a=300^\circ\text{K}$; $p_a=0,1\text{MPa}$; $1-\epsilon=9$; $2-\epsilon=7$

Адиабата кўрсаткичи k нинг z_{iv} га таъсири сиқиш даражасининг икки хил қиймати учун 1.3-расмда тасвирланган. Циклдаги энг юқори босим p_2 ва энг юқори температурада T_2 катталиклари иш жисмига бериладиган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлган ҳол учун олинган.



1.4-расм. Иссиқлик ўзгариш ҳажмида бериладиган цикл кўрсаткичларига даражаси таъсири: $T_1=300^\circ\text{K}$; $p_1=0,1\text{MPa}$; $k=1,34$; $1-\varepsilon=9$; $2-\varepsilon=7$

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 циклнинг асосий ёниш маҳсулотлари (ис газы, сув буғи) га хосдир. 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 кўсатади; адиабата кўрсаткичи қанча катта бўлса, яъни иш жисмида икки атомли газлар қанча кўп бўлса, циклнинг тежамкорлиги ҳам шунча юқори бўлади. Юқорида қайд қилиб ўтилганидек, қўрилаётган циклни тимсол сифатида қўловчи автомобил ИЁД лари кўпроқ вақт кичик юкланишларда ишлайди. Бу ўз навбатида двигателнинг ёниш сарфи бўйича ўртача тежамкорлигини, унинг юкланганлигини ва узоқ муддат ишлашини кўп жиҳатдан белгилайди. Юкланишга қараб цикл кўрсаткичларининг ўзгаришини 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 сикиш даражаси $\epsilon = \text{const}$ бўлганда унга мутаносиб равишда босимнинг ортиш даражаси ҳам (юкланишни ўлчагич сифатида) ўзгаради. Шу билан бирга сикиш 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 иссиқликдан фойдаланишнинг юкланиш билан ўзаро боғлиқлиги бирмунча бошқачароқ бўлади, бу нарса мазкур туржумдаги ИЁД ларда фойдаланиладиган юкланишни микдорий усулда ростлаш хусусиятлари билан тушунтирилади.

1.2. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл

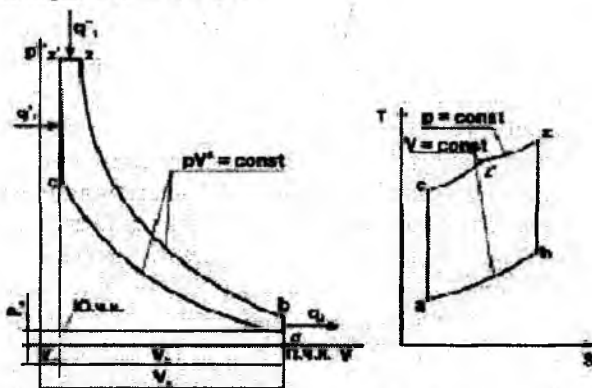
Бу цикл тезорар дизеллар шу жумладан, автотрактор типидagi дизеллар ҳақиқий циклининг тимсоли ҳисобланади. 1.5-расмда кўрсатилганидек, адиабатик сикиш (ac)дан сўнг иш жисмига аввал ўзгармас ҳажмда q_1' (cZ' жараён), кейин — ўзгармас босимда q'' ($Z'Z$ жараён) иссиқлик берилади. Шундан сўнг иш жисми адиабатик 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 кўрсаткичлар киритилади:

дастлабки кенгайиш даражаси $\rho = V_z/V_c = V_z/V_c$;

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

Бу ифодалардан: $e = \epsilon \cdot \delta$.

(1.5)

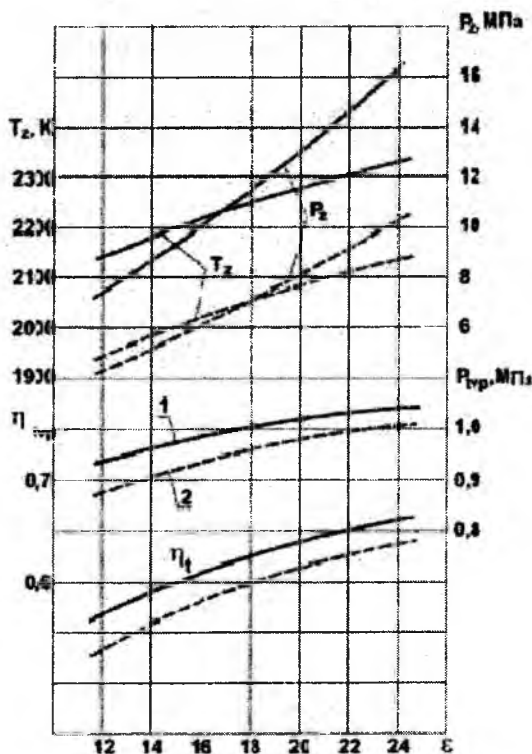


1.5-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган термодинамик цикл

Термодинамика курсида мазкур цикл кўрсаткичлари учун қуйидаги муносабатлар қабул қилинган:

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

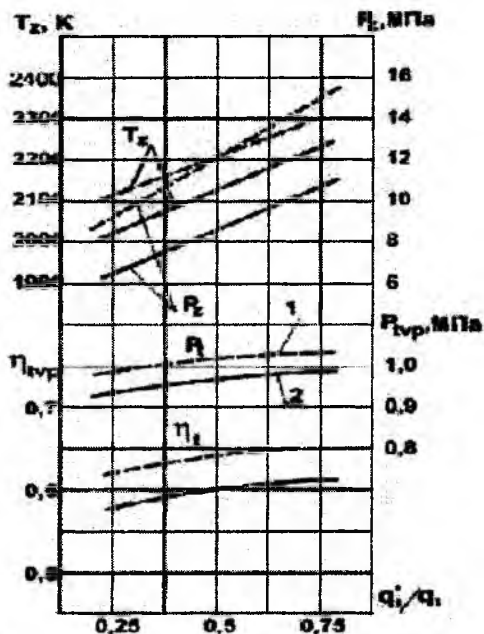
$$p_{nv} = \frac{p_a \varepsilon^k}{(k-1)(\varepsilon-1)} \eta_{nv} [\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)] = \frac{p_a \varepsilon^k}{(\varepsilon-1)(k-1)} \cdot \left\{ \lambda(\rho-1)(k-1) + \lambda\rho \right\} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{\varepsilon}{\rho}\right)^{k-1}} \right] \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}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



1.6-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл кўрсаткичларига сисқи даражасининг таъсири: $k=1,34$; $1-q_1'/q_1''=3$; $2-q_1'/q_1''=1/3$

(1.3) ва (1.6) формулаларни солиштириш ϵ нинг цикл тежамкорлигига таъсири иккала ҳолда ҳам бир хил нисбат билан аниқланишини ва бу нисбат айнан ўхшаш бўлишини кўрсатади. Бироқ иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклдаги нисбат λ ва ρ нинг биргаликдаги таъсири ҳамда k нинг ўзгачароқ таъсири туфайли мураккаблашади. (1.5) формуладан сиқиш даражаси ϵ нинг иш жисмига ўзгармас босимда берилган иссиқлик улушини билдирувчи ρ билан чамбарчас боғланганлиги кўриниб турибди. Демак, циклда иссиқликдан фойдаланишга ϵ нинг таъсири ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда бериладиган иссиқликнинг тақсимланишидаги ўзаро боғлиқликни эътиборга олган ҳолда қаралиши лозим. 1.6-расмда ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда берилган иссиқлик миқдорлари ўртасидаги икки хил нисбатда, бошқача қилиб айтганда, λ/ρ нинг икки хил нисбатида цикл кўрсаткичларига ϵ нинг таъсири кўрсатилган. 1.2 ва 1.6 расмларни солиштириш ϵ нинг ушбу цикл кўрсаткичларига таъсир этиш характери иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган циклниги билан бир хил эканлигини кўрсатади.

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

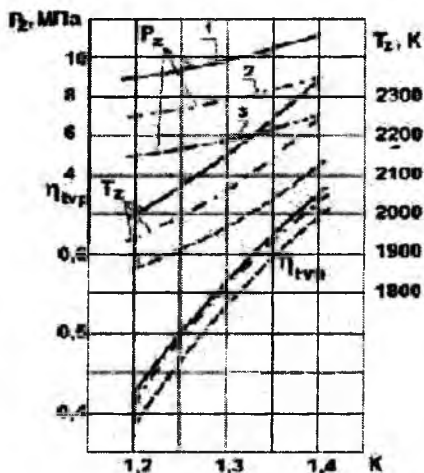


1.7-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг кўрсаткичларига иссиқликнинг ўзгармас ҳажмда бериладиган улушининг таъсири: $k=1,34$; $q_1=const$; $1-\varepsilon=16$; $2-\varepsilon=22$

Дизеллардаги иш жараёнини ташкил қилишда сиқиш даражасини оширишга, учкун билан ёндириладиган ИЁДларда бўлгани каби бирор-бир чекланишлар монелик қилмайди. Шунинг учун дизелларда сиқиш даражасини чекловчи асосий омиллардан бири деталларнинг иссиқлик ва механик зўриқишидир. Аралашма ҳосил қилиш усули ва иш шароитларига кўра ҳозирги замон дизеллари 15÷23 ораллиғида сиқиш даражасига эга.

1.7-расмда сиқиш даражасининг икки хил қиймати учун цикл кўрсаткичларининг ўзгариши ўзгармас ҳажмда бериладиган иссиқлик миқдорига нисбатан келтирилган (бу ҳолда иш жисмига берилган иссиқликнинг умумий миқдори ҳам ўзгармайди).

Иссиқлик миқдори ортиб борган сари, яъни иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган циклга яқинлашгани сари z_1 ва P_1 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-расм. q_1'/q_1 нисбатнинг иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл кўрсаткичларига таъсири: $\varepsilon = 13$; $q_1 = \text{const}$; q_1'/q_1 нисбат; 1-0,75; 2-0,5; 3-0,25

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

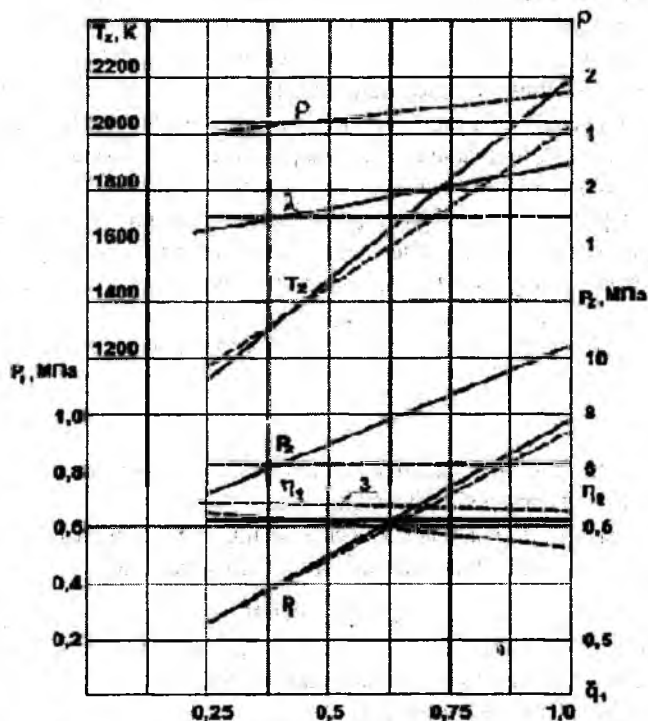
1.9-расмда бериладиган иссиқлик миқдори ўзгарган ҳол учун (яъни юкланиши ростланганда) мазкур цикл кўрсаткичларининг ўзгариши тасвирланган. q_1 ни ўзгартиришнинг икки хил усули солиштирилади: λ ўзгармас бўлганда p ҳисобига ва p ўзгармас бўлганда λ ҳисобига. $p = \text{const}$ бўлганда юкланиш камайиши билан z_1 жуда оз миқдорда камаяди. Бу λ/p нисбатнинг камайиши билан тушунтирилади (1.7-расмга қаранг). $\lambda = \text{const}$ бўлган ҳол учун эса юкланиш камайиши билан z_1 сезиларли даражада ортади, чунки иссиқлик бериш камая бориши билан бу цикл иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган циклга борган сари яқинлашади.

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

Шунинг учун ИЁД деталларининг механик ва иссиқлик зўриқишлари нуқтаи назаридан олганда катта юкланишларда мазкур вариант мақсадга

мувофиқ бўлади. Бироқ ε нинг берилган қиймати учун циклниң тежамкорлиги $\rho = \text{const}$ вариантига нисбатан пастроқ бўлади.

1.9-расмдан кўринадики, юкланиш камайиши билан иш жисмининг температураси пасаяди, натижада газнинг иссиқлик сифими камаяди ва ўз навбатида адиабата кўрсаткичи ортади. Расмда келтирилган ҳисоблаш натижаларида циклга берилган иссиқлик миқдорини ўзгартиришнинг k нинг ўзгаришига таъсири ҳисобга олинмаган, бу эса циклниң кўрсаткичларига таъсир қилган. Термик ф.и.к. (қисқа пунктирли чизик) 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 тежамкорлигининг сезиларли даражада ортиши расмдан кўриниб турибди.



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

1- $(q'_1/q_1)_{100}=0.75$; 2- $(q'_1/q_1)_{100}=0.25$; 3- $k=\text{var}$; $(q_{1,100}=\text{const}$; $\varepsilon=16$; $k=1.34$)

Реал шароитларда 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 ёнилгининг циклда бериладиган миқдорини ўзгартириш йўли билан сифат жиҳатдан ростланганда). Бу нарса k нинг янада ортишига, яъни цикл тежамкорлигининг яхшиланишига олиб келиши керак, амалда ҳам шу ҳолат кузатилади.

1.3. Босим остида киритиш усули (наддув) қўлланилган ИЁД цикллари

Босим остида киритиш усули ҳисобига ИЁДнинг 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 олдида 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 ИЁДларда 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 ИЁД ларида бир хил деб фарз қилсак,

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

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

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

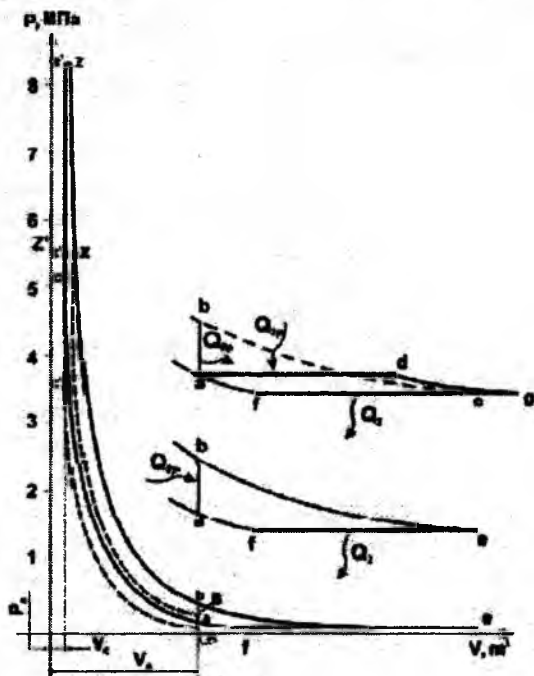
у ҳолда $p_a = \rho_a \cdot \text{const}$ бўлади.

$$(1.10)$$

(1.7) формула таҳлили циклнинг кўрсаткичлари (ϵ, λ, p, k) ўзгармас бўлганда циклнинг ўртача босими p_a га пропорционал эканлигини

кўрсатади. Циклнинг a нуктасида 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 қўлашдаги ютук бироз пасаяди.

Босим остида киритиш усулини қўлашда реал шароитларда ИЁДдан атмосферага чиқариб ташланадиган ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Автотрактор двигателларида энг кўп қўлланиладиган бундай тизим турбонаддув деб аталади. Бунда ишлатилган газлар турбинага йўналтирилади ва улар турбина паррақларида кенгайиб, иш бажаради (турбинани ҳаракатга келтиради ва паррақли компрессор ишга тушади).



1.10-расм. Босим остида киритиш усули қўлланилган термодинамик циклилар

Поршенли ИЁДнинг иссиқлик аралаш усулда бериладиган ва турбокомпрессорли назарий цикли 1.10-расмда кўрсатилган. Циклнинг бир қисми, двигателнинг турбокомпрессор ишига тўғри келадиган қисми каттароқ масштабда (1.10-расм, a) кўрсатилган. Поршенли двигателда ва

изохора бўйлаб Q_{2p} иссиқлик олинади. Агар турбина паррақларига газ берилётганида иссиқлик йўқолиши ҳисобга олинмаса, у ҳолда $Q_{2p} = Q_{ba}$ иссиқлик газтурбинали агрегат цикли $abef$ да ўзгармас ҳажмда газга узатилади. be ва fa жараёнлар адиабата бўйича, иссиқлик олиш ef ўзгармас босимда юз беради.

Газ турбинали мосламада циклни амалга оширилиши натижасида $p-V$ координаталарида $abef$ шаклнинг юзасига эквивалент бўлган ортиқча фойдали иш ҳосил қилинади. Бу иш бевосита газтурбина валидан олиниши мумкин. Бу ҳол катта қувватли мосламаларда ишлатиладиган комбинацияланган двигателга мос келади.

Автотрактор ИЁДларида газтурбинали мослама циклидан поршенли двигателда босим остида киритиш усули қўлланилгандагина фойдаланилади ва циклнинг ортиқча иши a нуктада газ босимини оширувчи компрессорни ҳаракатга келтиришга сарфланади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ва қўлланилмаган (1.10-расм, ACZ'ZB) циклларни ϵ , λ , ρ , k кўрсаткичлар 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 кўрсаткичлар икки хил вариант учун бир хил бўлса, термик ф.и.к. лари ҳам бир хил бўлади. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган газ турбинали мосламанинг цикли газтурбинанинг импульс режимига мос келади (1.10-расм, a). Бу жараёни ИЁДларда амалга ошириш анча мураккаб, чунки уларда юкланиш ва айланишлар частотаси кенг қўламда ўзгариб туради. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган газ-турбинали агрегат циклини амалга ошириш анча содда ва транспорт ИЁД ларининг ишлаш шароитларига дурустроқ мослашган цикл ҳисобланади (1.10 расм, б).

Юқорида фараз қилинганидек, поршенли двигателдан олинadиган Q_{2p} микдордаги барча иссиқлик исроф бўлмасдан газ-турбинага берилади. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган газ-турбинали мослама ишига эквивалент бўлган $adef$ шакл юзаси илгари кўриб чиқилган циклга тегишли $abef$ юзадан кичик эканлиги расмдан кўриниб турибди. Бу эса иш ҳисмига бериладиган иссиқлик миқдори ўзгармас бўлганда берилган турбонаддув агрегати компрессорни юргизиш учун кам энергетик имкониятларга эга ва поршенли ИЁДда (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 , λ , ρ , k лар ўзгармаганда, мазкур усул қўлланилмаган цикликка тенг бўлади.

1.10-расмдан кўринадикки, босим остида киритиш усулини қўллаш циклда газ босимининг кўтарилишига олиб келади, бу эса деталларнинг механик зўриқиши янада кучайишини билдиради. Ҳисоблашларда бошланғич T_0 температура босим остида киритиш усули қўлланилган ва қўлланилмаган циклар 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 ИЁД деталларига бўлган иссиқлик юкланишлари ошади. Шунинг учун босим остида киритиш усули қўлланилганда ИЁД деталларининг ишлаш қобилиятини таъминловчи бир қатор тадбирлар қўллаш талаб қилинади.

Учкун билан ёндириладиган ИЁДларда босим остида киритиш усули ҳозирча деярли қўлланилмайди, шунинг учун уларнинг назарий циклари дарсликда кўриб чиқилмади. Бироқ иссиқлик аралаш усулда бериладиган, босим остида киритиш усули қўлланилган циклга тегишли умумий қоида ва ҳулосалар тенг тарзда учкун билан ёндириладиган ИЁДнинг 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 – БОБ. АВТОТРАКТОР ИЁД ЛАРИНИНГ ЦИКЛЛАРИ

ИЁД ларнинг ҳақиқий цикларида иш маълум миқдордаги ёнилғининг ёнишида ажралиб чиқадиган 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, ИЁДларнинг 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 энергиясига эга бўлган ишлатилган газларни атмосферага чиқариш билан алмаштирилади. Ҳақиқий циклда қўшимча равишда газ алмашиш жараёнлари ҳам содир бўлади.

Ҳозирги замон ИЁДларида 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 ИЁДларда ҳақиқий цикл 4 такт ёки поршеннинг тўла йўли (тўрт тактли ИЁД) давомида амалга оширилади, улардан икки тактида юқорида кўриб чиқилган термодинамик цикл жараёнлари, қолган икки тактида эса газ алмашиш содир бўлади. ИЁД ларнинг камроқ қисмида ҳақиқий цикл 2 такт ёки поршеннинг тўла йўли (икки тактли ИЁД) давомида амалга оширилади. Демак, берилган айланишлар частотасида ҳақиқий циклни амалга ошириш учун ажратилган вақт икки тактли ИЁД ларда тўрт тактliga қараганда икки марта кам экан, шунинг учун икки тактли ИЁДларда юқори сифатли газ алмашишни ташкил қилиш анча мураккаб вазифа ҳисобланади. Ҳақиқий циклларнинг яна бир томонини кўриб чиқамиз. Ёнилғи цилиндрда, тўғрироғи, ёнилғининг ёниш камерасида ёндирилишдан олдин алангаланиш ҳамда ёнишга тайёрланган ёнилғи ва оксидловчи — кислород зарралари аралашмаси (кислород ИЁДга ташқи муҳитдан ҳаво таркибида киради) бўлиши лозим. Ёнувчи аралашманинг сифати цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори ёнишининг тўлиқлиги ва тезлигини кўп жиҳатдан белгилайди, яъни охи-роқибатда циклда иссиқликдан фойдаланишнинг такомиллашганлиги ҳамда цикл ва умуман ИЁДнинг бошқа кўрсаткичларини белгилайди.

Учкун билан ёндириладиган ИЁДларида (бензин ва газда ишлайдиган) ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида тайёрланади, кўпинча махсус

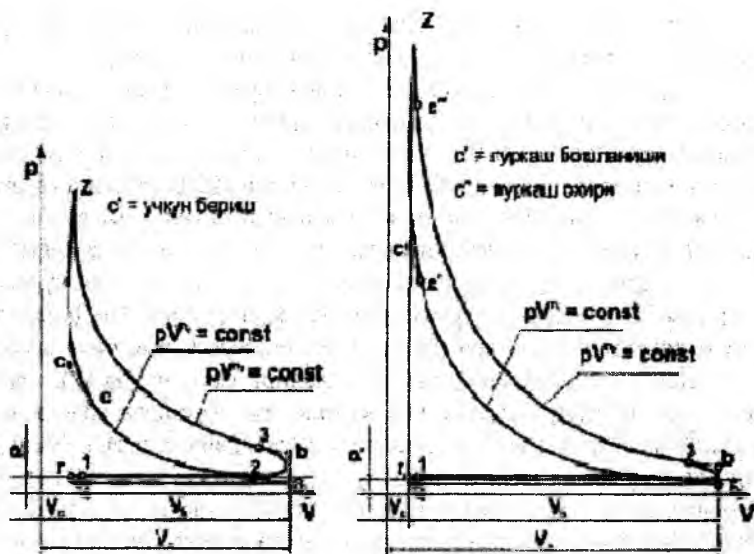
қурилма: карбюратор ёки аралаштиргичда тайёрланади ва цилиндрга фақат қўшимча ўзгаришларгина содир бўлиб, деярли тайёр ҳолда киритилади.

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 цилиндрдан ташқарида тайёрланадиган ИЕДларникига қараганда бир неча марта кам. Шунинг учун дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш анча мураккаб вазифа ҳисобланади, ёнувчи аралашма сифати эса цикл ва ИЕДнинг турли кўрсаткичларига кучлироқ таъсир кўрсатади. Мазкур вазифа дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш ИЕДнинг 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 ҳамбарчас боғланганлиги сабабли янада мураккаблашади.

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 ёниш зарраларининг қизишини, буғланишини тезлаштиради ва ёнилғи зарраларининг ўз-ўзидан алангаланиши учун дастлабки қимёвий 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 (ИЕДларининг иш режимлари ҳамда ёниш камерасининг шакл ва ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда пуркаш босими 20—150 МПа оралиғида бўлади).

ИЕД ҳақиқий цикларида содир бўладиган жараёнларни таҳлил қилиш ва кўриб чиқиш мақсадида, одатда, тирсақли вал қривошипининг бурилишига (т. в. б.) ёки цилиндр ҳажмига мувофиқ цилиндрлар ичидаги газ босимининг ўзгариш графиги, яъни махсус асбоб — босим индикатори ёрдамида олиннадиган индикатор диаграммдан фойдаланилади. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган тўрт тактли ИЕД ҳақиқий циклининг асосий жараёнларини 2.1-расмда келтирилган индикатор диаграммалар ёрдамида кўриб чиқамиз.



2.1-расм. Босим остида киритиш усули қўлланилган турт тактли двигателлар ҳақиқий цикллarning индикатор диаграммалари:
а - карбюраторли двигателлар; б - дизеллар

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

Киритиш жараёни 1 нуктада киритиш клапани поршен ЮЧНга бироз етмасдан (20° т. в. б.) очилгандан сўнг бошланади, бунда чиқариш жараёни тугалланаётган ва чиқариш клапани ҳали очик ҳолда бўлади. Янги заряднинг асосий миқдори цилиндрга поршеннинг ЮЧНдан ПЧНгача бўлган ҳаракатида *а* нуктагача берилади. Бу ҳолда цилиндрда киритиш тизими элементлари (ҳаво тозалагич, трубопроводлар, коллектор, карбюратор ёки аралаштиргич, клапан тирқиши) нинг гидравлик қаршилиғи туфайли бироз сийракланиш ҳосил бўлади. Аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕДларда цилиндрга *ёнувчи аралашма*, дизелларда эса — *ҳаво* киритилади. Аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларнинг киритиш тизимида иш аралашмаси ва юкланишни ростлайдиган махсус қурилмаларнинг бўлиши уларда гидравлик қаршиликларнинг ўсишига ва ўз навбатида дизелларга нисбатан

цилиндрда сийракланишнинг кўпроқ ортишига олиб келади. Бензинли ИЁДларда содир бўладиган киритиш жараёнида карбюратор ёки форсунка орқали берилган ёнилғи томчиларининг ёнувчи аралашма таркибида буғланиши давом этади. Тўлдириш жараёни киритиш клапани ПЧНга нисбатан $40\text{—}75^\circ$ кечикиб (2 нуктаси) ёпилганидан сўнг тугайди.

Киритиш жараёни давомида цилиндр ичидаги босим поршеннинг тескари (мой қартери 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 нуктадан 2 нуктасигача) поршеннинг ЮЧНга қараб ҳаракатланишида, яъни цилиндрнинг поршен усти ҳажми қисқаришида содир бўлади.

2. Сикиш жараёни. Назарий циклдан фаркли ўлароқ ҳақиқий циклда сикиш жараёнининг ҳозирги замон тезорар ИЁДларида 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, сикиш жараёни бошида α ва 2 нукталар оралиғида киритиш клапани очиқ ҳолатда бўлади ва поршен устидаги бўшлиқ киритиш тизими билан туташади. Соф сикиш жараёни, яъни иш жисмининг амалий жиҳатдан ўзгармас миқдорини сикиш 2 нуктадан кейингина бошланади. Сикиш жараёнининг охирида, аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁДларда c нуктада (ЮЧНга $25\text{—}40^\circ$ т. в. б. қолганда) электр учқуни берилади ва ёнувчи аралашма ёндириш свечаси электродлари оралиғидаги зазорда ёндирилади (*ёндирилиши шғарилатиши бурчаги* деб аталувчи катталик). Шу лаҳзадан бошлаб цилиндрда аланга fronti шакллана бошланади ва сикиш жараёни ёнишнинг бошланғич фазаси ривожланиши билан биргаликда давом этади.

Дизелларда c нуктада, ЮЧНга $15\text{—}20^\circ$ т. в. б. етмасдан форсунка орқали ёнилғи берила бошланади (*турқашини шғарилатиши бурчаги* деб аталувчи катталик). Шу лаҳзадан бошлаб дизеллардаги сикиш жараёни ёнилғини ўз-ўзидан аланталанишга тайёрланишнинг физик ва кимёвий жараёнлари, шунингдек, ёниш жараёнининг ривожланиши билан давом этади. Сикиш жараёнини амалга ошириш учун дизелларда кўпроқ, карбюраторли двигателларда эса нисбатан камроқ механик энергия сарф қилиш талаб этилади.

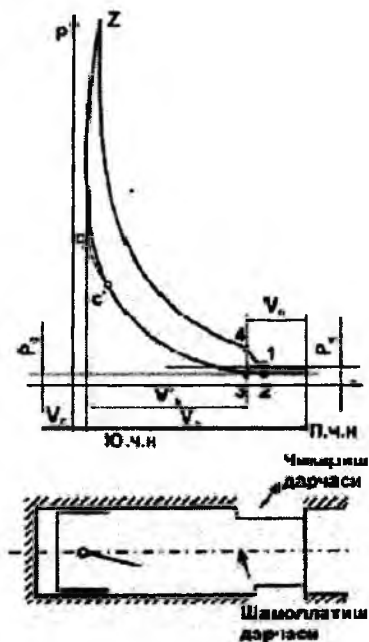
3. Ёниш жараёни. Ушбу жараён поршен ЮЧНга етмасидан бошланади. Бунда цилиндрдаги газнинг босими ва температураси соф сикишдагига

караганда сезиларли даражада кўтарилади. Ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁДларда аланга fronti ёнмаган аралашмани тобора қамраган ҳолда свечадан ёниш камерасига тарқалади. Аланганинг қўринарли тарқалиши амалдагидан каттароқ (кўпроқ) бўлади, чунки ёниш маҳсулотлари температурасининг ортиши ва ёнмаган аралашманинг сиқилиши натижасида ёниш маҳсулотларининг кенгайиши туфайли аланганинг қўринарли тарқалиши ҳақиқий тарқалишдан кўпроқ бўлади. Дизелларда ёнилғини бевосита ёниш зонасига пуркаш давом этади. Кимёвий 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 поршен газнинг ортикча босим кучи таъсирида ПЧНга қараб ҳаракатланганда, оралиқ нуқтада ёнувчи аралашма цилиндрдан ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁД ларда ЮЧНдан 30—40° ўтиб, дизелларда эса 50—80° ўтиб тугалланади. Шундай қилиб, ИЁДларининг ҳақиқий циклларида ёниш жараёни (иссиқлик бериш) сиқиш ва кенгайиш тактларининг бир қисмини ўз ичига олади.

4. Кенгайиш жараёни ЮЧНда 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. Поршен 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 қийматта эга бўлади. Сўнгра газларнинг деворлар билан контакт юзалари катталаша бориши давом этишига қарамай тобора камаё боради. Кенгайиш жараёнида ёниш маҳсулотларининг иссиқлик энергияси ишга айланади. 3 нуқтада (ПЧНга 40—75° т. в. б. етмасдан илгарирок) чиқариш клапани очилади ва бундан кейин кенгайиш жараёни ишлатилган газларни чиқариш тизимига ва атмосферага ҳайдаш билан давом этади. Чиқариш клапани вақтлироқ очилгани учун кенгайишдаги фойдали ишнинг маълум бир қисмидан ютқазилади, чунки 3 нуқтадан сўнг цилиндр ичидаги газлар миқдори интенсив камаё боради. Дизелларда иш жисми кўпроқ даражада кенгайгани туфайли атмосферага чиқариб ташланадиган газлардаги энергия улуши учкун билан ёндириладиган ИЁДлардагига 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 оралигидаги) қисми цилиндрдаги босимнинг чиқариш тизимининг гидравлик қаршилиги туфайли атмосфера босимига нисбатан бироз ортиқчалигида содир бўлади. Ишлатилган газлар клапан, коллектор, трубалар ва товуш сўндиргичдан ўтаётганда маълум қаршиликка учрайди. Шунинг учун чиқариш жараёнини амалга ошириш чиқариш тизимининг 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 ИЁДларнинг аралашма учкун билан ёндириладиган турида ҳам, дизелли турида ҳам сиқиш, ёниш ва кенгайиш жараёнларини ташкил этиш тўрт тактли ИЁД нинг мазкур жараёнларидан асосан фарқ қилмайди. Асосий фарқ газ алмашиниш жараёнлари билан боғлиқ. Икки тактли ИЁД газ алмашиниш органларининг конструктив схемасида (2.2 расмга қаранг) поршен иш жисмининг ортиқча босими таъсирида ПЧН га қараб ҳаракатланган ҳолда 4 нуктада цилиндр деворига жойлаштирилган чиқариш дарчасини очади ва у орқали поршен устки юзасидан ишлатилган газлар ташқарига ҳайдалади.



2.2-расм. Икки тактли ИЁД ҳақиқий циклининг индикатор диаграммаси

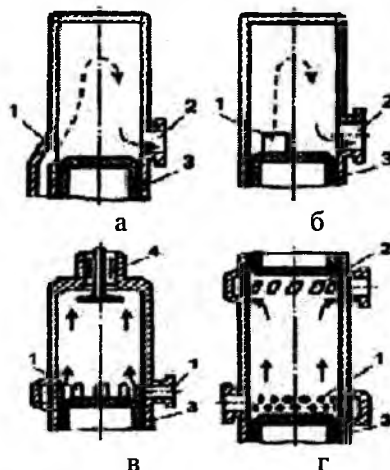
Газларни эркин чиқариш даври 1 нуктагача давом этади, бу ҳолда цилиндрдаги босим чиқариш дарчаси (ёки дарчалари) нинг ўтиш кесими катта бўлгани туфайли тез пасаяди. Поршен 1 нуктада киритиш дарчасини очади (у ҳам цилиндр деворига жойлаштирилган). Бу пайтда янги заряд (аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁДда ёнилғи ҳаво аралашмаси, дизелда эса — ҳаво) махсус насос ёрдамида поршен устки бўшлиғига босим остида кира бошлайди. 1—2 нукталар оралиғидаги даврда чиқариш ва киритиш дарчалари очик 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 қилинадиган ИЁДда ёнувчи аралашманинг йўқотилишига, яъни ёнилғи сарфининг ортишига олиб келади. 2 нуктада ҳайдаш тугайди ва 3 нуктада чиқариш дарчаси беркилгандан сўнг сиқиш жараёни бошланади.

Циклни икки тактда амалга ошириш берилган айланишлар частотаси ва цилиндр ўлчамларида иш ёки қувватни, тўрт тактли ИЁДларга нисбатан икки марта ошириш имконини беради. Бу икки тактли ИЁДларнинг муҳим потенциал афзаллиғидир. Бирок 2.2-расмдан кўриниб турибдики, цилиндрнинг чиқариш ва киритиш дарчалари жойлашган зонага тўғри келган бир қисми (V_a йўқотилган ҳажм деб аталади) амалда фойдали иш бермайди. Шунинг учун цилиндрнинг маълум бир иш ҳажмида циклнинг иши ва ўртача босими тўрт тактли ИЁД никидан кичик бўлади. Йўқотилган ҳажмнинг нисбий катталиги $\psi = V_a/V_h$ коэффиценти билан характерланади. Ҳозирги замон икки тактли ИЁДлари учун у 0,1—0,25 оралиғида бўлади. Ишнинг қўшимча исрофлари цилиндрни ишлатилган газлардан тозаланишнинг 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 ИЁДларида 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 ИЁДларида газ алмашилишини ташкил қилишнинг асосий схемалари келтирилган. *a* схема кўпроқ кичик қувватли (кривошип-камерали деб аталувчи) ИЁДларда қўлланилади. Бу ҳолда янги заряднинг ортиқча босимини ҳосил қилиш учун двигателнинг жипслаштирилган картеридан фойдаланилади. Мазкур ИЁДнинг конструкцияси жуда содда ва уни ишлаб чиқариш арзон тушади, бироқ янги

заряд киритиш сифати юкори эмас ва ψ ўзининг энг катта кўрсатилган қийматларига эришади. *б* схема ҳаво ҳайдаш насоси билан жиҳозланган автомобил 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 автомобил дизелларида ҳам қўлланилган. Ишлатилган газларни чиқариш уларда клапанлар орқали амалга оширилади, бунинг учун ИЁД махсус механизмга 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*) ИЁДнинг махсус конструктив тузилишини талаб қилади, бу эса куч агрегатининг нарҳини ошириб юборади.



2.3-расм. Икки тактли двигателларининг газ алмашини схемалари:

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

Охириги икки схема ишлатилган газларнинг янги заряд билан жуда кам миқдорда аралашгани ҳолда цилиндрни мазкур газлардан тозалашнинг нисбатан юкори сифатлилиги билан характерланади. Уларда ψ катталики 0,12—0,14 ни ташкил этади. Тўрт ва икки тактли ИЁДларининг ҳақиқий цикллари ва ишлаш хусусиятларини солиштириш икки тактли ИЁДлар асосий устунлигига – қувват бирлигига тўғри келадиган масса ва габарит ўлчамларнинг 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 равон ўзгаришини таъминлайди. Шу билан бир қаторда икки тактли ИЁДларнинг ёниш тежамкорлигини яхши деб бўлмайди, цилиндрларни ёнувчи аралашма билан таъминлаш пайтида атмосферага захарли ва ифлослантирувчи моддалар нисбатан кўпроқ миқдорда чиқарилади. Уларнинг деталлари юқори иссиқлик юкланишлари шароитида ишлайди, бу эса ИЁДнинг ишлаш муддати (моторресурси) ни камайтиради.

Юқорида келтирилган бир қатор сабабларга кўра икки тактли ИЁДлари 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 ёнишда ишлайдиган кема ва саноат қурилмалари, электростанциялар) да етарли даражада кенг қўлланилади.

Автотрактор ИЁДларининг ҳақиқий цикллари билан танишиб чиқиш уларнинг термодинамик тимсоллардан асосий фарқ килиш томонларини ифодалашга имкон беради:

1. Ҳақиқий цикллار очик бўлади, яъни иш жисми цилиндрда кенгайганидан сўнг атмосферага чиқариб ташланади ва ташқаридан бериладиган янгиси билан алмаштирилади. Иш жисмини даврий равишда ўзгартириб туриш ташқи энергия сарф килишни 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 кимёвий ўзгаришларнинг бузилиши (масалан, «совук» деворларнинг 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

илгарирок очилгани сабабли газ мусбат ишининг бир қисми бекорга исроф бўлади. Буларнинг барчаси цикл ишининг камайишига олиб келади.

4. Сикиш ва кенгайиш жараёнлари термодинамик циклдаги каби адиабатик 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 парчаланаяди (диссоциацияланади). Кенгайиш даврида, газларнинг температураси пасайганда, тескари ҳодиса — бирлашиш (ассоциация) содир бўлади, яъни оралиқ маҳсулотлар молекулалари пировард маҳсулотлар молекулаларига иссиқлик ажратиб айланади. Бироқ, бу иссиқликни етарли даражада фойдали деб бўлмайди, чунки уни кенгайиш ишига жуда оз миқдорда айлантатириш мумкин. Шундай қилиб, диссоциация ҳодисаси ҳақиқий циклда иссиқликдан фойдаланишда бўладиган исрофларнинг яна бир манбаи ҳисобланади. Бу исрофлар учқун билан ёндирилаётган 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 сифимининг ортиши циклда газнинг сиқилдаги ишининг ортишига ва кенгайишдаги ишининг камайишига олиб келади.

Юқорида қайд қилинган хулосалардан кўриниб турибдики, ҳақиқий циклни 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, циклда берилган иссиқлик Q_1 нинг маълум миқдорда ҳақиқий циклни индикатор иши термодинамик цикликидан кичик бўлади, яъни $L_i < L_1$.

Юқоридагига ўхшаш циклни *ўртача индикатор босими* тушунчасидан фойдаланилади: $p_i = L_i/V_h$ МПа , (2.1)

бу ерда L_i — цикл иши, кЖ

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

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

$$\eta_i = L_i / Q_i = L_i / G_{ue} H_u, \quad (2.2)$$

бу ерда G_{ue} — цилиндрга киритиладиган ёнилгининг цикл давомида берилган миқдори, кг;

H_u — ёнилгининг қуйи ёниш иссиқлиги, кЖ/кг;

Q_i — циклга ёнилғи билан киритилган иссиқлик, кЖ.

Келтирилганлардан кўринадики, $\eta_i < \eta_o$. Бу коэффициентлар орасидаги нисбат *нисбий ф. и. к.* дейилади: $\eta_o = \eta_i / \eta_o$. (2.3)

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

Берилган туркум ИЁДларининг ҳақиқий цикллари анча қисқа, умумий танишиш маъносида кўриб чиқилди. Илгари айтилганидек, эксплуатация шароитларида автотрактор ИЁДлари ишлаш режимларининг узлуксиз ўзгариб туриши цикл характеристикаларига ва уни ташкил этувчи алоҳида жараёнларга таъсир кўрсатишини албатта ҳисобга олиш лозим. Бу режим ўзгаришлари кўп жиҳатдан ИЁДларда иш жараёнларини ташкил қилиш ва двигателларнинг ўзига ҳослиги билан аниқланади. Бундан ташқари, ИЁДларнинг ҳақиқий цикллари ва жараёнлари кўрсаткичлари кўп жиҳатдан куч агрегатларининг техник ҳолатига, уларнинг рустланишига, 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, ИЁДларнинг ҳақиқий цикллари термодинамик тимсоллардан сезиларли даражада фарқ қилади. Шунинг учун мавжуд ёки лойиҳаланаётган ИЁД кўрсаткичларини таҳлил ва олдиндан тахмин (прогноз) қилиш учун термодинамик циклдан фойдаланиш аниқ (ҳаққоний) натижалар бермайди. Бундай ҳисобларни бажариш учун назарий цикллардан фойдаланилади. Назарий цикл очик цикл ҳисобланади, унда бир жараёндан иккинчи бир жараёнга ўтишда иш ҳисмининг 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–БОБ. ЁНИЛҒИЛАР, ЁНУВЧИ АРАЛАШМАЛАР, ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИ

3.1. ИЁД ларда қўлланиладиган ёнилғиларга қўйиладиган талаблар

Автотрактор ИЁДларида қўлланиладиган ёнилғилар бир қатор талабларга жавоб бериши керак. Улардан бир қисми барча двигателлар учун умумий бўлиб, қолганлари эса у ёки бу типдаги ИЁД циклини амалга оширишнинг ўзига хос хусусиятлари билан белгиланади. Ёнилғилар арзон, ҳаммабоп, фойдаланиш учун захарсиз, ташиш учун қулай, сақлашда хоссалари ўзгармайдиган, етарли даражада юқори ёниш иссиқлигига эга, ИЁД деталларини емирмайдиган бўлиши керак. Улар цилиндрда ёнганда ИЁД элементларини кимёвий 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 тизими ишида бузилишлар (масалан, +50°C гача бўлган температураларда буг тикинлари пайдо бўлиш ҳоллари) келтириб чиқармаслиги лозим.

Автотрактор ИЁДлари талабларига ҳозирги вақтда кенг фойдаланилаётган нефт 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 ИЁД нинг ишлаши нуктаи назаридан муҳим бўлган баъзи бир хоссалари устида тўхталиб ўтамиз.

Детонацияга чидамлилиқ — ёнувчи аралашмани ИЁД 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 фоиз миқдори қабул қилинган. Мазкур миқдор синалган ёнилғининг детонацияга қарши чидамлилигига тенг бўлади. Изооктан юқори, нормал гептан эса паст чидамлилиқка 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 ИЁДнинг 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 оралиғида бўлади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ва учкун билан ёндириладиган ИЁДларда қўлланиладиган ёнилғиларнинг хусусияти сифатида октан сонининг энг катта қиймати кўрсатилади. Октан сони ёнилғи молекулаларининг юқори температурадаги чидамлилиги билан аниқланади ва нефтдан олинадиган углеводородли ёнилғиларнинг таркибига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади. Одатда, бу ёнилғилар кўпгина кимёвий компонентларнинг аралашмаси бўлиб, улар молекулаларнинг тузилиши, молекула элементларининг кимёвий боғланишлар характери ҳамда молекуладаги водород ва углероднинг атомлар сони билан ажралиб туради.

Дастлабки ёнилғиларнинг октан сони асосан нефтнинг оғир фракцияларини иккинчи марта деструктив қайта ишлаш йўли билан оширилади. Бунда углеводород молекулалари қайта тузилади, оғир молекулалар анча енгил молекулаларга парчаланади. Нефтдан олинадиган ёнилғиларни қайта ишлашнинг *крекинг, риформинг, полимеризация, алкиллаш* каби усуллари кенг қўлланилади. Суюқ ёнилғиларнинг детонацияга чидамлилигини махсус қўшилмалар (присадкалар) — антидетонаторлар қўшиш билан ҳам ошириш мумкин. Энг кенг тарқалган антидетонатор тетраэтилқўрғошин (ТЭҚ) бўлиб, у ёнилғига кам миқдорда (масса бўйича 0,04—0,1% ТЭҚ) этил суюқлиги кўринишида қўшилади. ТЭҚ захарли модда ҳисобланади ва у ёнилғи ёнганда захарли маҳсулотлар ҳосил қилади. Шунинг учун этилланган бензинларга ранг берилади ва улар ИЁДларда қўлланилганда махсус эҳтиёт чораларига риоя қилиш талаб этилади.

Ўз-ўзидан алангаланишга мойиллик цетан сони (ЦС) билан баҳоланади ва у лаборатория йўли билан дизел циклида ишлайдиган махсус двигателда аниқланади. Ёнилғи эталон аралашма, яъни цетан ва альфаметилнафталиндан ташкил топган аралашма билан солиштирилади. Цетан ўз-ўзидан алангаланишга анча яхши мойил, альфаметилнафталин эса анча ёмон мойилликка эга. ЦС эталон аралашмадаги цетаннинг фоиз миқдорини билдиради. Мазкур миқдор берилган ёнилғининг цилиндрга пуркаш бошлангандан сўнг алангаланишнинг кечикиш даври давомийлигига эквивалент бўлади. Бу сифат дизеллар учун жуда муҳим ҳисобланади, шунинг учун ЦС дизел ёнилғиларининг хусусияти сифатида қабул қилинган. ЦС юқори бўлганда ёнишнинг бошланиши раво кечади ва ИЁД силлиқ, тақиллашсиз, ортиқча шовқинсиз ишлайди. ИЁДни ишга тушириш хусусиятлари ҳам яхшиланади. Аслида ёнилғиларнинг ўз-ўзидан алангаланишга мойиллиги детонацияга чидамлилиқ хоссасига тесқари

булган хоссадир. ЦС қанчалик катта бўлса, ОС шунчалик кичик бўлади ва аксинча.

ЦС аввало углеводородли ёнилғиларнинг таркибига боғлиқ бўлади ва у углеводородли ёнилғи молекуляр массасининг ортиши (яъни молекуладаги углерод атомлари сонининг ортиши) билан ортади. ЦС нинг керакдан 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 дизел 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, изоаминитратлар ва шу кабиларни қўшиш билан ошириш мумкин.

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

Ёнилғи ёнганда олтингугурт шундай маҳсулотлар ажратадики, улар цилиндр деворларини, чиқариш клапанлари ва уларнинг ўриндиқларини, двигател чиқариш тизими деталларини емиради. Юқори температураларда олтингугуртли моддалар углеродли бирикмалар билан ўзаро таъсирлашиб, ишқаланиб ишлайдиган деталлар (поршенлар, халқалар, цилиндр деворлари)нинг тез ейилишига олиб келувчи қаттиқ сўхта (нагар) ҳосил қилади. Ейилиш интенсивлиги ёнилғидаги олтингугурт миқдорига мутаносиб равишда ортади. Атмосферага чиқариб ташланадиган олтингугуртли моддалар захарли маҳсулотлар каторига киради. Ёнилғи таркибдаги олтингугурт миқдорини технологик йўл билан камайтириш мумкин, бироқ бунда ёнилғининг нархи кимматлашади. Ёнилғи таркибдаги олтингугуртнинг рухсат этилган энг катта миқдори стандартлар ва техник шартлар билан чекланади.

Ёнилғи таркибдаги механик аралашмалар (зарралар) ва сув миқдори. Ёнилғиларда механик зарраларнинг мавжудлиги деталларнинг, хусусан дизелларнинг кимматбаҳо ёнилғи бериш аппарати прецизион элементларининг ейилишини тезлаштиради, шунингдек, ёнилғи филтрларининг муддатидан олдин ишдан чиқишига сабаб бўлади. Ёнилғи таркибида сувнинг мавжуд бўлиши ёниш жараёнини ёмонлаштиради. ИЁД

ва ёнилғи аппарати деталларининг коррозияланиши ва емирилишини тезлаштиради, ёнилғи филтрларининг нормал ишлашини бузади. Атроф-муҳитнинг манфий температураларида ёнилғи таркибидаги сув музлайди, натижада двигател ишида ноқулайликлар юзага келиши мумкин. Қайд қилинган сабабларга кўра ёнилғи таркибида сув ва механик зарраларнинг мавжуд бўлишига одатда йўл қўйилмайди.

3.3. Ёнилғи турлари

Автотрактор ИЁД ларида суюқ ва газ ёнилғилардан фойдаланилади.

3.3.1. Суюқ ёнилғилар

ИЁД ларда қўлланиладиган суюқ ёнилғилар олиш учун, юқорида қайд қилиб ўтилганидек, нефт асосий хом ашё бўлиб ҳисобланади. Хом нефтни кетма-кет ҳайдаш йўли билан биринчи марта қайта ишланганда бензинли, керосинли, газойлли ва солярли фракциялар олинади. Улар бир-биридан қайнаш температурасининг тобора ўсиб бориши билан фарқ қилади. Улардан турли типдаги ИЁДлар 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 нефт қолдиқларини турли усуллар билан (юқорида келтирилган) иккинчи марта қайта ишлашдан ҳозирги кунда кенг фойдаланилмоқда. Бу қўшимча равишда қўллаб 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 нефт кони ва иккинчи марта қайта ишлаш усулига боғлиқ ҳолда молекулаларнинг тузилиши ва таркибига кўра сезиларли даражада фарқ қилади, албатта. Шу сабабли турли нефт 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 чизиқлари билан белгиланадиган фракцион таркибидир. Мазкур эгри чизиқлар бугланган ёнилғи нисбий миқдорининг температурага боғлиқлигини билдиради. Ҳайдаш эгри чизиқлари лаборатория шароитларида олинади. Стандартларда эса керакли характерли нукталар температураси кўрсатилади. Қайнаш бошланишидаги ва ёнилғининг 10 фоизи ҳайдалиб бўлган температуралар суюқ ёнилғиларда ишлайдиган, учқун билан ёндириладиган ИЁДларининг ишга тушиш сифатини кўп

жихатдан белгилайди. Ушбу хусусият дизеллар учун ҳам катта аҳамиятга эга. Шу билан бирга, паст температурада қайнайдиган фракциялар фозининг катта бўлиши юқори тсмпатурали шароитда енгил ёнилғида ишлайдиган ИЁД таъминлаш тизимидаги бузилишларга сабаб бўлиши мумкин, чунки бунда ИЁД элементларида буг тикинлари ҳосил бўлиши ва карбюратор ишида ёнилғини дозалаш бузилиши мумкин. 50% ли ҳайдаш температураси ИЁД 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 ИЁДларда оғир фракциялар киритиш тизими трубопроводларида суяк юпка парда ҳосил бўлишига олиб келади, бу ўз навбатида аралашма ҳосил бўлиши ва цилиндрлар бўйлаб ёнувчи аралашманинг текис тарқалишига салбий таъсир кўрсатади.

Фракцияли ҳайдаш эгри чизиклари ва суяк ёнилғиларнинг қайнаш температуралари ёнилғидаги углеводородларнинг миқдоридан ташқари кўп жихатдан углеводород молекуласидаги углерод атомларининг сони билан аниқланади. Нефтдан олинадиган суяк ёнилғилар молекулаларида 5 тадан 30 тагача углерод атомлари бўлиб, одатда бу сон қанча кичик бўлса, мазкур углеводород шунча паст температурада қайнайди (яъни ҳайдалади). Ушбу хусусиятнинг ўзи ёнилғиларнинг зичлигига, қовушқоклигига, музлаш температурасига, детонацияга чидамлилиқ кўрсаткичига, шунингдек ўз-ўзидан алангаланишига кучли таъсир кўрсатади. Нефт ресурсларининг чекланганлиги муносабати билан кейинги вақтларда автотрактор ИЁД ларида нефт бўлмаган хом ашёлардан олинадиган суяк ёнилғиларни қўллаш кенгайиб бормокда. Соф ҳолда ёки нефтдан олинадиган ёнилғилар билан аралаштирилган ҳолда қўлланиладиган асосий суяк ёнилғиларга қуйидагилар киради:

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

б) *Бензол* — ароматик углеводород бўлиб, тошқўмирни 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 ИЁДнинг ишга тушишини ёмонлаштириши мумкин.

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

г) *Этанол* (этил спирт) — асосан ўсимликлардан олинади. У метанол каби юқори антидетонацион хоссаларга эга ва учқун билан ёндириладиган ИЁДлари учун кўпроқ мос келади.

д) *Эфирлар* — углеводородли бирикмаларнинг катта туркуми бўлиб, тошқўмир, ёғоч ва ўсимликлардан олинади. Хом ашё ва тайёрлаш технологиясига боғлиқ ҳолда ҳам карбюраторли ИЁДларида, ҳам дизелларда фойдаланиш учун ўзаро уйғун хоссаларга эга бўлган эфирлар олиш мумкин. Спиртларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга, бироқ ишлаб чиқаришда қимматроқ. Эфирларни нефт ёнилғилари ўрнида ишлатиладиган истикболли ёнилғи сифатида қараш мумкин. 3.1 ва 3.4 жадвалларда суяқ ёнилғиларнинг баъзи хусусиятлари келтирилган.

3.3.2. Газ ёнилғилар

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

Учқун билан ёндириладиган ИЁДларида ёнувчи газларни қўллаш аралашма ҳосил қилиш жараёнини, шунингдек ҳар қандай ишлатиш шароитларида 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	Дизел 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 бошланишидаги температура	°C	30-40	180-200	150-155	65	78,3	80
50% хайдаш 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 сони	—	24-14	40-52	40-45	3	8	
Октан сони (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 ИЁДнинг совуқ ҳолда ишга тушириш ва қиздирилмаган ҳолатда ишлашидаги ёнилғининг буғланиши билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар бўлмайди, атроф-муҳит температураси юқори бўлганда таъминлаш тизимида буғ тикинлари ҳосил бўлиш ҳоллари ўз-ўзидан йўқолади. Газ ёнилғилари бензинларга нисбатан юқори антидетонацион хусусиятларга эга, бу эса двигателнинг сиқилиш 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 ИЁДлари учун анча мос келади, шунингдек дизелларда ҳам фойдаланилиши мумкин. Газ ёнилғиларининг келиб чиқиши турлича бўлади: *табиий 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 қўламда ўзгаради. Одатда, улар турли хилдаги ёнувчи ва инерт газларнинг аралашмасидан иборат. Уларнинг таркибига ёнувчи газлар: метан, пропан, бутун C_nH_m формулалари бошқа углеводородлар, водород, ис газ и ва ш. к., шунингдек, инерт газлар ва ифлослантирувчи моддалар (карбонат ангидрид, азот, намлик, смола ҳолидаги моддалар, механик зарралар, олтингугуртгли бирикмалар ва бошқ.) киради. Транспорт машиналарида газ ёнилғилари сиқилган ёки суюлтирилган ҳолда сақланади. 3.2–жадвалда ИЁДларда қўлланиладиган бир қатор газ ёнилғиларининг ҳажмий таркиби ва баъзи хусусиятлари келтирилган.

3.3.3. Газ конденсатлари

Газ конларидан олинadиган газ ёнилғилари таркибида углеводородларнинг анча оғир фракциялари кўпинча мавжуд бўлади, улар газ босими ортганда ва температураси пасайганда осон суюқланади. Газ конденсатлари деб аталмиш ушбу фракциялар нефтдан олинadиган стандарт суюқ ёнилғилар ўрнида, мазкур ёнилғилар камёб бўлганда, ёки иқтисодий мулоҳазаларга кўра, ишлатилиши мумкин. Ўрта Осиё регионидagi газ конларидан олинadиган 1 м^3 газнинг таркибидан 15–170 см^3 суюқ газ конденсатлари олинади. Албатта, газ конденсатларини ИЁД ларни деярли қайта ўзгартирмаган ҳолда қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. Газ конденсатларини қўллаш двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини суюқ 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, нафақат ўз талабларини, балки Урал, Қозғистон ва Марказий регионларни ҳам таъминлайди. Турли конлардан олинadиган газ конденсатларининг таркибида учкун билан ёндириладиган ИЁД 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 Муборақ, Газли, Учқир ва бошқа конлардан олинади. Улар бензинларга нисбатан паст температурада қайнай бошлайди, бу ўз навбатида ИЁД таъминлаш тизимида буғ тикинлари пайдо бўлишига мойилликни кучайтиради. Бирок махсус тадқиқотлар шуни кўрсатадики, замонавий ИЁДларнинг таъминлаш тизимида буғ тикинлари 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 сони 54—58 оралиғида бўлади. Бирок, ТЭС қўшиш ҳисобига газ конденсатларининг октан сонини ўрта сифатли бензинларникига тенглаштириш мумкин. Газ конденсатларини юқори октанли бензинлар билан аралаштириб уларнинг детонацияга чидамлилигини замонавий ИЁДлар талаб қиладиган даражагача ошириш мумкин. Бу ҳолда газ конденсатларидан фойдаланиш соф бензинга бўлган талабни 50—60% камайтиради. Газ конденсатларининг қовушқоқлиги бензинларникига яқин бўлганлиги учун ИЁД таъминлаш тизимини конструктив жиҳатдан ўзгартириш талаб қилинмайди. Махсус тажрибалар енгил газ конденсатларининг етарли даражада барқарор эканлигини ҳамда уларни сақлаш пайтида исрофлар (буғланиш туфайли) юқори эмаслигини кўрсатди. Оғир газ конденсатлари Шохпахти, Ачак, Шатлиқ, Карим, Ислим, Қора-Чоп, Равот, Гутуртли ва бошқа газ конларидан олинади. Тажрибалар шуни кўрсатдики, уларда дизел ёнилғисига қараганда енгил фракциялар кўпроқ экан. Бу жиҳат дизелнинг ишга тушиш хусусиятларини яхшилаши ва ўз-ўзидан алангаланишгача бўлган даврда ёниш камерасида буғланишни жадаллаштиришга олиб келиши керак.

Газ ёнилёқларининг баъзи хусусиятлари

Газ	Ҳақсий таркиби, %										760 мм с.м., уст. баъ 20°С даги эчкилик, кг/м³	Ёниш Ҳисси-лиги, кДж/м³	Оқтан сонни (мотор усулида аниқланган)
	Метан CH₄	этан C₂H₆	пропан C₃H₈	Бутан C₄H₁₀	Бошқа газлар CₙHₘ	Водо- род H₂	ис газ CO	Карбонат CO₂	Азот N₂	Кислород O₂			
Табиий газ (ўрта минтақа)	82-98	0,2-6	0,1-2	0,1-2	0,8 гача	0,3 гача	-	0,9 гача	0,4-9	-	30500- 36000	110	
Газли табиий газ	95	2	0,3	0,4	0,2	0,02	-	0,4	0,9	-	33800		
Бухоро табиий газ	93,8	3,0	0,7	0,5	0,8	-	-	0,6	0,6	-	35000		
Жаркент табиий газ	95,5	2,7	0,35	0,32	0,20	0,03	-	0,08	0,8	-	34100		
Фарғона табиий газ	85,9	6,1	1,5	1,6	1,2	-	-	0,1	3,6	-	35700		
Ибродон газ (сановат газ)	42-86	4-17	2-20	0,8-7	0,6-3,1	2,8 гача	-	0,2-2,1	1,3- 16,2	-	51600	95-100	
Шу газ катализтик проксиддан сўнг	8-12	8-10	10-15	23-32	12-18	1-1,5	-	-	-	-			
Шу газ катализтик рифорингдан сўнг	4-10	10-15	35-40	30-40	-	8-10	-	-	-	-			
Сановат газ (синтез газ)	52	-	-	-	3,4	9	11	-	24,6	-	22200		
Ёритувчи газ (шаҳар армоғида)	27-30	-	-	-	3-6	42-53	4-12	0,5-3,0	1,8	0,1- 1,0	17500- 21000		
Сувоқчиланган газ	-	-	50	50	-	-	-	-	-	-	98700	97	
Коқс газ	25-35	-	-	-	1,5-3	48-55	5-10	2,4	5-10	0,1- 1,0	16000- 18900		
Генератор газ (ўтиндан олинган)	2,5- 3,5	-	-	-	0,1-0,5	9,15	13-18	10-13	53-58	0,5- 0,8	6200- 4800		

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 дизел хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади. Кўпгина газ конденсатларининг цетан сони 40—65 оралиғида, яъни дизел ёнилғиникига тенг ёки бироз юқори бўлади. Бу жиҳат одатдагидек ростлашларда ИЁДнинг анча раван ишлашини таъминлайди. Газ конденсатларининг зичлиги ва қовушқоқлиги, одатда, дизел ёнилғисиникидан кам бўлади, бу эса дизел ёнилғисига мўлжалланган ёнилғи тизимидаги цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорининг бироз камайишига ва пуркаш босимининг пасайишига олиб келиши мумкин. Агар дизел кўрсаткичлари стандарт ёнилғиларда ишлагандаги кўрсаткичлардан сезиларли даражада ёмонлашадиган бўлса, газ конденсатларининг қовушқоқлигини махсус қуюқлаштиргичлар, масалан, полиизобутилен ёки дизел ёнилғиси қўшиб ошириш мумкин. Натижада стандарт ёнилғига бўлган талаб 40 — 50% камаяди. Оғир газ конденсатларининг баъзи бир хоссалари 3.3 -жадвалда келтирилган.

3.3-жадвал

Газ конденсатларининг хоссалари

Топилган жойи	Октан сони (мотор сули-да)	Цета сони	Фракцион таркиб учун ҳайдаш температураси, °С					20 С даги кинематик ушқоқлик, 10 ⁶ м ² /с	20 С даги зичлик, 10 ⁶ м ² /с
			қ.б.	10%	50%	90%	қ.о.		
			Ёнгил газ конденсатлари						
Жанубий Муборак	64,2		40	74	109	163	206	0,76	0,72
Шимолӣй 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						
Шоҳнаҳти		50,5	79	139	208	277	314	2,29	0,772
Ачак		39-42	103	122	151	242	292	1,16	0,77
Карим		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.

Қатор газ конларидан олинадиган газ конденсатлари таркибида энг зарарли модда — олтингугурт бўлади. Баъзи ҳолларда унинг миқдори 3% гача етади ва бу газ конденсатларини ИЁДлари 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 Ўрта 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. Хавонинг назарий зарур миқдори

Ёнилғининг ички ёнув двигатели цилиндрида оксидланиши мураккаб кимёвий жараён бўлиб, бунда бошланғич углеводород молекулалари парчаланади ва оралиқ молекулалари ҳосил бўлади. Бошланғич реагентлар ва охириги маҳсулотлар миқдорини аниқлаш учун ёнилғи элементлари ва оксидловчиларнинг оддий кимёвий 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 (g_i) ёки ҳажм бўйича (r_i) миқдори ёнилғининг элементар таркиби дейилади. Углерод, водород ва кислороднинг кимёвий бирикмасидан ташкил топган 1 кг суёқ 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; $C + O_2 = CO_2$ (3.2)

ва $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. (3.3)

Ёнилғидаги углероднинг оксидланиши қуйи $\frac{44}{12}$ дагича юз беради:

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

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

Газ ҳолатидаги моддаларни *киломолда* ифодалаб, қуйидагига эга бўламиз: $g_c \text{ кг } C + \frac{8}{3 \cdot 32} \text{ кмол } O_2 = \frac{11}{3 \cdot 44} \text{ кмол } CO_2,$

$$g_c \text{ кг C} + \frac{g_c}{12} \text{ кмол O}_2 = \frac{g_c}{12} \text{ кмол CO}_2, \quad (3.5)$$

Ёнилғидаги водороднинг оксидланишини ҳам худди шундай усулда аниқлаймиз:

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

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

Газ ҳолатидаги моддаларнинг киломолдаги миқдори:

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

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

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

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

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

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 I_0 кг/кг ва L_0 кмол/кг орқали белгилаб, қуйидагига эга бўламиз:

$$I_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} g_c + 8 g_H - g_O \right) \text{ кг/кг}; \quad (3.10)$$

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

Элементар ёнилғилар учун I_0 ва L_0 ни аниқлашда уларнинг кимёвий формулаларини билиш кифоя. Турли углеводородларнинг аралашмасидан иборат одатдаги нефть ёнилғилари учун уларнинг лаборатория йўли билан аниқланадиган масса таркиби маълум бўлиши керак.

3.4-жадвалда мазкур катталиклар автотрактор ИЁДларида қўлланиладиган бир қатор суюқ ёнилғилар учун келтирилган. Таркиби кимёвий 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.

3.4 – жадвал

Суюқ ёнилғиларнинг элементар таркиби ва қуйи ёниш иссиқлиги

Ёнилғи	Элементар таркиби			Молекуляр масса, μ кг/мол	Қуйи ёниш иссиқлиги, H_u кЖ/кг
	гс	гн	го		
Бензин (ўртача)	0,855	0,145	–	110-120	44000
Дизел ёнилғиси (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 $C_nH_mO_p$ кимёвий формула шаклида берилади; r_{N_2} , r_{CO_2} — инерт компонентларнинг ҳажмий улуши. Улар одатда табиий,

қўшимча, саноат ва бошқа газ ёнилғиларида учрайди. (3.2) формулага мувофиқ ҳар бир углерод атоми 1 молекула кислород талаб қилади. Натижада 1 молекула карбонат ангидрид гази 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 ёнилғиси ёнувчи компонентининг оксидланиш реакциясини қуйидагича ёзамиз:

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

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

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

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

3.5. Ҳавонинг ортиклик коэффиценти

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 ортиклик коэффиценти билан характерланади. У аралашмадаги ҳавонинг ҳақиқий миқдорининг тўла ёниш учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдорига нисбати билан аниқланади.

$$\text{Суюқ ёнилғи учун: } \alpha = G_{xx} / l_0 G_e = l / \alpha. \quad (3.15)$$

Бунда G_{xx} — ҳақиқий ҳаво миқдори, кг (G_e кг ёнилғи билан аралашган);

l_0 — 1 кг ёнувчи аралашма таркибидаги ҳақиқий ҳаво миқдори.

$$\text{Газ ёнилғи учун: } \alpha = N_{xx} / L_{\alpha} N_e = V_{xx} / \alpha V_e = L / L_{\alpha}, \quad (3.16)$$

Бунда N_{xx} (V_{xx}) — N_e (V_e) кмол (m^3) газ ёнилғиси билан аралашган ҳавонинг ҳақиқий миқдори, кмол (m^3).

Агар $l = l_0$ ($L = L_{\alpha}$) бўлса, аралашма нормал ёки *стехиометрик аралашма* ҳисобланади (бунда $\alpha = 1$). Агар $l > l_0$ ($L > L_{\alpha}$), яъни $\alpha > 1,0$ бўлса, ўта тўйинмаган (бедный) аралашма ҳисобланади. Бу аралашмаларда ортикча ҳаво мавжуд. Агар ҳавонинг миқдори бироз ортик бўлса, бундай аралашма тўйинмаган (обедненный) ҳисобланади. Агар $l > l_0$ ($L > L_{\alpha}$), 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 ортик бўлса, аралашма тўйинган дейилади. Одатда, учқун билан ўт олдириладиган бензинли ИЁД ларида ҳавонинг ортиклик коэффиценти 0,75–1,25 оралиғида бўлади. Газ ёнилғисиди ишлайдиган ИЁДларда эса $\alpha = 1,0 - 1,30$ бўлади.

Юкланиш сифат жиҳатдан созланадиган дизелларда аралашманинг ўртача таркиби ва ҳавонинг ортиклик коэффиценти тўла юкланишда $\alpha = 1,2 - 1,5$ оралиғида ва салт ишлашда $\alpha = 5 - 6$ оралиғида ўзгаради.

3.6. Янги заряднинг солиштирма миқдори

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

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

Бунда μ_c — ёнилгининг ўртача молекуляр массаси (3.4-жадвалга қаранг).

Газ ёнилғиси учун $M_1 = \alpha L_0 + 1$, кмол/кмол. (3.18)

Дизелларда цилиндр ичига атмосфера ҳавоси киритилади, ёнилғи эса суюқ ҳолатда пуркалади. Пуркалган ёнилғи ҳажмини ҳавонинг ҳажмига нисбатан эътиборга олмаса ҳал бўлади. Бу ҳолда $M_1 = \alpha L_0$ кмол/кг. (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 ортикча азот ва кислороддан иборат. Суюқ ёнилгининг ёнишида қуйидаги газлар ҳосил бўлади:

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{O_2} + M_{N_2}. \quad (3.20)$$

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

$$M_{CO_2} = g_C/12, \text{ кмол/кг}; \quad (3.21)$$

$$M_{H_2O} = g_H/2, \text{ кмол/кг}. \quad (3.22)$$

Ёниш жараёнида катнашмайдиган кислород ва азот миқдори қуйидаги муносабат орқали аниқланади: $M_{O_2} = 0,21(\alpha - 1)L_0$, кмол/кг; (3.23)

$$M_{N_2} = 0,79L_0, \text{ кмол/кг}. \quad (3.24)$$

Ёниш маҳсулотларининг солиштирма миқдори учун

$$M_2 = g_C/12 + g_H/2 + 0,21(\alpha - 1)L_0 + 0,79\alpha L_0. \quad (3.25)$$

L_0 ўрнига унинг (3.11) формуладаги қийматини қўйсақ, қуйидагига эга бўламиз: $M_2 = \alpha L_0 + g_H/4 + g_O/32$. (3.26)

$$\text{Агар } \alpha = 1 \text{ бўлса, } M_{2(\alpha=1)} = g_C/12 + g_H/2 + 0,79L_0 \quad (3.27)$$

ёки (3.26) ни ҳисобга олган ҳолда

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

(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 ортикча миқдори йиғиндисидан иборат деб қабул қилиш мумкин. Газ ҳолатдаги ёнилғи ёнганда ҳосил бўладиган ёниш маҳсулотлари ҳам (3.20) формула бўйича аниқланади, аммо M_{CO_2} миқдорига ёнилгининг инерт қисми (r_{CO_2}) ҳам қўшилади. Шунга ўхшаш M_{N_2} ҳам цилиндрга киритилган ҳаводаги азот ҳамда ёнилғидаги азотдан (r_{N_2}) ташкил топади. У ҳолда (3.13) формулани ҳисобга олиб, ёниш маҳсулотларини қуйидагича

аниқлаймиз:

(3.30)

$$M_{CO_2} = \sum n \cdot r_i + r_{CO_2},$$

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

(3.23) формуладан кислород учун: $M_{O_2} = 0,21(6-1)L_{O_2};$

(3.24) формуладан азот учун: $M_{N_2} = 0,796L_{O_2} + r_{N_2}.$

Демак, газ ёнилғиси учун ёниш маҳсулотлари қуйидагича ҳисобланади:

$$M_2 = \sum \left(n + \frac{m}{2} \right) r_i + 6L_{O_2} - 0,21L_{O_2} + r_{CO_2} + r_{N_2}. \quad (3.32)$$

Стехиометрик таркибли аралашма учун:

$$M_{2(\alpha=1)} = \sum \left(n + \frac{m}{2} \right) r_i + 0,79L_{O_2} + r_{CO_2} + r_{N_2}. \quad (3.33)$$

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 киломол сонлари ёнилғидаги g_H/g_C нисбат билан аниқланар экан. Бензин учун $g_H/g_C = 0,17-0,19$ бўлганда

$M_{H_2} / M_{CO} = K = 0,45 - 0,5$ га тенг бўлади. Углероднинг ис газига

CO га оксидланиш реакцияси қуйидагича бўлади: $2C + O_2 = 2CO;$ (3.35)

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

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

ёки

$$g_c \text{ кг C} + \frac{g_c}{24} \text{ кмол O}_2 = \frac{g_c}{12} \text{ кмол CO.} \quad (3.37)$$

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

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

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

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

Шундай қилиб, (3.34) формула мазкур ҳол учун қуйидаги кўринишга келади: $M_2 = g_c / 12 + g_H / 2 + 0,796 L_0.$ (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 $(g_o/32)$ 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: $0,21\alpha L_0 + g_o/32 = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{CO}} + M_{\text{H}_2\text{O}}.$ (3.41)

(3.5), (3.7), (3.38) ва (3.39) тенгламаларга кўра:

$$M_{\text{CO}_2} = M_{\text{CO}_2} = g_c/12 - M_{\text{CO}};$$

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

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

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

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

у ҳолда

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

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

$$M_{H_2O} = g_N / 2 - M_{H_2} ; \quad (3.45)$$

(3.24) формулага биноан $M_{N_2} = 0,796 L_0$ бўлади.

3.8. Молекулалар ўзгаришининг кимёвий коэффициентлари

(3.7) ва (3.37) формулалардан маълумки, суяқ 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 суяқ ёнилғидаги кимёвий 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 кимёвий коэффициентлари орқали баҳоланади:

$$m_0 = M_2 / M_1 = 1 + \Delta M / M_1. \quad (3.46)$$

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

$$\Delta M = g_H / 4 + g_0 / 32. \quad (3.47)$$

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

$$\Delta M = g_H / 4 + g_0 / 32 - 1 / m_e. \quad (3.48)$$

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

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

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

$$\Delta M = 0,21(1 - \beta)L_0 + g_H / 4 + g_0 / 32 - 1 / m_e. \quad (3.49)$$

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

$$\Delta M = \sum (n + m / 2)r_i + r_{CO_2} + r_{N_2} - 0,21L_{0_2} - 1$$

ёки (3.14) ни ҳисобга олган ҳолда

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

Газ ёнувчи компонентларининг тўла таркиби (Σr) ни қўшиб ҳамда айириб қўидагига эга бўламиз: $DM = \sum (m / 4 + p / 2 - 1) r_i + r_{CO_2} + \sum r_i + r_{N_2} - 1.$

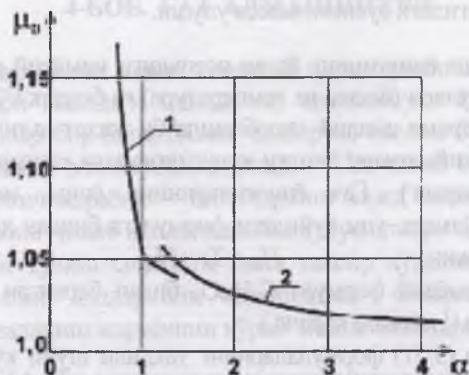
ёки газ ёнилғиси учун $\sum r_i + r_{CO_2} + r_{N_2} = 1$ эканлигини ҳисобга олсак,

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

Газ ёнилғисининг ёнишидаги моллар сонининг ўзгариши унинг таркибига боғлиқ экан.

$\sum (m / 4 + p / 2) r_i > \sum r_i$ да DM катталиқ мусбат ва $\sum (m / 4 + p / 2) r_i < \sum r_i$ да DM катталиқ манфий бўлади. Шундай қилиб, газ ҳолатидаги ёнилғилар ёнишида m_0 катталиқ 1 дан катта бўлиши ҳам, кичик бўлиши ҳам мумкин. (3.46–3.50) формулалар DM ва m_0 нинг ёнувчи аралашма ва ёнилғи таркибига боғлиқ ҳолда ўзгаришини таҳлил қилишга имкон беради. α нинг ўсиши билан m_0 нинг камая бориши умумий қонуниятдир. ИЁДларда қўлланиладиган ёнилғилар учун m_0 нинг ўзгариш графиги 3.1-расмда кўрсатилган.

Ёнилғининг амалий шароитларда ёниши натижасида ИЁДнинг 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 нўқорида олинган қийматлардан қолдиқ газларнинг киломоллари сони ҳисобига фарқ қилади. Бундай шароитларда молекулалар ўзгаришининг ҳақиқий коэффициентини тушунчасидан фойдаланилади. Мазкур тушунчанинг таърифи 7-бобда келтирилади.



3.1-расм. Молекуляр ўзгариши кимёвий коэффициентининг аралашма таркибига таъсири: 1-бензин; 2-дизел ёнилгиси учун

3.9. Ёнилғи ва ёнувчи аралашманинг ёниш иссиқлиги

Цикл ишининг қўламини, шунингдек ИЁДнинг қуввати ва бошқа бир қатор кўрсаткичларини белгилловчи цилиндр ичида ёндириладиган ёнилғи-хаво аралашмасининг энг муҳим хусусиятларидан бири *аралашманинг ёниш иссиқлиги* H_{ap} дир. Ёнилғи тўла ёнганда у қуйидаги муносабатдан топилади:

$$H_{ap} = H_u / M_1, \text{ кЖ/кмол} \quad (3.51)$$

бунда H_u — ёнилғининг қуйи ёниш иссиқлиги (кЖ/кг суюқ ёнилғилар учун, газлар учун кЖ/кмол). 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 буғларининг конденсацияланиш 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 қўра ΔH_u қуйидагича аниқланади:

$$\Delta H_u = H_0 - \Delta H_k. \quad (3.52)$$

Конденсацияланиш иссиқлиги эса қуйидаги ифода орқали топилади:

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

бунда: R_k — сув буғининг конденсацияланиш иссиқлиги;

g_{H_2O} – ёнилғидаги сувнинг масса улуши.

Умумий ҳолда ёнилғининг ёниш иссиқлиги кимёвий реакцияни амалга ошириш шароитлари (босим ва температура) га боғлиқ бўлади, бироқ ички ёнув двигателларини амалий ҳисоблашда бу жиҳат эътиборга олинмайди. H_o 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:

$$H_{ш} = \sum_i H_{шi}, \quad (3.54)$$

бунда $H_{ш}$ кимёвий формула $C_nH_mO_p$ билан берилган i -компонентнинг ёниш иссиқлиги (1 иловага қаранг.)

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

Ёнилғининг чала ёниши ($\alpha < 1,0$) натижасида ИЕДда юз берувчи кимёвий реакциялар иссиқлик эффектнинг бир қисмидан фойдаланилмайди ва ёнувчи компонентларнинг маълум бир қисми атмосферага чиқариб ташланади. Бу ҳолат учун $H_{ap} = (H_u - \Delta H_u)/M_1$,

$$(3.55)$$

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

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

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

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

5-жадвал

Стехиометрик таркибли ёнувчи аралашмаларнинг хусусиятлари

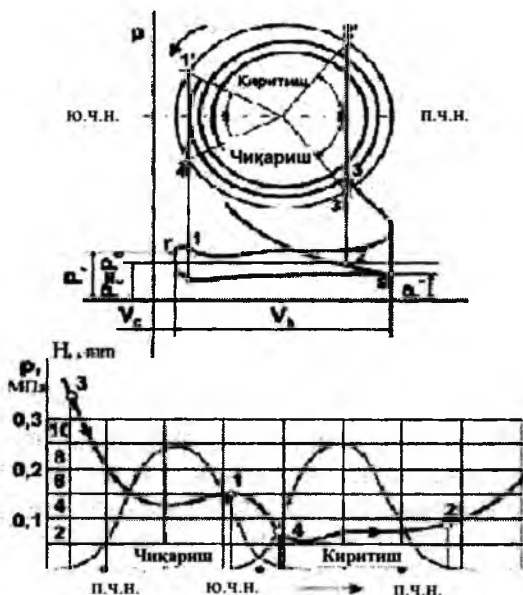
Ёнилғи	L_o , кг/кг	L_o кмол/кг (L_{ol} кмол/кмол)	$H_{шap}$ кЖ/кмол
Бензин (ўртача)	14,96	0,512	84500
Дизел ёнилғиси (ўртача)	14,45	0,495	85860
Керосин (ўртача)	14,61	0,504	84600
Бензол	13,38	0,458	84660
Этанол	9,061	0,310	81180
Метанол	6,522	0,223	76180
Бутан	15,6	(30,95)	80180
Пропан	15,7	(23,81)	79130
Табиий газ	—	(9,52)	76200
Генератор газ (ўтиндан олинган)	—	(0,9—1,1)	52300
Йулдош газ	—	(10,9)	32800
Сикзилган газ (50% бутан, 50% пропан)	15,65	(27,38)	77840

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 ИЁДни яратишда биргаликда оптимallasштирилади. Газ чиқиб кетишидан олдин цилиндрнинг 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.

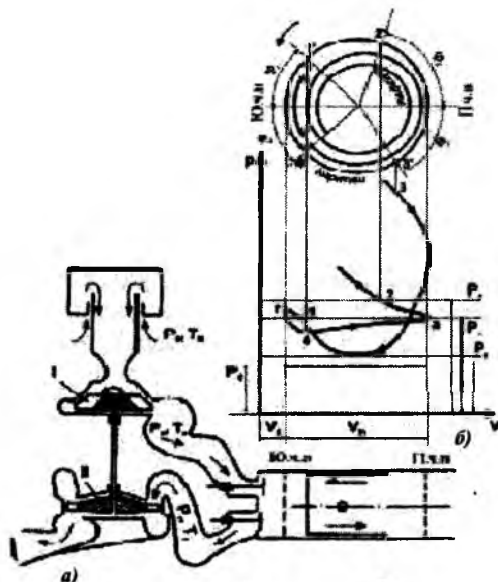
4.1. Ишлатилган газларнинг чиқарилиши

4.1- расмда босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли двигателда содир бўладиган газ алмашинуви босқичлари тасвирланган. Расмда газ тақсимланиш фазаларини ифодаловчи диаграмма ҳам кўрсатилган. Диаграмманинг характерли нукталари бундан илгарироқ келтирилган клапанларнинг очилиш ва ёпилиш пайтларининг (моментларининг) белгиларига мос келади. Газ чиқарилишининг бошланғич босқичида (нукта 5 дан кейин) цилиндрдаги босим атмосфера босимидан бир неча барабар зиёд бўлади, натижада ишлатилган газлар цилиндрдан товуш тезлиги (500—700 м/с) билан чиқа бошлайди. Цилиндрдан эркин чиқиш даври деб аталадиган 3 нуктадан то ПЧНгача бўлган давр ичида ишлатилган газларнинг 60—70 фоизи чиқиб кетади, шунинг учун унинг босими тез пасаяди. ПЧНдан ЮЧНгача бўлган ораликда цилиндрдаги босим атмосфера босимидан бироз юқори бўлади, цилиндр деворларига иссиқлиги ўтиб кетиши оқибатида газнинг харорати пасаяди, бунда ҳаракатдаги поршен итариб чиқариши ҳисобига газлар чиқариш тизимиغا 100—250 м/с тезлик билан чиқарилади (бу давр мажбурий чиқариш даври дейилади). Мавжуд шароитда газларнинг чиқарилиш жараёни кўчма (нестационар) тарзда бўлади ва тебранма ҳодисалар билан кечади. Бундай ҳодисалар циклни ва клапан ишининг даврийлиги туфайли, шунингдек пайдо бўлаётган босим тўлқинларининг гидравлик қаршилиги юқори бўлган тизим деворлари ва элементларига тегиб қайтиши туфайли юз беради. Чиқаришнинг охириги қисми (1 ва 4 нукталари оралигида) клапанлар очик даврда поршен бироз сурилганида содир бўлади.



4.1-расм. Босим остида киритиш усули қўлланилган тўрт тактли ИЁД
да газ алмашинуви

Ишлатилган газларнинг бир қисми киритиш тизимига қисман очилган киритиш клапани орқали ўтиши мумкин ва аксинча. Киритиш ва чиқариш тизимларида 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 ИЁДда, ҳозирги вақтда энг кўп қўлланилаётган турбокомпрессорли тизимга татбиқан олганда (4.2-расм), ишлатилган газлар рессиверга чиқади (p_c 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.



4.2-расм. Турбонаддувчи тўрт тактли ИЕДда газ алмашинуви:
а-газ турбинали двигател схемаси; б – газ тақсимлаш фазалари ва газ алмашиниш
жараёнининг индикатор диаграммаси: I-компрессор; II-газ турбинаси

Газ турбинаси борлиги туфайли газларни чиқаришга қаршилик кўрсатувчи босим ҳаво босим билан киритилмайдиган двигателдагига қараганда юқори бўлади. Маълумки, ишлатилган газлар энергиясининг асосий қисми газ турбинасини ҳаракатга келтириш учун ишлатилади. Шу энергияни кўпайтириш учун чиқариш клапанининг очилиш пайғи 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 ИЕДлардагига нисбатан узоқроқ қилиб олинандиган клапанларнинг очик бўлиш даврида (яъни т.в.б. 50—100°) ёниш камераси янги заряд билан тозаланади (шамоллатилади). Унинг босими цилиндрдаги ёки чиқариш тизимидаги 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.

ИЁДда газ алмашинувининг муҳим сифат кўрсаткичларидан бири $\gamma_{\text{қал}}$ - қолдиқ газлар коэффицентидир. У бундан олдинги циклдан цилиндрда қолган ёниш маҳсуллари миқдорининг цилиндрга кирган янги заряднинг миқдorigа нисбатидан иборат: $\gamma_{\text{қал}} = \frac{m_r}{m_1} = \frac{M_r G_e}{M_1 G_e} = \frac{M_r}{M_1}$, (4.1)

бу ерда: m_r ва M_r — 1 циклга ёки 1 кг ёнилғига тўғри келган қолдиқ газлар миқдори, киломол ҳисобида; m_1 ва M_1 — 1 циклга ёки 1 кг ёнилғига тўғри келган янги заряд миқдори, киломол ҳисобида; G_e — 1 цикл давомида ишлатиладиган ёнилғи миқдори. Агар шамоллатиш натижасида ёниш камерасидаги қолдиқ газлар миқдорининг камайишини бирдан кичик бўлган тузатма коэффицент (φ_0) ни киритиш йўли билан ҳисобга оладиган бўлсак, ушбуга эга бўламиз:

$$M_r = \frac{\varphi_{0r} P_r V_c}{(\mu R) T_r G_e} = \frac{\varphi_{0r} P_r V_h}{(\mu R) T_r (\epsilon - 1) G_e} \quad (4.2)$$

бу ерда: p_r , T_r — қолдиқ газлар кўрсаткичлари; 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 коэффицентининг қийматини белгиловчи конструктив омил сиқиш даражасидир. Шу сабабли дизелларда мазкур коэффицентнинг қиймати учкундан ўт олдириладиган ИЁДдагига нисбатан анча кичик бўлади. Шунини ҳам айтиб ўтамизки, ушбу коэффицентнинг қиймати қолдиқ газларнинг параметрларига, цилиндрга киритилган янги заряд миқдorigа ва цилиндрни шамоллатиш самарадорлигига боғлиқ. Мазкур катталикларга ИЁДнинг ишлаш режими ва бошқа қатор ташқи омиллар ҳам таъсир кўрсатади. Ушбу омилларнинг газ алмашинувига таъсири кейинроқ кўриб чиқилади. Номинал режимда ишловчи замонавий ИЁДлар учун хос бўлган чиқариш жараёни кўрсаткичлари 4.1-жадвалда келтирилган.

Чикариш жараёни кўрсаткичлари

Ички ёнув двигатели	$\eta_{\text{ит}}$	p , МПа	T , К
Ушқундан ўт олдириладиган	0,06—0,10	$(1,1-1,25)p_0$	900—1100
Тўрт тактли, босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизел	0,03—0,05	$(1,05-1,2)p_0$	600—850
Тўрт тактли, босим остида киритиш усули қўлланилган дизел	0,03—0,05	$(0,75-1,10)p_k$	700—900

4.2. ЦИЛИНДРНИ ТЎЛДИРИШ

Айтиб ўтганимиздек, ИЁД 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 ИЁДнинг ўртача индикатор босимини, буровчи моментини ва қувватини белгилашини кўрсатиш қийин эмас.

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

(3.15) формулага кўра цикл давомида ишлатиладиган ёнилғи миқдори

$$G_{\text{сч}} = G_{\text{х-ц}} / \alpha$$

бу ерда $G_{\text{х-ц}}$ — бир циклда сарфланадиган ҳаво миқдори. У ҳолда $L_i = p_i V_i = (\eta_i H_u G_{\text{сч}}) / \alpha$ ёки ҳавонинг ортиклик коэффициентини α берилганда

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

Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁД 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 олинishi керак. Бироқ бунда ҳам умумий ҳулоса 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 ИЁДда 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,

клапаннинг ўтиш кесимидаги ва цилиндр ичидаги газнинг зичлиги орасидаги тафовутни ҳисобга олмасдан, газ оқимининг узлуксизлиги тенгламаси асосида қуйидагини ёзиш мумкин:

$$F_{\Pi} C_{\Pi} d\tau = f_{\text{кл}} W_{\text{кур}} F_p d\tau, \quad (4.4)$$

бу ерда: F_{Π} , C_{Π} — цилиндр (поршен) нинг қўндаланг кесими юзи ҳамда поршеннинг тезлиги; $f_{\text{кл}}$, $W_{\text{кур.ўр}}$ — клапан патрубogiдаги ўтиш кесими юзининг ва ундаги газ тезлигининг қийматлари.

(4.4) формуланинг чап қисмини киритиш даври бўйича (ЮЧНдан ПЧН гача) интеграллаш қуйидагини беради:

$$\int_{\varphi_{\text{мв}}}^{\varphi_{\text{мс}}} \frac{F_{\Pi} C_{\Pi}}{\omega_{\text{мс}}} d\varphi = V_h, \quad (4.5)$$

бу ерда $\omega_{\text{мс}} = d\varphi/dt = 1/b_{\text{мс}}$ тирсақли валнинг бурчак тезлиги.

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

$$\frac{f_{\text{кл}} \cdot W_{\text{кур.ўр}}}{\omega_{\text{мс}}} d\varphi = W_{\text{кур.ўр}} \frac{1}{\omega_{\text{мс}} \varphi_0} \int_{\varphi_0}^{\varphi_{\text{мс}}} f_{\text{кл}} d\varphi, \quad (4.6)$$

бу ерда $W_{\text{кур.ўр}}$ — клапан патрубogiдаги газнинг ҳаракат даври давомидagi ўртача тезлиги; φ_0 , $\varphi_{\text{мс}}$ — тўлдириш жараёнининг бошланиши ва охирига мос келувчи кривошипнинг бурилиш бурчаклари.

$$\text{Биобарин, } W_{\text{кур.ўр}} = V_h \left/ \left(\frac{1}{\omega_{\text{мс}} \varphi_0} \int_{\varphi_0}^{\varphi_{\text{мс}}} f_{\text{кл}} d\varphi \right) \right. \quad (4.7)$$

(4.7) тенгламанинг ўнг қисми маҳражи 4.1-расмда кўрсатилган клапаннинг кўтарилишини кўрсатувчи эгри чизик ости юзига мутаносиб бўлган киритиш клапанининг очилиш вақти-кесимини билдиради. Шундай қилиб, клапан патрубogiдаги заряднинг ўртача тезлиги клапаннинг очилиш вақти-кесимига тескари мутаносибдир. Бернулининг 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 кўришиб турибдики, киритиш жараёнида газнинг тезлиги ИЁД тирсақли вали айланишининг бурчак тезлигига мутаносиб тарзда ортади. Шу сабабли киритишга кам вақт ажратиладиган, биобарин, тўлдириш муаммоси секин-юрак двигателларга нисбатан анча мураккаб бўлган тез-юрак ИЁДларда клапаннинг газ ўтадиган кесимини катталаштирган ва киритиш фазасини кенгайтирган ҳолда клапаннинг очилиш вақти-кесимини катталаштиришга ҳаракат қилинади. Бу йўналишдаги тадбирлардан бири — барча замонавий автотрактор двигателларида кенг қўлланилаётган тўлдиришнинг сўнгги

босқичида (ПЧНдан 2 нуктагача) цилиндрни қўшимча зарядлашдан иборат. Бунда, поршеннинг ЮЧН га томон ҳаракатланишига, бинобарин, цилиндрнинг ҳажми кичиклашишига қарамай, илгарироқ жараённинг асосий босқичида юзга келган газ оқими ҳисобига цилиндрга янги заряд кириши ~~этом~~ этади. Одатда, айланиш частотаси ортиши билан цилиндрнинг киритиш йўлида сийракланиш ҳам ортади ва цилиндрнинг инерцион қўшимча зарядланиши каттароқ аҳамиятга эга бўла боради. Шу боис ИЁД клапанининг номинал айланиш частотаси қанча юқори бўлса, одатда, киритиш клапанининг ПЧНга нисбатан беркилиш бурчаги шунча катта бўлади. Табиийки, валнинг айланиш частотаси кичик бўлганда, яъни қўшимча зарядлаш самарасиз бўлганда ПЧН билан 2 нукта орасидаги давр ичида цилиндрдан киритиш тизимига заряд қайтиб чиқиши ва оқибатда цилиндрни тўлдириш ёмонлашиши мумкин. Шундай қилиб, киритиш клапанининг қайд қилинган беркилиш пайти ИЁДлар ишининг турли тезлик режимлари учун энг яхши бўлавермайди, уни ўзгартириш эса газ тақсимлаш механизми тузилишининг анча мураккаблашуви билан боғлиқдир. Шунинг учун нукта 2 га тўғри келувчи кривошипнинг бурилиш бурчаги ИЁД 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 қўрилади. Тўлдириш жараёнининг ностационарлигини эътиборга олиб, газ тақсимлаш фазаларини танлашда, кўпинча, ИЁДнинг муайян тезлик доирасида ҳавонинг босим билан киритилиши динамик тарзда бўлиши учун киритиш тизимида 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 ИЁДда (4.2-расмга қаранг) цилиндрдаги янги заряднинг босими киритиш жараёнида атмосфера босимидан юқори бўлади. Унинг қиймати мазкур усулда қабул қилинган босим даражасига ($p_k = p_1/p_2$) ва двигателнинг иш режимига боғлиқ бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларида бўлгани каби, киритиш тизимида исрофларнинг мавжудлиги шунга олиб келадики, цилиндрдаги босим бевосита компрессордан кейинги босимга қараганда паст бўлади, яъни $p_2 < p_k$. Босим остида киритиш даражаси юқори бўлганда ($p_k > 2$) сиклланган заряд компрессордан кейин, махсус оралиқ совиткичда

совитилади. Бу ҳол двигател деталларининг иссиқликдан зўриқишини камайтиради, учкундан ўт олдириладиган двигателларда детонация эҳтимолини камайтиради, шунингдек цилиндрнинг янги заряд билан тўлишини яхшилайди. Клапанлар очик бўлган даврда ёниш камерасини шамоллатиш ҳам цилиндрнинг тўлишини яхшилайди.

4.2.1. Цилиндрни заряд билан тўлдиришда газ кўрсаткичлари

a нуқтада газнинг босими. Киритиш тактининг поршен ПЧН ҳолатдалигида цилиндрдаги газ босими учун тахминий ифодани газнинг ҳаракатини барқарор деб фараз қилган ҳолда Бернулли тенгламасидан олиш мумкин. У ҳолда иккита кесим: киритиш тизимига кириш жойидаги кесим ва цилиндрга кириш жойидаги кесим учун газ энергиясининг баланси қуйидагича ёзилади:

$$p_k / \rho_k + W_k^2 / 2 + g z_k = p_a / \rho_a + (1 + \xi) W_{кр}^2 / 2 + g z_a, \quad (4.8)$$

бу ерда: ρ_k ва ρ_a — кўрилатган кесимлардаги заряднинг зичликлари; W_k ва $W_{кр}$ — киритиш тизимига кириш жойида ва клапанда газнинг тезликлари; z_k ва z_a — киритиш трубопроекти ва киритиш клапани сатҳига қадар нивелир баландлик; ξ — киритиш тизимининг энг тор кесимига (клапан тирқишига) нисбатан олинган киритиш тизимининг қаршилик коэффициентини. $W_k \approx 0$; $z_k \approx z_a$; $\rho_k \approx \rho_a$

қилиб олган ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

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

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 қийматидир.

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

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

a нуктадаги температура. Янги заряд киритилаётганда киритиш тизими ва цилиндрнинг иссиқ деворларига тегиб, иссиқлик алмашинуви натижасида 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 қайнайдиган ёнилғилар (метанол, этанол) да ишлайдиган ИЁДларда буғланиш натижасида янги заряднинг совиш самараси айниқса юқоридир.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда янги заряднинг тизим деворларига тегиб исиши босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагига қараганда анча кам бўлади, чунки хайдагич (нагнетатель)дан чиқаётганда унинг ҳарорати юқори бўлади. Киритиш жараёнида янги заряд температураси анча юқори бўлган қолдиқ газлар билан аралашиб қўшимча равишда исийди. Иш жисмининг ПЧНдаги (a нуктадаги) температураси газлар ўзгармас босим шароитида аралашганда ҳосил бўлувчи иссиқлик баланси асосида аниқланади. Бинобарин, энтальпиялар тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\dot{I}_{y.g} + \dot{I}_{k.a} = \dot{I}_a. \quad (4.10)$$

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

(4.10) формуланинг таркибий қисмлари ушбу формулалардан аниқланади:

$$H_{y.z} = \mu C_p M_1 G_{e.y} (T_k + \Delta T),$$

бу ерда: ΔT — тизимга киришда янги заряднинг исиши;

$$H_k = \mu C'_p M_r G_{e.k} T_r;$$

$$H_a = (M_1 + M_r) G_{e.y} \mu C'_p T_a.$$

$\mu C'_p / \mu C_p = \varphi$ тарзида белгилаб ва $\mu C'_p \approx \mu C_p$ деб фараз қилиб ушбунни ҳосил қиламиз $(M_1 + M_r) T_a = M_1 (T_k + \Delta T) + M_r \varphi T_r$. (4.11)

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

$$\dot{Q}_a = \frac{\dot{Q}_e + \Delta \dot{Q} + \varphi \gamma_{k.e} \dot{Q}_r}{1 + \gamma_{k.e}}. \quad (4.12)$$

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларда $T_k = T_0$, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда эса T_k катталиқ янги

заряднинг ҳайдагичда сиқилиш жараёнида исишини ҳамда оралик совиткичда совиши мумкинлигини эътиборга олиб аниқланади.

4.2.2. Тўлдириш коэффициентни

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 цилиндрнинг иш ҳажмини тўлдириши мумкин бўлган заряд массасига нисбатидан иборат. Киритишдаги шарт-шароитлар босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлар учун атмосфера ҳавосининг кўрсаткичлари билан, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлари учун эса заряднинг цилиндрга кириш олдидаги (яъни ҳайдагичдан ёки оралик совиткичдан ўтгандан кейин) кўрсаткичлари билан аниқланади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган, суяк ёнилғида ишлайдиган ИЁДлари учун тўлдириш коэффициентини ёнувчи аралашма бўйича эмас, балки ҳаво бўйича ҳисоблаш қабул қилинган, чунки бу усул амалда қўллашга қулай бўлиб, натижалар фарқи иккала усул учун жуда кам бўлади. Таърифга кўра

$$\eta_v = G_{\text{ш}}/G_{\text{ш}} = \frac{V_k \rho_k}{V_h \rho_k} = \frac{V_k}{V_h} \quad (4.13)$$

бу ерда: V_k — тўлдириш охирида цилиндр ичида бўлган, киритишдаги шарт-шароитларга келтирилган ҳавонинг ҳажми; V_h — цилиндрнинг иш ҳажми. Киритишдаги шарт-шароитда цилиндрга киритилган ҳаво учун ҳолат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$p_k V_k = \eta_v p_k V_h = (\mu R) M_1 G_{\text{ш}} T_k \quad (4.14)$$

Поршен ПЧНда (α нуктада) турганда цилиндрдаги газнинг ҳолат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$p_a V_a = (\mu R) (M_{1a} + M_r) G_{\text{ш}} T_a \quad (4.15)$$

бу ерда $M_{1a} + G_{\text{ш}}$ — ПЧНга қадар цилиндрга киритилган янги заряд миқдори.

Умумий ҳолда заряднинг бу миқдори киритиш охиридаги цилиндрнинг тўлиқ заряди $M_{1a} + G_{\text{ш}}$ дан фарқ қилади.

Қўшимча зарядлаш коэффициенти тушунчаси кирилади:

$$\phi_1 = (M_1 + M_r) / (M_{1a} + M_r) \quad (4.16)$$

Уни ҳисобга оладиган бўлсак, ушбуга эга бўламиз:

$$M_{1a} + M_r = \frac{M_1 + M_r}{\phi_1}$$

Замонавий ИЁДларда қўшимча зарядлаш коэффициентининг қиймати 1,08 гача етиши мумкин. Номувофик шароитларда унинг қиймати бирдан кичик бўлиши мумкин. Охириги ифодани (4.15) ифодага киритиб, (4.1) формулани ҳисобга олган ҳолда ушбуни ҳосил қиламиз:

$$M_1 + M_r = \dot{I}_1 (1 + \gamma_{\kappa i \varepsilon}) = \frac{p_a V_a \varphi_1}{(\mu R) T_a G_{\varepsilon, \kappa}} \quad (4.17)$$

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

$$\eta_V = p_a / p_o \cdot T_k / T_a \cdot \varphi_1 / (1 + \gamma_{\kappa i \varepsilon}) \cdot V_a / V_h.$$

$$\text{Бу ерда } V_a / V_h = V_a / V_c = V_c / (V_a - V_c) = \varepsilon / (\varepsilon - 1)$$

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

$$\eta_V = \frac{p_a}{p_k} \cdot \frac{T_k \cdot \varphi_1}{T_k + \Delta T + \varphi \gamma_{\kappa i \varepsilon} T_r} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad (4.18)$$

(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

$$\text{двигателлар учун} \quad \gamma_{\kappa o \varepsilon} = \frac{\varphi_{or} p_r V_h}{(\mu R) T_r (\varepsilon - 1) M_1} \quad (4.19)$$

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

$$\gamma_{\kappa i \varepsilon} = \varphi_{or} / (\varepsilon - 1) \eta_V \cdot p_r / p_k \cdot T_k / T_r. \quad (4.20)$$

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

$$\text{қиламиз:} \quad \eta_{V'} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{T_k}{T_k + \Delta T} \left(\varphi_1 \frac{p_a}{p_k} - \varphi \varphi_{or} \frac{p_r}{\varepsilon p_k} \right). \quad (4.21)$$

Мазкур формула 4 тактли двигателлар учун ўринлидир. Ёниш камераси шамоллатилмайдиган бўлса, $\varphi_{or} = 1$; камера қолдиқ газлардан батамом тозаланганда $\varphi_{or} = 0$. Бунда $\gamma_{\kappa \text{эл}} = 0$ 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:

$$\gamma_{\kappa i e} = \frac{T_k + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{\varphi_{or}}{\varepsilon \varphi_1 \frac{p_a}{p_r} - \varphi \varphi_{or}} \quad (4.22)$$

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 шамоллатилиши натижасида киритиш тизимига ҳаво ўтиши учун йўл бўлмаган ҳол учун ўринлидир ва босим остида киритиш усули қўлланилмаган замонавий кўпгина ИЁДлар учун татбиқ қилинади. Шунга кўра бундай двигателлар учун тўлдириш коэффициенти муайян вақт ичида сарфланадиган умумий ҳаво миқдorigа қараб аниқланади. Агар киритиш тизимида ҳаво исроф бўлса (клапанларнинг очиқ бўлиш даври узокрок бўлган, босим остида киритиш усули қўлланилмаган 4 тактли ИЁДлар ёки босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлар, шунингдек 2 тактли двигателлар), у ҳолда ҳақиқий тўлдириш цилиндрга кирган ҳавонинг бутун массаси бўйича ҳисоблаб топилган тўлдиришга қараганда камроқ бўлади. Бундай двигателлар учун шамоллатиш коэффициенти тушунчаси киритилади:

$$\varphi_{\text{шач}} = G_{\text{хбер}} / G_{\text{хц}}, \quad (4.23)$$

бу ерда: $G_{\text{хбер}}$ — цилиндрга берилган ҳавонинг миқдори; $G_{\text{хц}}$ — тўлдириш охирида цилиндрдаги ҳавонинг миқдори. Шамоллатишга кетган ҳавонинг миқдорини ушбу ифодадан аниқлаш мумкин:

$$G_{\text{х}} = \frac{\varphi_{\text{од}} - 1}{\varphi_{\text{оай}}} \cdot G_{\text{х оод}} \quad (4.24)$$

4 тактли ИЁД ларда шамоллатиш коэффициенти одатда 1,15 дан ошмайди, 2 тактлilarда эса 1,4—1,6 га етиши мумкин. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁДларда шамоллатиш ёнувчи аралашма билан амалга оширилади. Шу сабабли янги заряднинг чиқариш тизимига ўтиб кетиши ёнишга тежамкорлигининг ёмонлашувига олиб келади. Чиқариш тизимига ўтиб кетган янги заряднинг миқдори газларни таҳлил қилиш усуллари билан аниқланади. Агар чиқариш тизимига ўтиб кетган янги заряднинг миқдори маълум бўлса, (4.23) ва (4.24) формулалардан $G_{\text{хц}}$ ни ва (4.18) ҳамда (4.21) формулалардан ҳақиқий тўлдириш коэффициентини аниқлаш мумкин.

4.2-жадвалда кўриб чиқилаётган замонавий ИЁДлар учун хос бўлган, тўлдириш жараёнини ифодаладиган катталиклар келтирилган.

Тўлдириш жараёнини белгилловчи кўрсаткичлар

Двигател тури	η	p_a	ΔT , К	T_a , К
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
0.85-0.95	$(0.90-0.96)p_k$	0-10	350-400	
2 тактли дизеллар	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 режимиغا, 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 тизимининг конструктив хусусиятлари. Уларнинг таъсири аввало p_a босимнинг ўзгариши орқали намоён бўлади. p_k нинг берилган қийматида киритиш тизимининг ξ коэффициент билан ифодаланадиган гидравлик қаршилиги қанча юқори бўлса, a нуктадаги босим шунча паст бўлади. У ҳаво филтрининг, киритиш трубопроводларининг, клапан тирқишининг, аралашма ташқарида ҳосил бўладиган ИЕДларда эса аралашма тайёрлаш қурилмалари (карбюратор, аралаштиргич) нинг ва юкланишни ростлаш қурилмаси (дроссел-заслонка) нинг қаршиликлари йиғиндисидан 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 ортishiга олиб келади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателлар учун киритиш тизимининг қаршилиқ коэффициенти катталиги карбюратордаги ҳаво ўтадиган кесимларни катталаштириш, кўп камерали конструкцияларни ёки бир йўла бир неча карбюраторларни қўллаш, шунингдек карбюратор ўрнига киритиш трубасига ёнилғи пуркаш тизimini қўллаш орқали камайтирилади.

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

Тўлдириш коэффицентини оширишга ёрдам берадиган муҳим чоратadbирлардан бири поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбатини (S/D) кичрайтиришдан иборат. Бу ҳол цилиндрнинг берилган иш ҳажмида унинг диаметрини катталаштиришга имкон беради, бу эса ўз навбатида, каттарoқ диаметрли 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, двигател қанча тезyорар бўлса, S/D нисбат шунча кичик бўлади.

(4.6) дан келиб чиқишича, валнинг айланиш частотаси ортиши билан киритиш клапанининг ишлаш вақти-кесими камаяди. Шундай қилиб, тезyорар ИЁДлар учун муқаррар равишда $W_{\text{юр}}$ нинг каттарoқ қийматлари ҳосил бўлади, натижада Δp_o катталашishi, бинoбарин, тўлдириш коэффицентини кичрайиши 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 юзaларнинг ейилишига ва қувватнинг юритмага исроф бўлишига олиб келади.

Тезyорар ИЁДларда клапаннинг ишлаш вақти-кесимини қўшимча камайитиришга шу нарса сабаб бўладики, механизмнинг зарбсиз, шовқинсиз узоқ вақт ишлашини таъминлаш зарурати клапан ҳаракатининг бошланғич ва охириги бoсқичларида клапаннинг кичик тезлик билан ҳаракатланишини талаб қилади. Бу ҳолда клапан механизмининг қайтма-илгариланма ҳаракатланувчи оралиқ деталлари массасини камайитириш йўли билан (масалан, тақсимловчи вални кўтариш ёки уни бевосита цилиндрлар устёймасида жойлаштириш орқали) $W_{\text{юр}}$ нинг маълум даражада камайишига эришилади. Тақсимловчи вал цилиндрлар устёймасида жойлаштириладиган бўлса, штанга ва итаргичлардан, айрим ҳолларда эса коромислoлардан ҳам воз кечилади. Шунда газ тақсимлаш механизмидаги оралиқ деталларнинг массаси камайиши ҳисoбига клапан диаметрини ва

янги заряд ўтадиган кесимни катталаштиришга имкон туғилади. Тезорар ИЁДларда айниқса самарали қўлланиладиган, клапаннинг ишлаш вақти-кесимини оширишнинг муҳим усули ЮЧНга нисбатан илгарилатиш бурчагини ва ПЧНга нисбатан кечиктириш бурчагини катталаштириш йўли билан клапаннинг ишлаш фазасини кенгайтиришдан иборат. Илгарилатиш бурчаги катталаштирилганда клапанларнинг очик бўлиш даври кенгайди, кечикиш бурчаги катталаштирилганда эса цилиндрнинг инерцион қўшимча зарядланишига ажратиладиган киритиш босқичи узаяди [(4.18) ва (4.21) формулалардаги ϕ_1 коэффициент]. ИЁДни 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 тизимида тебранма ҳодисалардан фойдаланиш ҳам маълум даражада аҳамият касб этади.

Қолдиқ газлар кўрсаткичлари. (4.21) формуладан кўриниб турибдики, қолдиқ газлар босимининг ортиши цилиндрнинг тўлдирилишини ёмонлаштиради, чунки газлар киритиш босимигача кенгайганидан сўнг цилиндр иш ҳажмининг бир қисмини эгаллайди. Цилиндрнинг бу қисмидан тўлдириш коэффициентини ҳисоблашда фойдаланилади [(4.13) формулага қаранг]. Бироқ, кўриниб турибдики, p_1 нинг таъсири p_0 никига қараганда ε марта кам экан. p_1 нинг ҳам, p_0 нинг ҳам қиймати клапаннинг диаметрига боғлиқ. Шунинг учун ИЁДни яратишда аввало киритиш клапанидаги ўтиш кесими катта бўлишини таъминлашга ҳаракат қилинади.

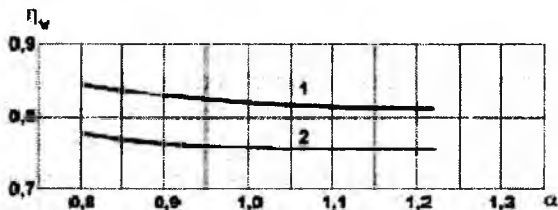
Қолдиқ газлар температураси тўлдириш жараёнига жуда кам салбий таъсир қилади [(4.18) формулага қаранг], чунки иссиқ қолдиқ газлар билан аралашishi натижасида янги заряднинг кенгайиши оқибатида қолдиқ газларнинг ҳажми деярли эквивалент тарзда камаяди.

Янги заряднинг деворларга 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 ИЁДларда янги заряднинг исишидан ёнилғининг буғланишини яхшилаш ва киритиш трубопроводада ёнилғи суюқ пардаси ҳосил бўлишини бартараф этиш мақсадида фойдаланилади. Ёнувчи аралашманинг ортикча исиши цилиндрларнинг тўлдирилишига ёмон таъсир кўрсатиши мумкин. Бундай двигателларда тўлдириш коэффициентини қўлланиладиган ёнилғининг 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 ИЁДлардагига караганда анча кам исийди. Тўлдириш коэффициенти заряднинг ҳайдагичдан кейинги ҳолатига кўра ҳисоблаб аниқланади, шу боис заряд кўрсаткичлари юқори бўлганлиги туфайли у катталашади. Бундан ташқари, босим остида киритиш усули қўлланилганда ёниш камерасининг янги заряд билан шомоллатилиши эвазига унинг ишлатилган газлардан тозаланиши анча яхшиланади. Шунингдек, киритишнинг охириги босқичида цилиндрнинг қўшимча зарядланиши ҳам жадалроқ кечади. Буларнинг ҳаммаси тўлдириш коэффициентининг босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагидан зиёд бўлишига олиб келади.

Сиқиш даражаси. (4.18) формула сиқиш даражасининг ортиши билан тўлдириш коэффициенти кичраиши кераклигини кўрсатади. Бирок тажриба тадқиқотлари сиқиш даражасининг ўзгариши цилиндриг янги заряд билан тўлдирилишига деярли таъсир қилмаслигини кўрсатади. 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 тескари самарани беради.



4.3-рasm. Тўлдириш коэффициентига ёниш турининг таъсири:
1-спирт; 2-бензин

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_0 нинг қиймати [(4.9) формулага қаранг] ўзгармаса, p_0 нинг пасайиши p_0/p_a нисбатининг [(4.18)

формулага қаранг] кичиклашувига олиб келади. Бу ҳодиса чиқаришдаги акс босимнинг пасайиши ва p_r нинг камайиши эвазига қопланади. Шу сабабли тўлдириш коэффициентининг натижавий кичиклашуви деярли аҳамиятсиз бўлиб чиқади. Киритишдаги босим кенг кўламда ўзгарганда, масалан, ИЁД тоғ шароитида ишлаганда унинг таъсири сезиларли оқибатларга олиб келиши мумкин. Босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларда юк 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 шамоллатилишINI яхшилайти, двигател деталларининг ҳароратини пасайтиради, бинобарин, заряднинг киритиш жараёнида исишини камайтиради, шунингдек киритиш охирида цилиндрнинг қўшимча зарядланишINI жадаллаштиради. 4 тактли автотрактор двигателларида қўлланилувчи $p_k = 0,1 - 0,2$ МПа қийматлар оралиғида тўлдириш коэффициентининг катталашуви 1,5—3% ни ташкил этади.

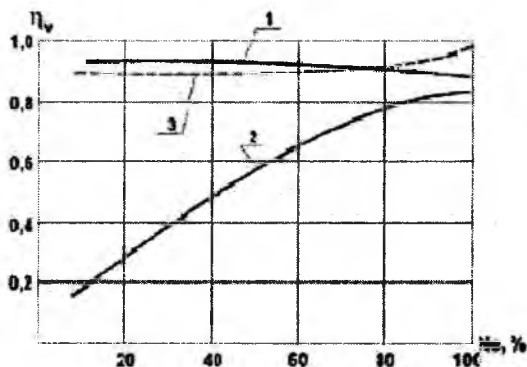
Киритишда температуранинг (T_k ёки T_0) кўтарилиши билан янги заряднинг деворларга тегиб исиши пасаяди. Бу ҳодиса ҳавонинг физик хоссалари ўзгариши билан биргаликда тўлдириш коэффициентининг

ортишига олиб келади:

$$\eta_{v_2} = \eta_{v_1} \left(\frac{T_{k2}}{T_{k1}} \right)^y, \quad (4.25)$$

бу ерда $y = 0,4 - 0,8$,

ИЁДнинг юкланиши. Бу омилнинг таъсири двигател конструкциясининг ўзига хос хусусиятлари, иш жараёнининг ташкил қилиниш хусусиятлари ва юкланиш (куват) ни ростлаш усули билан кўп даражада боғлиқдир. Дизелларда куватни ошириш учун, цилиндрга киритиладиган ҳаво миқдориға бевосита таъсир қилмаган ҳолда цикл давомида бериладиган ёнилғи 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 коэффициентининг энг катта қийматидан 4—7% атрофида кичиклашувига олиб келади. Заряднинг исиш жадаллиғи ва унинг тўлдириш жараёнига таъсири двигателнинг 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 двигателларда деталларнинг температураси жадалроқ ўзгариб туради.



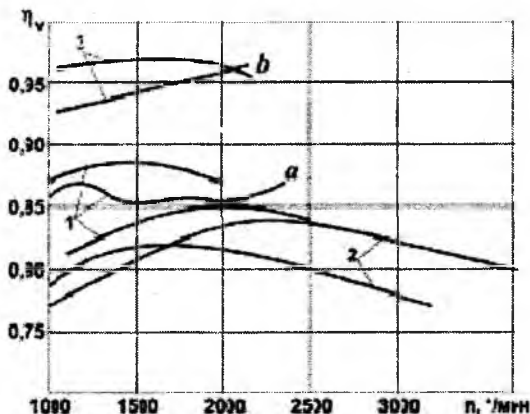
4.4-рasm. Тўлдириш коэффициентига юкланишнинг таъсири:

1-дизел двигатели; 2-карбюраторли двигател; 3-турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизел двигатели

Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда юкланиш (қувват) дросселни ўзгартириш йўли билан ростланади. Қувватни камайтириш учун дросселни бироз беркитиб киритишдаги қаршилиқ 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 исиши ҳам пасаяди. Қолдиқ газлар ҳарорати, уларнинг босими (камрок) пасаяди. Шу сабабли қолдиқ газлар коэффициенти жадал кўтарилиб, кичик юкланишларда 0,3—0,35 га етиши мумкин. $p > p_a$ бўлгани учун қолдиқ газлар цилиндрда кенгайиб, юкланиш камайтирилган сари янги заряднинг каттарок қисмини сиқиб чиқаради. Дизеллар ва бензинда ишлайдиган двигателлар учун валнинг айланиш частотаси ўзгармагани ҳолда юкланиш (қувват) бўйича тўлдириш коэффициентининг ўзгаришига доир типик эгри чизиклар 4.4-рasmда кўрсатишган.

Двигател валининг айланишлар 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. Двигател тўлиқ юкланишда ишлаганда валнинг айланиш частотасига боғлиқ функциядаги тўлдириш коэффициентининг ўзгаришига доир типик эгри чизиклар 4.5-рasmда келтирилган. Расмдан

кўриниб турибдики, эгри чизиклар айланиш частотасининг маълум оралиғида максимум орқали ўтади, бунда тўлдириш коэффициентининг қиймати тезлик режими тўлдириш бўйича энг мақбул режимга нисбатан пасайганда ҳам, ортганда ҳам кичиклашади.

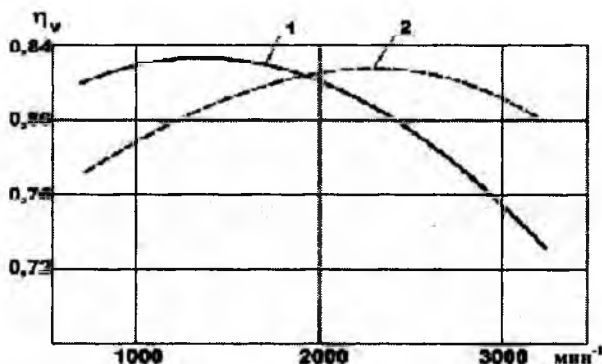


4.5-расс. Тўлдириш коэффициентига тўлиқ юсланишда айланишлар частотасининг таъсири: 1- босим остида киритиш усули қўлланилган двигателлар; 2- карбюраторли двигателлар; 3- турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизел двигатели

(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. Бунинг оқибатида, айланиш частотаси ортиши билан тўлдириш коэффициенти камайиши керак; бу ҳодиса киритиш тизимининг гидравлик қаршиликлари коэффициенти 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 коэффициенти эгри чизигининг шаклига қабул қилинган газ тақсимлаш фазалари ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Аввал айтиб ўтилганидек, ҳозирги вақтда улар тажриба йўли билан танланади.

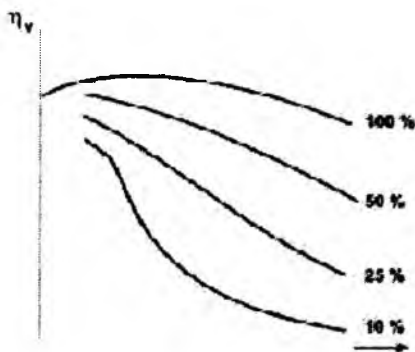
Бунда машиналардан фойдаланиш шароитига кўра афзал ҳисобланган двигателнинг иш режимларидан келиб чиқилади. Бу иш режимлари учун фазалар энг қулай бўлиб чиқади. Айланиш частотаси энг мақбул режимга

нисбатан камайганда сиқиш тактининг бошида, яъни киритиш клапани ҳали очиқ турганида янги заряднинг киритиш трубасига қайтиб чиқарилиши оқибатида цилиндрининг тўлдирилиши ёмонлашади. Айланиш частотаси ортганда ҳам тўлдириш коэффициенти камаяди, чунки бунда инерцион қўшимча зарядлаш босқичида газ оқимининг энергиясидан етарлича фойдаланилмайди.



4.6-рasm. Карбюраторли ИЕД газ тақсимлаш фазасининг тўлдириш коэффициентига таъсири: 1-секинжорар двигател; 2-тезжорар двигател

Бензинда ишлайдиган двигателлар учун тўлдириш коэффициенти эгри чизигининг танланган газ тақсимлаш фазаларига боғлиқ ҳолда ўзгариши 4.6-рasmда кўрсатилган. Расмдаги эгри чизик 1 секинжорар вариантга, эгри чизик 2 тезжорар вариантга мос келади, чунки тўлдириш коэффициентининг қиймати двигателнинг буровчи momenti ва қувватини кўп жиҳатдан белгилаб беради. Расмдаги эгри чизиклар шаклининг ҳар хиллиги мазкур двигателнинг турли характеристикаларини таъминлайди. Юқорида таъкидланганидек, газ алмашинуви тизимини ишлаб чиқишда тўлдириш кўрсаткичларини керакли айланиш частоталари оралиғида ўзгартириш мақсадида киритиш ва чиқариш тизимларида тўлқинсимон тебранма hodисалардан 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-рasmдаги дизеллардан бирига доир эгри чизик ушбу ҳол учун мос келади.



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

Дизеллар қисман юкланганда айланиш частотаси бўйича тўлдириш коэффициентининг ўзгариш эгри чизиги 4.5-расмда кўрсатилган шаклда бўлади, аммо киритишда заряднинг кам исиши туфайли бироз юқорирокда 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 тизимининг гидравлик қаршилиги ортади, бу эса Δp_a босимнинг [(4.9) формулага қаранг] жадалроқ исроф бўлишига, бунинг оқибати ўларок, айланиш частотаси бўйича тўлдириш коэффициентининг тезроқ камайишига олиб келади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда, аввал айтиб ўтилганидек, тўлдириш коэффициентига p_x катталиқ сезиларли даражада таъсир қилади, унинг валнинг айланиш частотаси бўйича ўзгариши кўп жиҳатдан қўлланилган ҳайдагичнинг тезлик хусусиятига ва унинг ИЁД билан мослигига боғлиқ. Турбина ёрдамида босим остида киритиладиган ҳаво миқдори ростланмайдиган двигателларда валнинг айланиш частотаси ортиши билан p_x босим жадал ортиб боради, бу ҳодиса тўлдириш коэффициентининг тезлик режими бўйича ўзгаришини белгиллаб беради. Мазкур ҳодисага мос келувчи эгри чизик 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

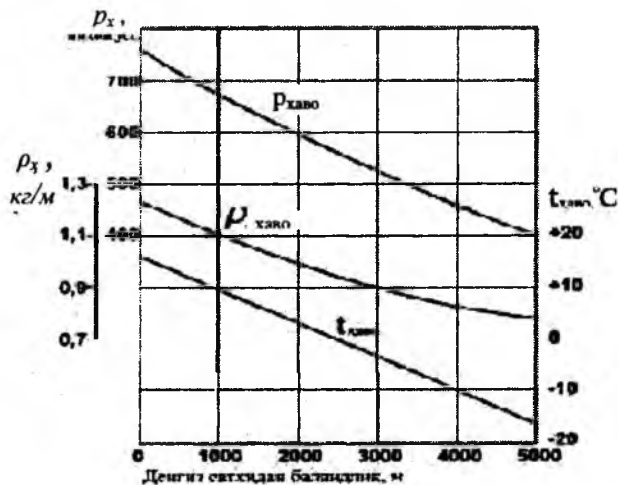
Тўлдириш жараёнини ташкил қилишда асосий вазифа цилиндрга энг кўп микдорда янги заряд берилишини таъминлаш эканлиги, бу эса цикл ишининг мумкин қадар юқори даражада бўлишини, бинобарин, тўлиқ қувват билан ишлаганда двигателнинг энергетик кўрсаткичлари юксак даражада бўлишини кўп жиҳатдан таъминлаши 4.2-§ да айтиб ўтилган эди. Айни пайтда, ИЁДда киритиш жараёнини ташкил қилишнинг сифатини нисбий 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 тўлиғича ифодалай олмайди. Бу ҳолда тўлдириш жараён 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 ўзгартиришларни амалга оширган ҳолда тўлдириш охиридаги янги заряднинг массасини аниқлаш учун керакли ифодани келтириб чиқариш мумкин:

$$G_{\text{н}} = \frac{\delta_{\text{е}} V_{\text{н}}}{R_{\text{х}} T_{\text{к}}} \eta_{\text{в}}, \quad (4.26)$$

бу ерда $R_{\text{х}}$ — 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. Худди шунингдек, ташқи атмосфера шароити жиддий ўзгариб турадиган ўрта Осиёда двигателнинг энергетик ва бошқа кўрсаткичларининг ўзгариш сабабларини таҳлил қилиш учун фақат тўлдириш коэффициентидан фойдаланиш тамомилан 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

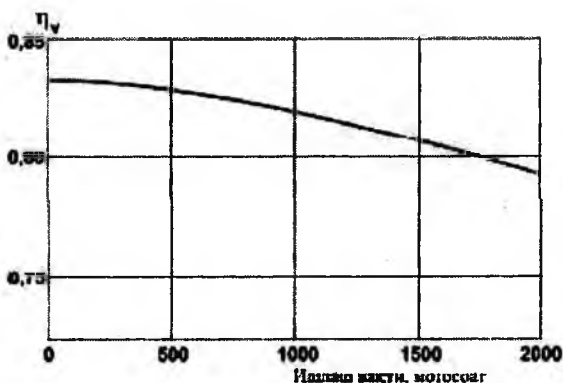
тез-тез бўлиб туради) тўлдириш коэффициенти (4.25) тажриба формуласига кўра одатдаги шароитга нисбатан олганда ($\gamma = 0,5$ бўлганда) 10% ортади, ҳолбуки атмосфера босими ўзгармагани ҳолда ҳавонинг зичлиги 20,5% пасаяди, масса бўйича тўлдириш эса 9% камаяди, бу ҳол цикл ишининг ва двигател қувватининг анчагина камайишига олиб келиши керак. Машиналар тоғ шароитида ишлаганда атмосфера босими ҳам, атроф ҳарорати ҳам одатдаги шароитдагига қараганда ўзгариб туради. Агар тоғларда атроф ҳавосининг кўрсаткичлари 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.



4.8-расм. Ҳаво параметрларининг сатҳдан денгиз сатҳидан баландликка нисбатан ўзгариши

ИЁДдан фойдаланиш давомида ейилиш, ишлаш шароитининг 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 шароитнинг 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 шароитда ишлаганда (ер ҳайдаш, йўл қурилиши, карьер ишлари, машиналарнинг қумли қуруқ йўлларда ҳаракатланиши, лалми ерларга ишлов бериш ва ҳоказо) ҳаво филтёрларининг ифлосланиши сабаб бўлади. Бунда филтёрлар 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 филтёр элементлари ўз вақтида алмаштирилмаса ёки филтёрларнинг ўзи тозалаб турилмаса, бу муддат яна ҳам қисқариши мумкин. Натижада p_a босимнинг исрофи ортади ва тўлдириш коэффиценти камаяди. Газ алмашинувининг ёмонлашишига клапан юритмасидаги иссиқлик тирқишининг катталаниши натижасида клапанлар ишлаш вақти кесимининг қисқариши сабаб бўлиши мумкин. Двигателнинг ўта қизиб кетиши, ҳаво билан совитиладиган двигателнинг қовурғалари орасидаги бушликнинг ифлосланиши ёки сув билан совитиш тизими деворларида тош (накипь) пайдо бўлиши туфайли ҳам тўлдириш коэффиценти камайиши мумкин. Буларнинг ҳаммаси киритишда янги заряднинг исиши 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 қулачокларининг 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 коэффицентининг ўзгариши тасвирланган. Газ турбинаси ёрдамида босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДда тўлдириш коэффицентининг ва масса бўйича ҳаво сарфининг камайишига юқорида айтиб ўтилган сабаблардан ташқари, двигателдаги турбокомпрессор агрегати ва бошқа элементларнинг ейилиши оқибатида p_k катталиқнинг пасайиши ҳам сабаб бўлиши мумкин.

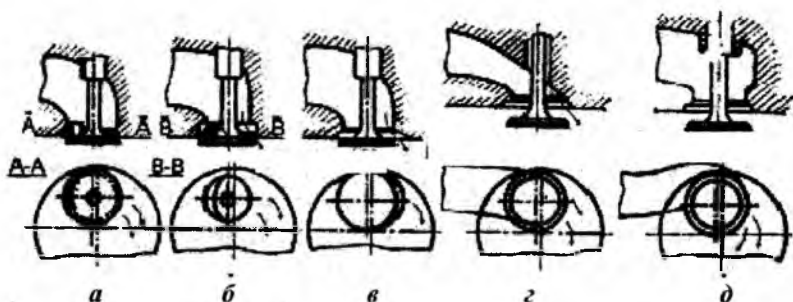


4.9-расм. Дизелининг иш жараёнида турбулентлик коэффициенти-нинг ўзгариши (тула юқланишда ва $n = \text{мин}^{-1}$)

4.3. Янги заряднинг керакли йўналишда ҳаракатланишини таъкид қилиш

Ёнилғи ҳаво билан яхши аралашилишини (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 кесимининг 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 бурилишига 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 $W_{\text{кпр}}$ [(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.



4.10-расм. Цилиндрга киритишда зарядни айланма ҳаракатга келтирадиган мосламалар

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

5-БОБ. СИҚИШ ЖАРАЁНИ

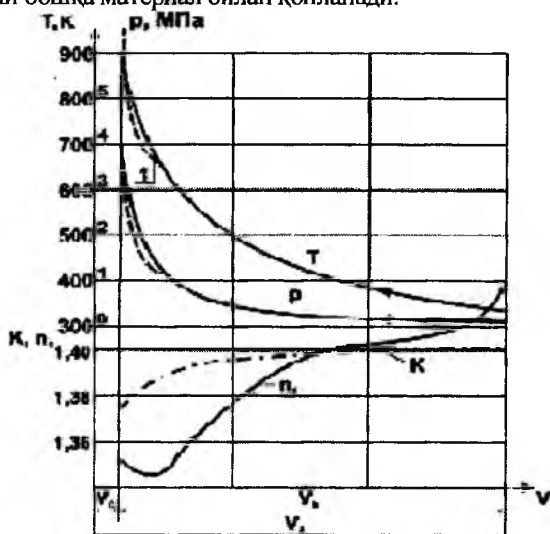
5.1. Умумий маълумотлар

Сиқиш жараёни циклнинг 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 кенгайтиш 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 циклнинг асосий кўрсаткичи — сиқиш даражаси билан белгиланади. Бу жараённинг термодинамик аҳамияти юқорида кўриб чиқилган.

Сиқиш жараёнининг амалга ошишига нисбатан қўйиладиган талаблар иш циклини ташкил этиш усулига жуда боғлиқ бўлади. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЕДларда сиқиш охирида аралашма ҳарорати ва босимининг кўтарилиши ёниш жараёнининг тезлашиши учун қулай шароит яратади, суяқ ёнилғида ишловчи двигателларда суяқлик зарраларнинг кўшимча буғланишига ва уларнинг ҳаво билан яхшироқ аралашishiга 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 улгуради. Детонацияга йўл қўймаслик учун мавжуд барча усуллар билан сиқиш камераси деворларининг ва иш жисмининг ҳароратини пасайтиришга ҳаракат қилинади: цилиндрлар блоки, цилиндрлар устёпмаси ва поршен учун иссиқликни ўтказувчи материаллар ишлатилади, иссиқ юзаларнинг (чиқариш клапани ва унинг уяси, ўт олдириш свечаси, поршен туби) совиши жадаллаштирилади, цилиндр ўлчамлари кичрайтирилади, киритишда заряднинг исиши чеклаб қўйилади, қуввати кучайтирилган двигателларда эса ёниш камерасига сув пуркаш қўлланилади, деворлар сўхта ҳамда тошдан мунтазам равишда тозаланиб турилади ва ҳоказо.

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, поршен ҳам, иссиқликни кам ўтказадиган

чўяндан тайёрланади, баъзан эса поршен туби пўлат билан ёки иссиқликдан муҳофазаловчи бошқа материал билан қопланади.



5.1-расм. Дизеллар учун p - V координаталарига сиқиш жараёни

Сиқиш жараёни одатда ПЧНдан ЮЧНгача кўриб чиқилади (5.1-расмга қаранг). Ўз характериға кўра у кўрсаткичи ўзгарувчан политроп жараёндир. Жараённинг бошида иш жисмининг ҳарорати қуршаб турган деворларниқидан пастроқ, иссиқлик алмашинадиган юзаси эса энг катта бўлади. Газга иссиқлик берилади ва политроп кўрсаткич адиабат кўрсаткичидан юкори бўлиб қолади. Газ сиқиб борилган сари унинг ҳарорати кўтарилиб ва иссиқлик алмашинувининг жадаллиғи пасайиб боради. Поршен йўлининг иккинчи ярмида квазиадиабат нуктаға етилиб, газ билан деворлар орасидаги умумий иссиқлик алмашинуви нол орқали ўтади. Жараённинг охириги қисмида иссиқлик иш жисмидан деворларға 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 ИЁДда ёнилғи аралашмаси ёнади ва аланга қўлами шаклланиб бўлгандан сўнг ёниш жараёни ривожланиши туфайли газнинг ҳарорат ва босими тезда кўтарила бошлайди. Дизелларда ёнилғи пуркалгани заҳотиёқ камерадаги ҳарорат ва босим исишга, бугланишга иссиқлик сарф бўлиши ҳамда ёнилғи ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланаётганда унинг молекулалари дастлабки парчаланиши натижасида соф сиқилиш учун хос бўлган катталикларға

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 чиқилаётганда ёнишнинг ривожланиши оқибатида жараён охирида юз берувчи газ кўрсаткичларининг 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) кўрсаткичларини ҳосил қилиш шартидан келиб чиқиб танланади. У ҳолда

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

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1}, \quad (5.2)$$

бу ерда n_1 —қўпгина омилларнинг мураккаб функцияси бўлиб, айти конструкциядаги двигателларга доир статистика маълумотлари асосида танланади. Жараённинг кўрсаткичлари 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 сиғими каттароқ бўлган ёнилғи-ҳаво аралашмаси сиқилади. Бундан ташқари, юқорида айтиб ўтганимиздек, сиқиш жараёнида суёқ томчиларнинг буғланиши ҳам бензинда ишлайдиган двигателларда n_1 га маълум даражада таъсир кўрсатади. Бунда ҳам иссиқлик сарф бўлади, натижада газнинг ҳарорати ва босими пасаяди. Жадвалда камералари ажратилган дизеллар тўғрисида ҳам гап боради. Улардаги сиқиш камерасининг ҳажми 2 бўшлиққа: поршен тепасидаги бўшлиққа ва ёрдамчи камерага ажратилган. Шу сабабли бундай дизелларда ҳажм бирлигига, бинобарин, сиқиладиган газ массасининг бирлигига тўғри келган иссиқлик тарқатувчи солиштирма юза камералари ажратилмаган дизеллардагига қараганда анча кўпдир. Бунинг оқибатида иш жисми жадал совийди ва n_1 пасаяди. Сиқиш камерасининг искала қисмини ўзаро туташтирувчи бўғизнинг гидравлик қаршилиги қўшимча таъсир қилади. Сиқиш жараёнида поршен зарядни поршен тепасидаги бўшлиқдан ёрдамчи камерага сиқиб чиқаради, оқибатда босим ва энергия исроф бўлади; бўғиз қанча тор ва газ қанча тез сиқиб чиқарилса, бу исроф шунча кўп

бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда n_1 босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларига қараганда юкорирок бўлади. Бунга сабаб шуки, босим остида киритиш усули қўлланилганда берилган ҳажмда заряднинг катта массаси тўпланади. Агар энди совитиш сирти босим остида киритиш усули қўлланилмагандагидек қолса, газ миқдори бирлигига тўғри келувчи солиштирма иссиқлик сарфи камаяди. Ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда заряд атрофидаги деворларнинг ҳарорати суюқлик билан совитиладиган ИЁДлардагига нисбатан юкори бўлади. Шунга яраша сиқиш бошида газнинг исиши ортик 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 катталашиши билан n_1 нинг қиймати ортади, чунки бунда цилиндр сиртининг унинг ҳажмига нисбати, яъни иссиқлик сарфи юзининг цилиндр ичидаги газнинг массасига нисбати камаяди. Демак, 5.1-жадвалда келтирилган ИЁДнинг ҳар бир туркумига доир n_1 нинг каттарок қийматлари, бошқа кўрсаткичлар тенг бўлганда, цилиндрларни каттарок бўлган двигателларга тааллуқлидир. Аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда юкланишнинг ортиши билан ҳажм бирлигига тўғри келувчи заряднинг миқдори ортади, яъни иссиқлик таркатувчи солиштирма юза кичраяди. Бундан ташқари, газни қуршаб турган деворларнинг ҳарорати кўтарилади. Шу боис юкланиш ортиши билан n_1 кўрсаткич ортади. Дизелларда ҳам газ иссиқлигининг деворларга ўтиб кетиши камаяди (деворларнинг ҳарорати кўтарилиши натижасида), аммо юкланишнинг ортиши билан n_1 нинг кўпайиши эса жуда камдир.

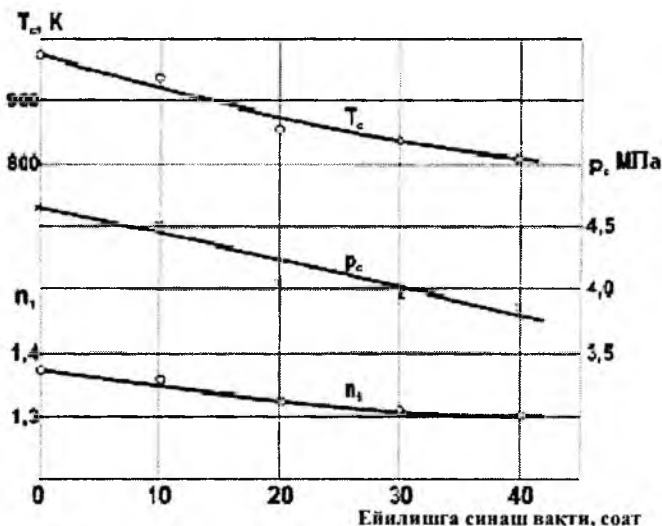
5.1-жадвал

Сиқиш жараёни кўрсаткичлари

Двигателнинг тури	ϵ	n_1	p_c , МПа	T_c , К
Бензинда ишлайдиган двигател	6,5-10	1,34-1,37	1,0-1,7	550-750
Газда ишлайдиган двигател	6,5-10	1,35-1,38	1,1-1,8	500-800
Камералари ажратилмаган, босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллар	15-19	1,35-1,40	3,5-5,5	850-1000
Камералари ажратилган, босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллар	18,5-23	1,32-1,35	4,5-8,0	950-1100
Босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар	13-16	1,36-1,40	5,5-8,0	1000-1100

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 кўрсаткичларининг ўсишига олиб келувчи поршен 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 ИЁДнинг иссиқлик ҳолатига боғлиқ. Двигател совуклайин ишга туширилганда ва кизимасдан туриб ишлатилганда сиқиш жараёнининг дастлабки босқичида заряднинг исиши камаяди ва охириги босқичида иссиқлик сарфи (исрофи) жадаллашади. Бу ҳол n_1 нинг двигателни киздириб ишлатгандаги қийматдан камайишига олиб келади. Дизелда n_1 нинг камайиши туфайли сиқиш жараёнининг охирида газ кўрсаткичларининг пасайиши ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишининг бузилишига олиб келиши мумкин. Бу бузилиш дизел совуклайин 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.



52-расм. Трактор дизелини ейилишига синаш жараёнида n_1 , p_c ва T_c кўрсаткичларининг ўзгариши

ИЁД ни ишлатиш жараёнида поршен группаси ейилади, зичловчи халқалар ва клапанлар орқали заряд сизици ортади, шу сабабли m_1 камаяди. Бу камчилик дизелларнинг ишига катта таъсир қилади: сиқиш охирида газ кўрсаткичларининг пасайиши натижасида иш жараёни ёмонлашади, бундан ташқари, ёнилғи аппаратларининг ейилиши оқибатида ёнилғининг пуркалиш ва тўзителиш шароитлари ёмонлашади. Ейилишлар дизелнинг ишга тушиш сифатларига айниқса салбий таъсир кўрсатади. 5.2-расмда трактор дизелини ейилишга синаш жараёнида сиқиш кўрсаткичларининг ўзгариши тасвирланган. ИЁД одатда босими ҳам, атроф ҳавосининг ҳарорати ҳам паст бўладиган тоғ шароитида ишлаганда сиқиш охирида иш жисмининг кўрсаткичлари 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 усулдан келиб чиққан ҳолда ёниш камераси тегишли шаклда ишланади ёки поршен тепасидаги асосий бўшлиққа каналлар орқали туташувчи махсус ёрдамчи камералар қўлланилади. Бу масала қуйидаги, аралашма ҳосил қилинишига бағишланган бобда муфассалроқ кўриб чиқилади.

6-БОБ. АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИ

Ёниш жараёнида ёнилғининг оксидланиш реакцияларининг буюклианиши ёнилғи ва оксидлагич (ҳаво кислороди) молекулаларининг буюкситта 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. Аралаштирилаётган 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 ёнилғи 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 аралашиш жараёнига ажратиладиган вақтга ҳам, ёнилғининг хоссаларига ҳам боғлиқ экан. Кўриб чиқилаётган замонавий ИЁДларда аралашма ҳосил бўлиши жуда қисқа вақт 0,0005—0,04 с. оралиғида амалга ошади ва шу сабабли аралашишни жадаллаштиришнинг турли усулларида фойдаланилади: турбулент диффузия ташкил қилинади, ёнилғи ҳамда ҳавонинг юқори нисбий тезликлари ҳосил қилинади, ҳарорат юқориллаштирилади.

Агар ёнилғи газсимон ёки буғсимон ҳолатда бўлса, у ёнганида 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 ёнилғиларининг ёниши ҳам иссиқлик ажралишининг юқори тезликда ва тўлиқ бўлишини таъминлай олмайди. Ҳолбуки, циклининг ф.и.к. юқори даражада бўлишига эришиш учун замонавий теззорар 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 бўлиши эъзига 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 бутни суриб кетади ва бўшаган юзада буғланиш бўлишини таъминлайди. Ёнилғини кичик ўлчамли майда томчиларга парчалаш (суюқликни тўзйтиш) йўли билан суюқлик ҳажм бирлигининг иссиқлик алмашинадиган юзасини катталаштириш буғланишни жадаллаштиришнинг самарали усулларидан бўлиб, барча ИЁДларда кенг қўлланилаётир. Суюқликнинг сирт таранглик кучи таъсирида суюқлик томчилари сферасимон шаклни олади. Агар ана шундай шакли томчиларни қараб чиқадиغان 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 кичирайди. 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 чиқилаётган ёнилғи массасининг иссиқлик алмашинадиган (буғланадиган) 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 қисмнинг бошқасига нисбатан катта тезликда ҳаракатланишига эришиш лозим. Ҳаво зарралари суюқликнинг қовушқоқлик кучини ва сирт таранглик кучини енгиб ўтиб, томчиларни деформациялаб уларни парда ва толаларга айлантиради, улар эса узилиб янада майда томчиларга парчаланадн. Томчиларнинг парчаланиши сирт таранглик кучлари ташқи ғалаёлантйрувчи кучлардан катта бўлиб қолгунга қадар давом этади. Шундай қилиб, ҳосил бўлган томчиларнинг ўлчами суюқликнинг хоссаларига ҳам, ҳаво билан боғлиқ бўлган кўрсаткичларга (унинг босими ва ҳароратига, ҳаракат тезлиги ҳамда тарзига) ҳам боғлиқдир. Аралашма ҳосил қилиш жараёнининг муайян хусусиятлари кўп жиҳатдан ҳар хил двигателларда бу жараённи 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 корпусидаги 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 ИЕДнинг 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 чикувчи 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 қайнайдиган 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 боровчи 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 дроссел-заслонка ва клапан тиржиши орқали ўтиши унинг айрим жўйлاردан ўтиш тезлигини жадаллаштиради, турбулент пульсацияни юзага келтиради ва суюқ томчилар ва парданинг буғланишини кучайтиради. Суюқ зарралар

цилиндрларга келгач, киритиш ва сиқиш жараёни давомида бугланади, 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 ростлаб турилади. Аввал айтиб ўтганимиздек, аралашманинг ортиқча иситилиши зарарлидир, чунки бунда цилиндрларнинг янги заряд билан масса жиҳатдан тўлдирилиши ёмонлашади. Карбюрациялаш чоғида аралашма ҳосил бўлиш сифати двигателнинг ишлаш режими ва шароитига қараб ўзгариб туради. Чунончи, айланиш частотаси юқорилашганда карбюраторнинг аралаштириш камерасидаги ҳавонинг тезлиги ортади, оқимдаги турбулент пульсациялар жадаллашади, шу туфайли ёнилғи майдароқ пуркалади, муаллақ ҳолатдаги суюқ томчиларнинг аралашма оқими эргашиши кучаяди ва улар киритиш трактининг деворларига камроқ ўтиради. Буларнинг барчаси аралашманинг бир жинслилиги, ёнилғининг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланишига олиб келади. Аралашма ҳосил бўлиш сифати юқланиш камайганда ҳам яхшиланади, чунки бунда кириш каналидаги босим пасаяди ва ёнилғининг бугланиши тезлашади. Демак, айланиш частотаси кам ва юқланиш тўлиқ бўлганда, қачонки ҳаво оқимининг энергияси ёнилғининг яхши парчаланишига камлик қилганда, тўзитиш ва буглантириш лозим бўлган ёнилғининг мутлақ миқдори эса кўплик қилганда аралашма ҳосил қилишни ташкил этиш энг мураккаб бўлади. ИЁД қиздирилмасдан, шунингдек, атроф-муҳит ҳарорати паст бўлганда, ишлатилганда ёнилғининг пуркалиш шароити ҳам, айниқса, унинг бугланиш шароити ҳам ёмонлашади. Шу сабабларга кўра суюқ ёнилғининг цилиндрларга келиши ортади, ёнилғининг цилиндрларга нотекис тақсимланиши ошади. Ёнилғини киритиш каналига (ёки двигател цилиндрига) мажбурий пуркаш усули қўлланилганда аралашма ҳосил бўлиш сифати анча яхшиланади. Ёнилғи форсункалар ёрдамида узлуксиз тарзда ёки узлукли тарзда пуркалади, бунда берилаётган ёнилғининг босими 0,25—0,5 МПа атрофида ўзгариб туради. Пуркашдан фойдаланилганда ёнилғининг аниқ миқдорда берилиши ва цилиндрларга тақсимланиши, двигател турли режим ва шароитда ишлаганда ёнилғи берилишини ростлаш яхшиланади, шунингдек цилиндрларнинг янги заряд билан тўлиши ортади, ёнилғини пуркаш тизими карбюрациялаш тизимига қараганда мураккаброқ ва қимматроқдир (1,5 бараваргача).

6.2. Дизелларда аралашма ҳосил қилиш жараёни

Дизеллар аралашма ичкарида ҳосил бўладиган ИЁДлар туркумига киради. Уларда ёнувчи аралашма цилиндрларда, асосан, ёнилш камерасига ёнилғи берилаётган вақтда ҳосил бўлади. Жараённинг бир қисми ёнилғи ёнишга тайёрланаётган даврда, анчагина қисми эса аланга пайдо бўлгандан сўнг кечади. Аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг охириги қисми ёнилғи пуркалиб бўлгандан кейин содир бўлади. Дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил бўлишига кетадиган вақт учкундан 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 ИЁДнинг кўрсаткичлари: иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллиги, цилиндрда эришиш мумкин бўлган энг катта иш, дизел ишлаганда чиқадиغان шовқин, ишлатилган газларнинг тутовчанлиги ва заҳарлилик 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 оқимиға 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 пурқалиши ва тўзитилиши, шунингдек ёниш камераси бўлишида ёнилғи оқимининг ҳаракатланиши киради.

6.2.1. Ёнилғининг пурқалиши

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

Дизелнинг юкори 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 $10-30^\circ$ бурилиш бурчагига (т.в.б.) мос келиши керак. Бу бурчак двигателнинг тезлик ва юкланиш режимларига ва ИЁДдан фойдаланганда уларнинг ўзгаришига мувофиқ тарзда ЮЧНга нисбатан танланади.

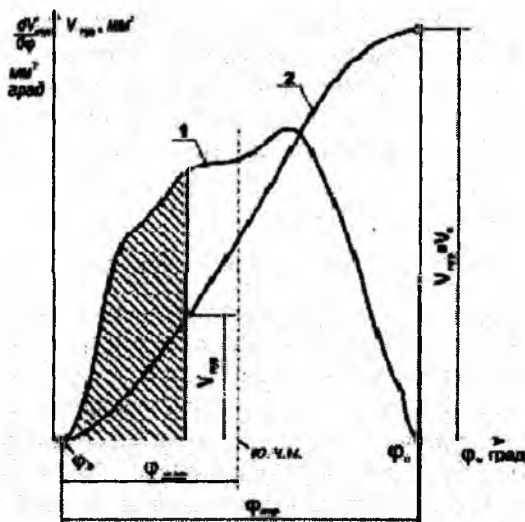
2. Ёнилғи пуркаш фазасининг давомийлиги энг юкори юкланишда $40-45^\circ$ т.в.б. дан зиёд бўлмаслиги зарур.

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.

5. Пуркаш кўрсаткичлари ёнилғининг зарур сифат билан тўзигилишини, 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.



6.1-расм. Ёнилғи пуркаш характеристикалари: 1-дифференциал, 2-интеграл

Ёнилғи бериш жараёнининг кўрсаткичларини баҳолаш учун ва бошқа мақсадларда кўпинча пуркаш хусусиятлари-дифференциал ва интеграл характеристикаларидан фойдаланилади (6.1-расмга қаранг). Бу ерда: φ_6 , φ_7 – ёнилғи берила бошлаш ва тугаш пайтлари $\varphi_{\text{нур}} = \varphi_7 - \varphi_6$ – ёнилғи берилишининг давомийлиги; $\varphi_{\text{ил}}$ – ёнилғи берилишини илгарилатиш бурчаги.

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

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

$$V_{\text{нур}} = \int_{\varphi_6}^{\varphi_7} \frac{dV_{\text{нур}}}{d\varphi} d\varphi. \quad (6.1)$$

Дифференциал характеристикада $V_{\text{нур}}$ эгри чизик тагидаги штрихланган юзани ифодалайди. $\varphi = \varphi_k$ бўлганда $V_{\text{нур}} = V_{\text{ц}}$ 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_e маълум бўлса, цикл давомида берилган ёнилғи миқдори ушбу тенгламадан аниқланади: $G_{e\varphi} = V_{\varphi} \rho_e$. (6.2)

Баъзан пуркаш характеристикалари вақт функциясида берилади, яъни

$$\frac{dV_{\text{нур}}}{d\tau} = f(\tau), \quad V_{\text{нур}} = f(\tau)$$

Равшанки,

$$\frac{dV_{\text{нур}}}{d\tau} = \frac{dV_{\text{нур}}}{d\varphi} \frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{dV_{\text{нур}}}{d\varphi} \omega n \quad (6.3)$$

ва

$$V_{\text{нур}} = \int_{\tau_6}^{\tau_7} \frac{dV_{\text{нур}}}{d\tau} d\tau = \int_{\varphi_6}^{\varphi_7} \frac{dV_{\text{нур}}}{d\varphi} d\varphi, \quad (6.4)$$

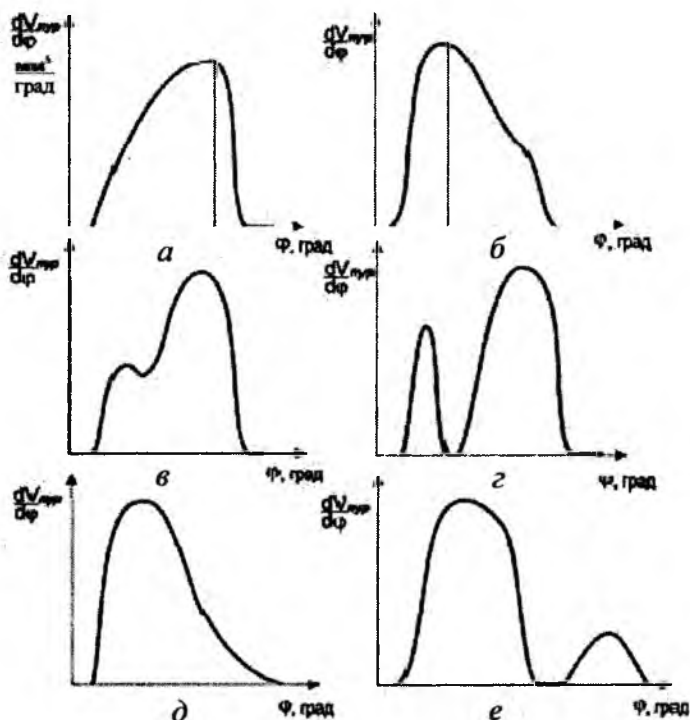
бу ерда n – тирсакли валнинг айланиш частотаси, мин⁻¹.

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

$$dV_{\text{нур}}/d\tau = f_{\text{н}} W = f_{\text{н}} \sqrt{2/\rho_{\text{г}}} \sqrt{p_{\text{нур}}} , \quad (6.5)$$

бу ерда W – ёнилғининг соплодан оқиб чиқишининг назарий тезлиги; $f_{\text{н}}$ – форсунка пуркагичининг самарали ўтиш кесими («Дизелларнинг ёнилғи берувчи аппаратлари» номи бобда кўриб чиқилади); $p_{\text{нур}} = p_{\text{ф}} - p_{\text{ц}}$ – ёнилғининг пуркалиш босими; $p_{\text{ф}}$ – соғло 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 тўхтайди, унинг асосий қисми эса жадал равишда берилиб, охирида тезлиги кескин пасаяди. *г* характеристикада ёнилғининг унча кўп бўлмаган бошланғич миқдори (ўт олдирувчи миқдори) асосий миқдордан тирсақли валнинг бурилиш бурчаги оралиғи (вақт) билан ажралиб туради. *д* характеристикада ёнилғи берилишининг охириги 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-расм. Пуркаш характеристикаларининг шакллари

6.2.2. Ёнилғининг тўзителиши

Дизелларда қовушқоқлиги ва сирт таранглик кучи бензинларникига қараганда бир неча барабар зиёд бўлган оғир ёнилғилар ишлатилади. Шу сабабли аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг давом этиш вақти кўп марта кам эканлиги ҳам назарда тутиладиган бўлса, дизелда ёнилғининг тўзителиш масаласи бензинда ишлайдиган учқундан ўт олдириладиган ИЁДга нисбатан анча мураккабдир. Бу эса ёнилғини ёниш камерасига юқори босим билан пуркаш усулларини қўлашга 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 таъсирида ёнилғи оқими бевосита соғло тешигининг ёнгинасида кўп микдордаги суюқ томчиларга парчаланadi. 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 микдорда (0,5—20 миллионгача) томчилар пайдо бўлиб, уларнинг ўлчамлари бир-биридан катта фарк қилади (5 дан 100 мкм гача). Ёнилғининг тўзитилиш 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, тўзитилиш шунча майда (майин) ҳисобланади. Ўртача ҳажмий диаметр d_h 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

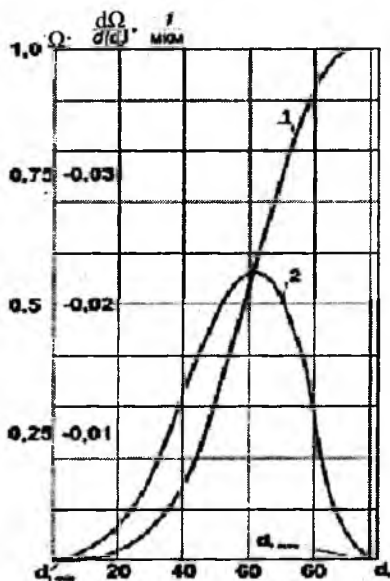
аниқланади:

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

У ёнилғи томчиларининг ўртача ўлчамлари, микдори ва массаси ҳақида фикр юритишга имкон беради. Заутер бўйича ўртача диаметр ҳақиқий ва ўртача катталиқдаги томчилар сиртлари ва ҳажмларининг тенглиги шартидан топилади ҳамда ушбу формуладан аниқланади:

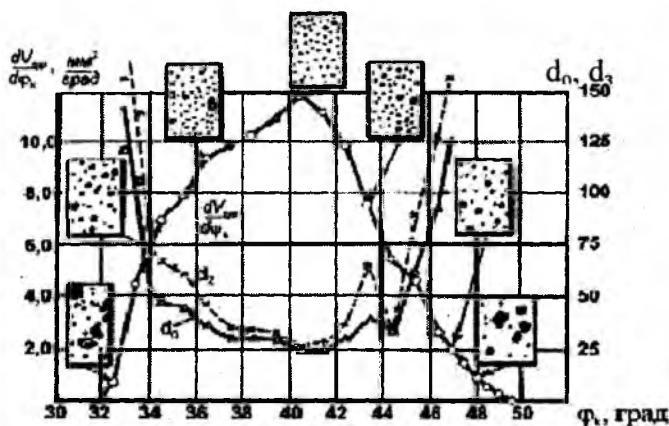
$$d_z = \frac{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} d_i^3 \cdot n_i}{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} d_i^2 \cdot n_i}. \quad (6.7)$$

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 микдори ва диаметри.



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

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 тўзитиш характеристикалари тўлароқ маълумот беради (6.3-расм). 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, ёнилгининг 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, ёнилгининг тўзитилиши шунча бир жинсли ва майин бўлади.



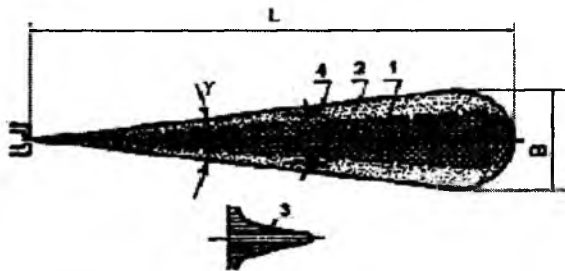
6.4-расм. Пуркаш жараёнида ёнилги ҳажмий узатилишининг ва ёнилги томчилари ўртача диаметрининг ўзгариши

Ёнилгининг тўзителиш бир жинслилиги ва майинлиги унинг тўзиткичдан чиқиш тезлиги ошганда яхшиланади. (6.5) формулага кўра бу тезлик пуркаш босимига боғлиқ бўлиб, ёнилги бериш жараёнида ўзгариб туради. Шу сабабли ёнилгининг тўзителиш кўрсаткичлари, 6.4-расмда кўрсатилганидек, унинг цилиндрга пуркалиш жараёнида ўзгаради. Расмда пуркашнинг турли пайтларида тўзилган томчиларнинг катталаштирилган фотосуратлари ҳам кўрсатилган. Кўриниб турибдики, ёнилги берилишининг бошида ва охирида томчилар энг йирик ва бир жинслимас бўлади. Тўзитиш кўрсаткичларининг пуркаш характеристикаси давомида ўзгариб туриши дизелда аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнлари учун катта аҳамиятга эга. Оқимнинг парчаланишига ва томчиларнинг ўлчамига ёнилгининг физик хоссалари, биринчи навбатда унинг қовушқоқлиги катта таъсир кўрсатади. Қовушқоқлик ортиши билан тўзитиш майинлиги ва бир жинслилиги ёмонлашади, чунки бунда оқимдаги бошланғич ғалаёнланишлар жадаллиги пасаяди ва газ муҳитининг аэродинамик қаршилиги томонидан томчиларнинг парчаланишига бўладиган акс таъсир кучаяди. Ёнилгининг форсунка тўзиткичи орқали ҳаракатланиши давомида бўладиган дастлабки ғалаёнланишлар жадаллаштирилганда унинг тўзителиш сифати яхшиланади. Бунга тўзиткичнинг тегишлича конструкциясини танлаш билан эришиш мумкин.

6.2.3. Пуркалаётган ёнилги оқимининг ривожланиши

Форсунка сопласидан ёниш камерасига бериладиган ёнилги оқимининг шакли, ўлчамлари ва тузилиши кўп жиҳатдан қўлланиладиган тўзиткичнинг

тури ҳамда конструкциясига боғлиқ бўлади, оқимнинг вақт ва фазо бўйича ривожланишининг асосий қонуниятлари эса умумийлигича қолаверади. 6.5-расмда кўриб чиқиладиган, дизеллар группасида энг кўп фойдаланиладиган *штифтсиз тўзаткич* ҳосил қилувчи ёнилғи оқимининг схемаси тасвирланган. Тешикдан чикканда томчиларга парчаланадиган ёнилғи оқими конуссимон оқимни ҳосил қилади. Ихтиёрий вақт пайтида бу оқимнинг узунлиги L га, эни B га ва конус 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 сари томчиларнинг ўлчами кичиклашиб ва ҳаракат тезлиги пасайиб, томчилар миқдори эса кўпайиб боради. Массаси кичик, бинобарин, кинетик энергияси кам бўлган бу томчилар газ таъсирида секинлашиб оқим қобиғи (2) ни ҳосил қилади. Томчилар ўлчамининг кичиклашувига ва уларнинг қобикдан чиқишига ёнилғининг доим буғланиб туриши ёрдам беради. Оқимнинг четларида буғланиш жадалроқ кечади, чунки бу ерда ёнилғи камрок, газ (ҳаво)нинг ҳарорати эса юқорироқ бўлади. Шундай қилиб, ёнилғи оқими қобиғи секинлашган ёнилғи томчилари, ёнилғи буғи ва оқиш билан кирган ҳаво билан тўлатилган бўлади.

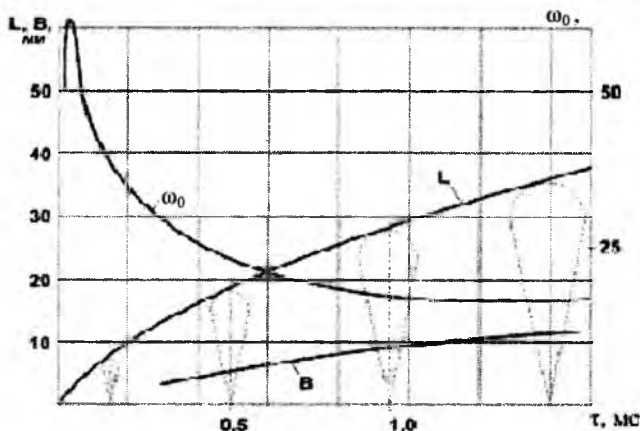


6.5-расм. Пулжалган ёнилғи оқимининг схемаси

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 тўзатилаш* 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. Қўриниб 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 қўпгина омилларга боғлиқ. Масалан, ёнилғининг оқимда бир текис тақсимланиши газнинг зичлиги ортиши ва пуркаш босими кўтарилиши билан яхшиланади ҳамда қўп даражада тўзиткичнинг конструкциясига боғлиқ бўлади. Оқимнинг ривожланиш динамикасини белгиловчи 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 кесими (соплó 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 қўп жиҳатдан тўзиткичнинг конструкциясига боғлиқ бўлади ва одатдаги цилиндрсимон соплóлар (штифтсиз тўзиткич) учун тешик узунлигининг унинг диаметрига нисбати қанча кичик бўлса, бу омил шунча катта бўлади.



6.6-расм. Ёнилғи оқими геометрик кўрсаткичларининг вақт бўйича ўзгариши

Дизелнинг ишлаш режими ўзгарганда оқимнинг ривожланиш динамикаси ҳам ўзгаради ва маълум даражада пуркашнинг дифференциал

характеристикасига боғлиқ бўлади. Тирсакли валнинг айланиш частотаси ортганда дизел 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 дизел 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 сустрок 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 бараварлашувига сабаб бўлади. Газнинг тартибли рўпара ҳаракатида ёнилғи оқимининг ҳаракатига рўпарадан бўладиган қаршилиқ ортади, бу эса унинг узунлиги қисқаришига (тинч муҳитда пуржалишга нисбатан), энининг ва конус бурчагининг катталашувига олиб келади. Ҳавонинг кичик жадаллик билан кўндалангига ҳаракатланиши ёнилғи оқими қобилини 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 нуқтаи назарларга қуйидагилар киради: циклда иссиқликдан фойдаланиш, циклнинг мумкин бўлган энг юқори иши ёки ҳавонинг энг кичик ортиқлик коэффициенти, ишлатилган газларнинг захарлилик 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 дизел кўрсаткичлари эса кейинроқ муҳокама қилинади.

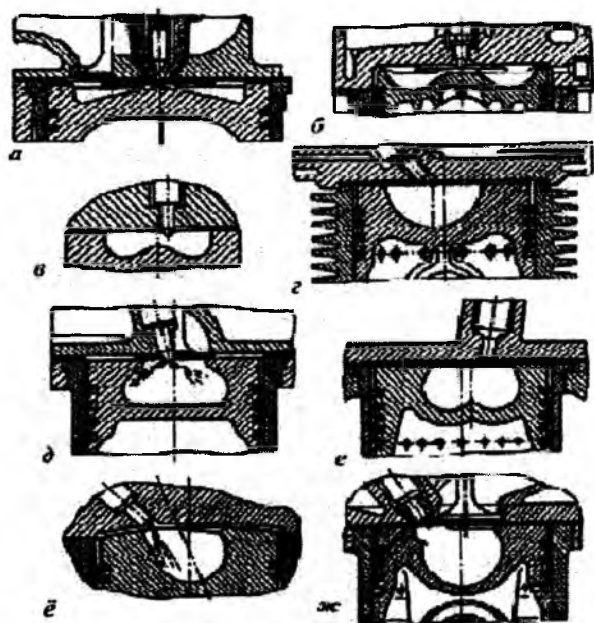
Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини ташкил этишда, шунингдек, дизелнинг белгиланган кўрсаткичларига эришишда ёниш камерасининг конструкцияси ва ёнилғи бериш кўрсаткичлари муҳим аҳамият касб этади. Аралашма ҳосил бўлиш жараёни одатда ёниш камерасининг танланган турига ва қабул қилинган ёнилғи бериш 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 ўйикдан 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 поршен билан цилиндр устёпмаси орасидаги тирқишга мос тушади.

Дизел ҳатто ноқулай режимда ишлаганда ҳам ёнилғи оқимининг пуркалиш масофаси шундай бўлиши керакки, улар камеранинг четки деворига етиб бормайдиган бўлсин. Бунинг учун камералар етарли даражада кенг қилиб ишланади ($D_*/D_н = 0,75 - 0,90$), тўзиткич соплосининг диаметри эса кичиклаштирилади (унинг сонини кўпайтириш ҳисобига). Шу билан бирга, ёнилғи тўлиқ юкланишлар режимида ёриб ўтиш хусусиятига эга бўлиши лозим, шундагина камеранинг ҳаво 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.



6.7-расм. Дизелларнинг ажратилмаган ёниш камералари

Дизелнинг тезлик режими оширилганда ёнилғи оқимларининг камерада ҳаракатланишига кетадиган вақт қисқаради ва бунинг оқибатида ёнилғининг тўзиткич соплолари орқали бошланғич оқиб ўтиш тезлигини оширишга, яъни пурқаш босимини оширишга тўғри келади. Шу сабабли айланиш частотаси 3000 мин^{-1} бўлган тезорар ИЕДларда циклда иссиқликдан фойдаланиш яхши йўсинда сақланиб қолиши учун номинал режимда пурқаш босими 80-150 МПа гача етказилади. Одатда, бундай камераларда қўлланилувчи штифтсиз тўзиткичлар ёнилғи оқимларининг конус бурчаги 20° атрофида бўлади (6.5-расмга қarang). Натижада камерадаги ҳавонинг ёнилғи оқимлари орасида турган анчагина қисми аралашма ҳосил бўлишида қатнашмайди, бинобарин, ундан фойдаланилмайди. Аммо айти пайтда айрим жойларда ёнилғи оқимлари ҳаво билан оптикча тўйинади. Шу сабабли, бу ҳолда юкланиш тўлиқ бўлганда ҳавонинг оптиклик коэффициенти қиймати 1,7—2,2 дан кичик бўлишига эришиб бўлмайди (ишлатилган газлар тутунсиз бўлганида), оқибатда циклда етарли 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 уюрмалли ҳаракати ёнилғи оқимларидаги зарраларни улар орасидаги бўшлиққа чиқариб ташлайди (6.8-расм) ва бу билан ёнилғининг камерада тақсимланишини яхшилайти. 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:

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

бу ерда i – ёнилғи оқимлари сони; γ – ёнилғи оқимининг конус бурчаги; $\varphi_{\text{тур}}$ – ёнилғи пуркалиш фазаси.

Қўп ҳолларда ҳаво уюрмасининг тезлиги тирсакли валнинг айланиш тезлиги билан таққосланади: $\omega_{TB} = \frac{\pi n}{30}$. (6.9)

У ҳолда ҳаво уюрмасининг нисбати

$$\Omega = \frac{\omega_x}{\omega_{TB}} = \frac{360 - i\gamma}{i\varphi_{\text{тод}}} = \frac{360}{i\varphi_{\text{тод}}} - \frac{\gamma}{\varphi_{\text{тод}}}. \quad (6.10)$$

(6.10) формуладан курииб турибдики, тўзиткич соплоларининг сони қанча қўп 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 ортикча уюрмаланиш юзага 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 поршен ЮЧНга етганида ҳаво поршен тепасидаги бўшлиқдан ёниш камерасининг ўйиғига сиқиб чиқарилади, бунда массанинг айланиш радиуси ўзгаради. Бу эса айланишнинг бурчак тезлиги катталашувиға олиб келади. Агар сиқиб чиқарилиш жараёнида заряд массаси миқдори моментининг сақланиш қонунидан келиб чиқадиған

бўлсак, ушбуни ҳосил қиламиз:
$$\omega_{\bar{y}} = \omega_{\eta} \left(\frac{D_{\eta}}{D_k} \right)^2 \cdot \frac{V_{\bar{y}}}{V_c} \cdot \xi, \quad (6.11)$$

бу ерда:	ω_{η} ва ω_{η}	-	ҳавонинг камера ўйиғида ва цилиндрда айланиш бурчак тезлиги;
	D_k, D_{η}	-	камера ва цилиндрнинг диаметрлари;
	$V_{\bar{y}}, V_c$	-	поршендаги ўйикнинг ва сиқиш камерасининг ҳажмлари;
	ξ	-	заряд ўйикка сиқиб чиқарилгандаги исрофларни ҳисобга олувчи тузатма коэффициент (бирдан кичик).

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

$$\omega_{\bar{y}} = C \cdot n^m. \quad (6.12)$$

бу ерда: C - мазкур ИЁДга 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 соплаларининг сони кам бўлган тузаткичлар қўлланиладиган тезкорар ИЁД ва конструкцияларга тааллуқлидир. Сиқиш тактида поршен ЮЧНга етган даврда ёниш камерасида ҳавонинг айланма ҳаракатидан ташқари, сиқиб чиқарилиш оқимлари ҳам юзага келади, у камера марказига томон радиал тарзда йўналган бўлади. Улар ёниш оқимларига қарама-қарши йўналишда ҳаракатланиб, аралашма ҳосил бўлишига таъсир кўрсатади. ЮЧНда поршен тепасидаги тирқиш ва V_k/V_c 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 ёниш оқимлари билан кирадиган солиштирма энергия улушининг (E_e) ҳаво заряди эга бўлган энергия улушига (E_x) нисбатан кўпилиги ҳосидир. Статистика маълумотларига кўра, автотракторларда қўлланиладиган мавжуд дизеллар учун $E_e/E_x = 25 - 40$ га тенг. Келтирилган рақамлар аралашма ҳосил бўлишида ёниш аппаратлари катта рол ўйнашини кўрсатади. Айни вақтда улар дизел

кўрсаткичларининг ёнилғи 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 ёнилғининг пуркалиш ва тўзитилиш кўрсаткичлари 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. Ёнилғи поршен ўқига нисбатан силжиган тўзиткич соплоси орқали ёниш камерасига пуркалади ва унинг деворига урилади. Камеранинг шакли сферасимон шаклга яқин бўлиб, форсунканинг соплоси шундай жойлаштирилганки, натижада ёнилғи юзага нисбатан ўткир бурчак остида пуркалади. Натижада ёнилғи 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 ёнилғи микдорининг атиги 5-10 фоизи қолади, холос. Бу микдор ўз-ўзидан алангаланишнинг бошланғич манбаини ҳосил қилиш учун зарурдир. Ёнилғининг асосий қисми эса поршенда жойлашган камера тубининг сиртида — мой узатиш йўли билан ҳарорати керакли даражада (300—320°C) тутиб туриладиган деворда тўпланади. Бугланган ёнилғи девор сиртидан узоқлашади ва айланаётган ҳаво зарядининг аралашма ҳосил қилиш жараёнида қатнашади. Ҳавонинг камерадаги зарур айланиш тезлиги шундай танланадики, натижада аланга манбаи пайдо бўлганидан сўнг камера ичидаги ҳаво заряди кўзда тутилган ёниш даври ичида аралашма ҳосил бўлишида қатнашади.

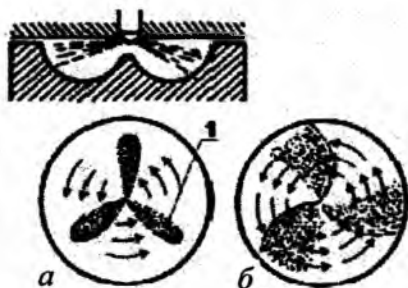
Аралашма ана шу усулда ҳосил бўлувчи мавжуд дизелларда камера девори ёнида ўлчанган ҳавонинг айланиш тезлигининг тангенциал (уринма) ташкил этувчиси номинал айланиш частотасида 40—50 м/с ни ташкил этади, бу эса пуркаш узоқлиги тирсакли валнинг 40—45° бурилиш бурчагига тенг бўлган ҳолда 8—9 га тенг уюрма 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 поршен ЮЧНга яқинлашган даврда ҳаво заряди кичик радиусли камерага сиқиб чиқарилиши ҳисобига унинг айланишдаги бурчак тезлиги ортади. Кўриладиган ҳолда ушбу ҳодиса анча самарали бўлади, чунки $D_4/D_1 = 0,35 - 0,40$ ва $V_4/V_1 = 0,83 - 0,88$ га тенгдир. Кези келганда шуни айтиб ўтиш керакки, бу усулда кўзда тутилган

аралашма ҳосил бўлишидаги тартибли жараёнга мавжуд ҳаво зарядининг мумкин қадар кўп қисмини жалб қилиш учун V_f/V_c нисбатни каттарок 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 ошар экан. Шу сабабли аралашма ҳосил қилиш усулининг номи (пардали аралашма ҳосил бўлиш жараёни) шартлидир. Ҳавода суёқ томчи тарзидаги ёнилғининг амалда мавжуд эмаслиги аралашманинг тутунсиз ва тўлиқ ёнишига яхши шароит яратади. Аммо бунинг учун ҳавонинг камерада ҳаракатланиш тезлиги ва ёнилғининг камера деворидан буғланиш жадаллиги мувофиқлаштирилиши зарур. Дизелни ишга тушириш даврида, шунингдек у кизиётганда, қачонки поршен 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 ўринлидир:

$$E_f/E_x = 0,25-6,35.$$

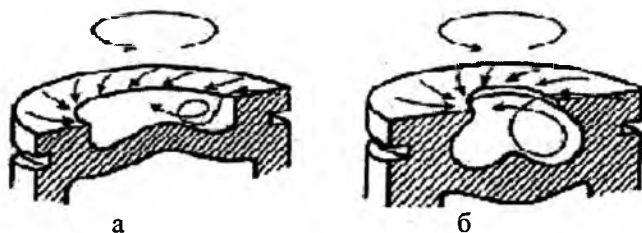
Дизелнинг пардали аралашма ҳосил бўлишига асосланган иш жараёни «М-жараён» деб юритилади. Бу жараённи С. Мойерер ишлаб чиққан бўлиб, у ҳозирги вақтда MAN ва бошқа маркали дизелларда қўлланилади.



6.8-расм. Ҳажмий аралашма ҳосил қилиш усули қўлланиладиган ёнилғининг ҳаво билан ўзаро таъсирланиш схемаси

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_d/V_c нисбатнинг 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 соплолари камроқ (одатда 3—5 та) бўлади. Шунинг учун (6.8) муносабатдан келиб чиққан ҳолда ҳавонинг айланишдаги бурчак тезлиги катта бўлиши зарур. Хусусан, бунга эришиш учун қираётган заряднинг буралиши жадаллаштирилади ва сиқиш такти охирида ҳаво поршен ўйиғига сиқиб чиқариладиган қилинади [(6.11) формулага қаранг]. Ёниш камераси ҳажмий усулдагига нисбатан торроқ бўлса, у каттароқ самара беради. Шу мулоҳазаларга кўра, шунингдек актив аралаштириш ва ёниш жараёнида қатнашмайдиган заряд (поршен тепасидаги тиркишдаги, поршен каллаги атрофидаги, клапанлар учун мўлжалланган кертиклардаги ва бошқа жойлардаги заряд) нинг улушини камайитириш мақсадида V_d/V_c нисбатни 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. Табиийки, қираётганда 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 поршен ўйиғига қираверишда ўз траекториясини ўзгартириб, марказдан қочирма куч таъсирида деворга сиқилади. Бўйлама уюрма (заряднинг айланма ҳаракати) ва сиқиб чиқарилган оқимнинг камера ўйиғида ўзаро таъсирлашуви натижасида ҳавонинг торсимон (лат. *torus* — кавариқлик) айланма ҳаракати юзага келади ва бу билан ҳажм бўйича аралашма ҳосил бўлиш ҳамда камеранинг чекка деворига тушаётган ёнилғининг олиб ташланиши таъминланади.



6.9-расм. Дизелнинг ёниш камерасида (а-кенг ва б-тор бугизли камера) хавонинг ҳаракати

Бўғзи тор камераларда (6.7-расм, *д, е*) сиқиб чиқариладиган оқим кучли бўлади, шунинг учун тороидал уюрма юзага келади. Россияда ишлаб чиқарилган ЦНИДИ камераларининг (6.7-расм, *е*) бўғзи ва цилиндри диаметрларининг нисбати атиги 0,345-0,38 ни ташкил этади. Ушбу камераларда ёнилғи бугизнинг ўткир қиррасидан пастрокдан, камера деворига нисбатан ўткир бурчак остида пуркалади ва М-жараёнда бўлгани каби парда ҳосил қилади. Аммо М-жараёндагидан фарқли ўларок, деворининг ҳарорати махсус тарзда назорат қилинмайди ва шу сабабли ёнилғининг буғланиш тезлиги поршеньнинг иссиқлик режимига ҳамда двигател 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 ИЁД киритиш тизимининг конструкциясини соддалаштиришга (чунки унда кираётган ҳаво оқимини буриб турадиган қурилмалар талаб қилинмайди) ва цилиндрнинг 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. Шунини 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. Кейинроқ Перкинс фирмаси автомобил дизеллари учун қўллаган шунга ўхшаш конструкциядаги ёниш камерасида сиқиб чиқариладиган оқимдан ҳам, заряднинг айланма ҳаракатидан ҳам фойдаланилмоқда, бу эса дизел тўла қувват билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлик коэффиценти камайтириш имконини берди.

Аралашма ҳосил қилишнинг бу усулида ёниш камерасининг радиал ўлчами кичикроклиги туфайли ўйикнинг чеккаларига ёнилғи ўз вақтида етказиб берилиши учун пуркалиш босимининг анча юқори бўлиши талаб этилмайди. Қўп миқдорда тўзиткич соплolari қўлланилгани учун уларнинг диаметри катталашади, бу эса, ўз навбатида, оқимнинг кинетик энергиясини ошириб, зарур пуркаш босимини пасайтиришга ёрдам беради. Бу кўрсаткичнинг 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 яхшиланишига ёрдам беради, унинг ишончлилигини оширади. Шу билан бирга айтиб ўтганимиздек, бундай дизелларда аралашма ҳажм бўйича ҳосил бўладиган дизелларга қараганда ҳавонинг камерадаги ҳаракатиға 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_d/E_x 2,5 – 1,5 га тенг.

Девор яқинида аралашма ҳосил бўлиш жараёни

Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усулиға мос келувчи ёниш камераси 6.7-расм, 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 оқимиға эргашиб кетади, натижада камера деворининг ёнида нисбатан ёнилғиға бой бўлган аралашманинг тор ҳалқасимон қатлами ҳосил бўлади. Ёниш жараёнида аралашма ҳосил бўлишининг яқунловчи 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) муносабатта мувофиқ, битта соплодан ёнилғи пуркалиш даврида деярли бир айланишға бурилиши лозим. Ёнилғининг пуркалиш давомийлиги тирсақли валнинг 35-40° бурилишини ташкил этганда ҳаво зарядининг бу бурилиши 9-10 бирликка тенг, талаб қилинувчи уюрма нисбатини беради [(6.10) формулага қаранг]. Аралашма шу усулда ҳосил қилинувчи мавжуд дизелларда бир-бириға нисбатан ҳавонинг айланиш йўналишида силжиган иккита оқим қўлланилгани сабабли уларда уюрма нисбатлари кичикрок бўлади. Аралашма девор яқинида ҳосил бўладиган

мавжуд двигателларда сиқиш 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 бўлиши ҳажмда содир бўлади. Шу сабабли цилиндрдаги ҳаводан энг тўла фойдаланилиши учун ёнидаги оқимлари анча узоққа пуркаладиган бўлиши керак. Шундагина ёнидаги ҳавонинг қаршилигини ва уюрманинг ювиб кетувчи таъсирини енгитиб ўтиб, нисбатан чуқур камеранинг энг узоқда жойлашган зонасига ўз вақтида етиб боради.

Вазифа шу билан бироз енгиллашадигани, бунда катта диаметрли атиги 2 га сопло қўлланилади. Бу ҳол оқимларнинг кинетик энергияси ва ёриб ўтиш хусусиятини оширади. Шунинг учун ҳатто тезорар ИЁДларда ҳам энг юқори пуркаш босим 45—50 МПа дан оширилмайди. Бу кўрсаткич тахминан ҳажм бўйича пардалли усулда аралашма ҳосил қилинадиган дизеллардагидекдир, аммо ҳаво энергияси анча зиёд бўлади. E_x/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 совитиладиган дизелларида қўлланилган. Бу усул Д-жараён деб юритилади.

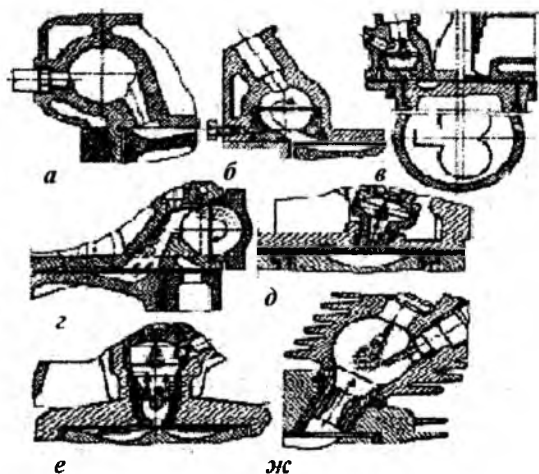
Ажратилган ёниш камераларида аралашма ҳосил бўлиш жараёни

Ушбу камераларнинг ажратилган дейилишига сабаб шуки, унинг сиқиш содир бўладиган умумий V_c ҳажми икки қисмга ажратилган бўлиб, уларни каналлар туташтириб туради. Поршен тепасида жойлашган камера асосий камера деб, кўпинча цилиндр устёзмасида жойлаштириладигани 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 дизел 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, сиқишнинг умумий ҳажми қисмлари орасида дросселловчи кесимнинг (туташтирувчи каналнинг) борлиги билан ва аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёниш жараёни икки босқичда ташкил қилинганлиги, яъни у ёрдамчи ва асосий камераларда кечиши билан фарқ қилади. Ташкил қилиниш хусусиятларига кўра, ажратилган камераларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни уюрмали камерада, олд камерада ва ҳаволи ёрдамчи камерада кечадиган турларга бўлинади. Охириги 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_{yk}/V_c нисбат 0,4—0,6 га тенг, туташтирувчи каналнинг доира, эллипссимон ёки лавиясимон кесими цилиндр қўндаланг кесими юзининг 0,8—3% қисмини ташкил этади.

Асосий камерада поршен тубида қошиқ, шарсимон сегмент кўринишида ёки мураккаброқ шаклли унча чуқур бўлмаган ўйик бор (6.10-расм, *в* га қаранг). Ёрдамчи камеранинг пастки қисми иссиқлик исрофини камайтириш ва аралашма ҳосил бўлишини (буғланиш ва аралашининг тезлашувини) ҳамда ёнишни яхшилаш мақсадида кўпинча юқори сифатли иссиқбардош пўлат қоплаш йўли билан иссиқликни ўтказмайдиган қилинади. Иш давомида унинг ҳарорати 600—650°C га етади. Газ оқими туфайли бўладиган газодинамик исрофларни камайтириш учун туташтирувчи канал кўпинча соғло шаклида ишланади (6.30-расм, *а*).



6.10-расм. Ажратилган ёниш камераларининг схемалари

Сиқиш тактида поршен ЮЧНга томон ҳаракатланганда поршен тепасидаги ҳажмдаги ҳаво заряди ёрдамчи камерага сиқиб чиқарилиб, у 25—40 га тенг уюрма 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—

0,95 ни ташкил этади. ЮНЧга $15-20^\circ$ қолган заряднинг айланиш тезлиги энг юкори қийматга этади, бунда газнинг туташтирувчи каналдан ўтишдаги энг юкори тезлиги $100-200$ м/с ни ташкил этади. Ёнилғи айланаётган ҳавога штифт конусининг бурчаги $4-15^\circ$ бўлган штифтли тўзиткич воситасида пуркалади. Ёриб ўтиш қобиляти 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 чиқирилиши керакки, ёрдамчи камерада циклик ёнилғи миқдорининг нисбатан озгина қисмигина ёна бошлайдиган ва ёнадиған 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 поршен тепасидаги ҳажмга оқиб ўтаётганидаги ёниш жараёнида ёрдамчи ва асосий камералардаги босимлар ўртасидаги фарқ $0,8-1,0$ МПа га этади. 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. Поршен тубидаги ўйикнинг қабул қисми шундай тарзда ишланадиги, натижада ёрдамчи камерадан заряд отилиб чиқаётган чоғда асосий камерада такрорий аралаштиш юз беради. Одатда V_{yx}/V_c нисбат қанча кам бўлса, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнининг ана шу иккинчи босқичини ташкил этишга шунча катта эътибор берилади. Уюрмали камераларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни икки босқичли қилиб ташкил этилиши туфайли $\alpha = 1,30-1,20$ ва бундан кичик бўлган ҳолда аралашманинг тутамасдан ва анча тўлиқ ёнишига эришилади. ИЁДнинг 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 тезорар енгил дизелларда ($4500-5500$ мин⁻¹ гача) уюрмали камераларда аралашма ҳосил қилишдан фойдаланишнинг асосий сабабларидан биридир.

Айтилганлардан маълум бўладики, аралашма уюрмалли 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 тизими бу қўшимча вазифадан озод бўлади ва 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 совиш юзаси эса ажратилмаган камерали дизеллардагига нисбатан каттароқ бўлгани сабабли двигателни совуқ ҳолатда ишга тушириш шароити қийинлашади. Шу боисдан уюрмалли камералар ўрнатилган дизелларда сиқишнинг анча юқори даражалари (18—23) қўлланилади, бу эса механик исрофларнинг қўпайишига 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, чўғланма электр свечалар қўлланилади. Улар ёрдамчи камерага ўрнатилади (6.10-расм, в га қаранг) ва дизелни ишга тушириш ҳамда киздириш даврида ёкилади. Бундан ташқари, стартернинг қуввати ҳам оширилади. Уюрмалли 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 содир бўлади. Жараённинг ана шу хусусияти туфайли аралашма ҳосил бўлиш энергияси (ёнилғи билан келтирилган) унча катта бўлмайди, чунки ёнилғининг муайян пуркалиши талаб этилмайди. Ёнилғи узатувчи аппаратлар нисбатан енгил шароитда ишлайди, пуркаш босими 30—38 МПа дан зиёдлашмайди ва аппаратлар конструкцияси соддалаштирилиши мумкин. Статистика маълумотларига кўра, ажратилган уюрма камерали дизеллар учун E_c/E_d нисбат 0,08—0,06 ни ташкил этади.

Олд камераларда аралашма ҳосил бўлиши. Ёниш камераларининг шу асосда ишлайдиган турлари 6.10-расм, *б* — *ж* да кўрсатилган. Мазкур жараённинг уюрмалли камерадаги жараёндан асосий фарқи шундаки, бунда туташтирувчи канал (ёки каналлар) ёрдамчи канал ўқи бўйлаб йўналган ва шу сабабли газ оқими поршен тепасидаги ҳажмдан оқиб ўтаётганда фонтан шаклида бўлиб, камера олдида ён деворлар бўйлаб тарқалади. V_d/V_c нисбат 0,25 — 0,4 га тенг, туташтирувчи каналнинг кесими (ёки ҳамма каналларнинг умумий ўтиш кесими) эса цилиндр юзининг 0,3 — 0,5%

кисмини ташкил этади, яъни уюрмали камералардагидан анча кичикдир. Уюрмали камералар ўрнатилган ИЁДларда бўлгани каби, олд камераларнинг пастки қисми ва туташтирувчи канал иссиқлик ўтказмайдиган қилиб ишланади. Сикиш тактида олд камерага ҳавонинг оқиб кириш тезлиги босимлар фарқи $0,6—0,8 \text{ МПа}$ бўлганда $200—300 \text{ м/с}$ ни ташкил этади. Ёнилғи эса конусининг бурчаги $4—12^\circ$ бўлган штифтгли тўзиткич орқали ингичка оқим тарзида ҳавога рўпара йўналишда пуркалади. Ёнилғининг дастлабки аланга олиши олд камерада юз беради, шундан сўнг ҳаво олд камерада ҳарорат ва босим тез кўтарилиши оқибатида ёнилғи ва ёниш маҳсуллари билан бирга поршен тепасидаги бўшлиққа қайтиб киради. Бу ерда ёрдамчи камеранинг нисбий ҳажми уюрмалли камераларникидан кичикроқ бўлганидан олд камерадан чиқаётган газ оқими таъсирида асосий камерада иккинчи марта аралашуш 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 ($1—2 \text{ МПа}$) 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 коэффициентини $1,15—1,25$ 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 ясаиб, ички қисми газ қатлами воситасида иссиқликни ўтказмайдиган қилинади; бу ерда ҳарорат $600—650^\circ\text{C}$ га етади. Бу ҳол, бир томондан, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш шароитини яхшилайдди, иккинчи томондан эса гидравлик қаршиликнинг ортишига ва бунинг оқибатида иш жисми оқиб ўтганда энергиянинг исроф бўлишига олиб келади. 6.10-расм *е* да тасвирланган конструкцияда туташтирувчи каналнинг кесими сикиш жараёнида ва газ оқиб ўтаётганида поршен тубидаги бобишқа билан беркилиши ҳисобига ўзгартиб туради. Бу ҳол газ олд камерага кираётганда ва ёниш маҳсуллари асосий камерага чиқаётганда уларнинг тезлигини керагича ўзгартириш имконини беради.

Аралашма олд камерада ҳосил бўлганда асосий камерада иккинчи марта аралашуш ва ёниш жадаллиги, масалан, уюрмалли камерали дизеллардагига нисбатан двигател валининг айланиш частотасига камроқ боғлиқ бўлади.

Шу туфайли айланишнинг юқори частоталарида ҳам, паст частоталарида ҳам аралашма анча тўлиқ ва ўз вақтида ёнади. Туташтирувчи каналда газнинг дросселланиши сиқиш жараёнида 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 хусусияти билан биргаликда энг аввало совуқлайин ишга туширишда ва қизимаган ҳолда ишлашда ўз-ўзидан алангаланиш шароитини ёмонлаштиради. Шу боис ишга тушириш сифатларини яхшилаш учун олд камерали дизелларда сиқишнинг юқори даражалари (18—23), чўғланма свечалар (6.10-расм, *е*, *ж* га қаранг) ва юқори қувватли стартерлар қўлланилади.

Аралашма олд камерада ҳосил қилинганда газнинг энергияси уюрмали камерали дизеллардагидан ҳам каттарок аҳамият касб этади. Бу энергиянинг бир қисми сиқиш 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 пуркалиш ва тўзителиш хусусиятларига нисбатан қўйиладиган талабларни камайтиради, ёнилғининг йирикрок тўзителиши ва 30—35 МПа босим билан узатилиши билан чекланишга имкон беради. Ёнилғи берувчи аппаратларнинг ишлаш шароити жиддий тарзда яхшиланади ҳамда уларнинг конструкциясини соддалаштириш ва арзонлаштириш имконияти туғилади. Статистика маълумотларига кўра олд камерали мавжуд дизеллар учун E_e/E_x нисбат 0,03 — 0,04 га тенг.

7-БОБ. ЁНИШ ЖАРАЁНИ

7.1. Умумий маълумотлар

ИЁД кривошипининг бурилиш бурчагига қараб иссиқлик ажралиш қонуниятини поршен тепасидаги босимнинг ўзгаришига сабаб бўлади. Ушбу қонуният кўп даражада циклнинг энергетик ва иқтисодий кўрсаткичларини, деталларга тушадиган механик ва иссиқлик юкланишларини, двигател ишлаганда чиқадиган шовқин даражасини ҳамда маълум даражада унинг механизмларида бўладиган ички исрофларни белгилаб беради. Ўз навбатида, иссиқлик ажралиш қонуниятини, ишлатилган газларнинг заҳарлилиги 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. ИЁД шароитида ёниш бир ерда кечадиган мураккаб физик-кимёвий 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. ИЁДда ёниш жараёнидаги оксидланиш реакциялари кўп босқичли тарзда бўлиб, бу реакциялар кечганда турғун бўлмаган оралик бирикмалар юзага келади. Бу бирикмалар кетма-кет актлар давомида тугал маҳсулотларга айланади. ИЁДларда қўлланилувчи мураккаб таркибли муайян мотор ёнилғилари учун, ёниш жараёнида кечадиган кетма-кет реакцияларнинг ҳақиқий аҳволи ҳали етарлича ўрганилмаган, жараённинг асосий қонуниятларигагина маълум. Кимёвий ўзгаришларнинг, шу жумладан, ёниш жараёнларининг расмий қонуниятларини анча яхши акс эттирувчи кимёвий 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 бўйсунди:

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

бу ерда: dC/dt лимитловчи реагент миқдорининг вақт бўйича ўзгариш тезлиги;
 A — реагентнинг хоссаларига ва аралашманинг таркибига боғлиқ бўлган ўзгармас кўпайтувчи;

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

E — активлаштириш энергияси (n — кўпгина ёниш реакциялари учун унинг самарали қиймати $(8,4—16,8) \cdot 10^4$ кЖ/кмолга тенг);

μR — универсал газ доимийси;

T — аралашманинг абсолют температураси.

(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 ёнилгининг ёниш жараёни кимёвий кинетика қонуниятларига ҳамма вақт ҳам бўйсунармайди. Ёниш жараёни хусусиятларининг энг тўлиқ изоҳини занжирли реакциялар назарияси беради. Бу назариянинг яратилишида академик Н.Н.Семёнов бошчилигидаги рус олимлари етакчи рол ўйнадилар. Ушбу назарияга мувофиқ, кимёвий реакцияларнинг аксарият қисми яқка 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 кимёвий 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 яқка тартибдаги реакцияда фақат битта актив зарра вуҷудга 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, ИЁДда ёниш жараёнининг боришига зарраларнинг ҳам иссиқдан, ҳам кимёвий 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 рол ўйнайди. Ёниш камерасида ёнилгининг ўз-ўзидан аланга олишида асосий ролни занжирли реакциялар ўйнайди. ИЁДда ёнишнинг ўзига хос уч тури фарқ қилинади: ўз-ўзидан алангаланиш, ёнувчи аралашма бўйлаб аланганинг тарқалиши, диффузион ёниш.

7.1.1. Ўз-ўзидан алангаланиш

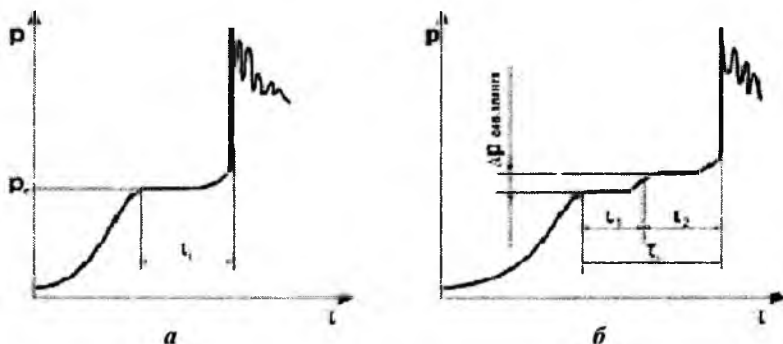
Сиқилган иссиқ ҳавога пуркалган суюқ ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиши дизеллардаги ёниш жараёнининг дастлабки босқичи учун хос ҳодисадир. Ёниб улгурмаган ёнилғи-ҳаво аралашмаси қисмининг ўт олдириш свечасидан таркалаётган аланга олдида ўз-ўзидан алангаланиши детонация манбаига айланиши мумкин. Маълумки, детонация ҳодисаси учкундан 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 ортиқ 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, *a* да паст ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш деб юритилувчи, 600–750 К температураларда парафин ва нафтен углеводородлар учун хос бўлган ккки босқичли ўз-ўзидан алангаланиш жараёни тасвирланган. τ нинг биринчи босқичида чала оксидланишнинг турғун бўлмаган оралиқ маҳсуллари тўпланади, натижада «совук» аланга деб юритилувчи ҳаворанг аланга пайдо бўлади, ҳарорат бир неча ўн градусдан юзларча градусгача кўтарилади ва $\Delta p_{c-ал}$ босим ортади, τ нинг иккинчи босқичида, тўпланиб қолган оралиқ бирикмаларнинг оксидланиш жараёни кечади ва ёниш манбаи пайдо бўлади. τ_1 ҳарорат кўтарилиши билан қисқаради ва босимга кам даражада боғлиқ бўлади. τ_2 эса, аксинча ҳарорат кўтарилганда узаяди ва босим ортганда қисқаради. Шу сабабли баъзи ёнилғиларнинг умумий кечикиш даври τ температураларнинг анча кенг доирасида (700 — 850 К) озгинагина ўзгаради, холос. Паст ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш одатдаги

дизел ёнилғилари қўлланиладиган дизелларга хосдир. Бунда ёнилғининг цетан сони қанча юқори бўлса, кечикиш даври шунча қисқа бўлади.



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

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

7.1-расм, б да юқори ҳароратда ўз-ўзидан алангаланиш деб аталадиган бир босқичли ўз-ўзидан алангаланиш жараёни тасвирланган. Бу жараён чексиз ва ароматик углеводородларда 800-1200K температурада кузатилади. Аралашманинг ҳарорати кўтарилиши билан кечикиш даври узлуксиз қисқариб боради. Ёнувчи аралашма таркибида инерт суьолтиргичлар (H_2O , N_2 , CO_2) бўлганда реакциялар тезлиги пасаяди, чунки бунда реагентлар миқдори камаёди, ажралаётган иссиқликнинг бир қисми эса инерт таркибий қисмларнинг исишига сарфланади. Ҳавонинг керагидан кўпайиб кетиши (ортиқлиги), яъни ёнилғи-ҳаво аралашмасининг суьоклашуви ҳам худди шундай таъсир кўрсатади. Шу сабабли ўз-ўзидан алангаланишнинг бошланғич босқичлари қуюқ аралашмаларда ($\alpha=0,1-0,6$) энг жадал ривожланади.

Алангаланиш олдидан бўладиган реакцияларнинг занжирли тарздалигини эътиборга олиб, ёнилғига кам миқдорда махсус қўшилмалар қўшилиш йўли билан реакцияларнинг ривожланиши ва тезлигига таъсир кўрсатиш мумкин. Дизел ёнилғиларига органик пероксидлар ёки нитробирикмалар (этилнитрат, амилнитрат ва ҳоказо) қўшилганда кечикиш даври қисқарган ҳолда (яъни ёнилғининг цетан сони ортган ҳолда) ўз-ўзидан алангаланишнинг бошланғич босқичлари кескин тезлашади. Бензинларга антидетонатор (масалан, тетраэтил-кўрғошин) қўшилса, детонация ҳодисалари бартараф этилган ҳолда (яъни ёнилғининг октан сони ортган ҳолда) ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан аланга олиши кескин секинлашади.

Бу ҳодисага актив зарралар металл атомлари билан ёки антидетонатор парчаланиши натижасида ҳосил бўлган металл оксидлари билан ўзаро таъсирлашганда занжирларнинг узилиши сабаб бўлади.

Дизелларда тўзитилган сувоқ ёнилғининг ўз-ўзидан аланга олиши бир жинсли газ аралашмаларидагидек қонулар асосида ривожланади. Аммо бу ерда жараён кимёвий ўзгаришлардан олдин кечувчи ёнилғи зарраларининг аралашлиши, исиши ва бугланиши каби физик ҳодисалар туфайли мураккаблашади. Шу сабабли ягона манбадаги алангаланишнинг кечикиш даври физик ҳамда кимёвий таркибий қисмлар (компонентлар) дан иборат бўлади. Аммо умуман, пуркалган ёнилғи оқими учун физик ва кимёвий жараёнлар бир вақтда кечади, шу боис ташқи аломатларига кўра қайд қилинувчи кечикиш даврида унинг таркибий қисмларини ажратиб кўрсатиш амалда мумкин эмас. Пуркалган ёнилғи зарраларининг исиш ва бугланиш жараёнлари 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 олдида бўладиган реакциялар хусусиятларининг ривожланишига боғлиқ ҳолда бир неча ўн м/с дан тортиб товуш тезлигидан юқори қийматларгача ўзгариши мумкин. Муайян физик-кимёвий 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 боис 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 ўз-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 ИЁДда ёнувчи аралашма камерада буғланган ҳолатда бўлади ва унинг таркиби дизеллардагига нисбатан бир жинслироқ бўлади. Шу сабабли унда алангаланиш олдидан жараёнлар аралашманинг исиши 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 исиши 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 чакнашига сабаб бўлади. Бу ҳодиса учқундан ўт олдириладиган ИЁДдаги детонацион ёнишнинг моҳиятини ташкил этади.

7.1.2. Ёнувчи аралашмада аланганинг тарқалиши

Ёнишнинг бу тури ёниш камераси олдиндан тайёрланган кўп ёки кам даражада бир жинсли ёнувчи аралашма билан тўлдириладиган, учқундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун хосдир. Ўт олдириш свечасининг электродлари ўртасида юқори кучлианишли 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 қўлами (фронти) тор соҳадан иборат бўлиб, у бошланғич

харорати T_0 га тенг бўлган янги аралашмани якуний харорати T_2 га тенг бўлган ёниш маҳсулларидан ажратиб туради. Бу соҳанинг бошида аралашманинг исиши асосан унга реакция соҳасидан ёниш маҳсулларининг молекуляр диффузияланиши эвазига, шунингдек газнинг иссиқлик ўтказиши туфайли содир бўлади. Айтиб ўтилганидек, кимёвий реакциялар тезлиги харорат кўтарилиши билан ортиши муносабати билан кимёвий ўзгаришлар соҳаси аланга қўламида унинг умумий қалинлигининг озгина қисмини (тахминан 20% нини) ташкил этади, бу қисмда харорат якуний T_2 хароратга 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 этади. Ёнилғи ёпиқ ҳажмда ёндирилганда ламинар аланга қўлами юқорида айтилганидан анча катта тезлик билан ҳаракатланади. Буни аланга қўлами ортида ёниш маҳсулларининг кенгайиши билан ва босимнинг тенглашиши натижасида янги аралашманинг сиқилиши ҳисобига аланганинг кўчиб ўтиши билан тушунтириш мумкин. Аралашма куюқрок (бензин учун $\alpha=0,85-0,92$) бўлганда аланганинг нормал тезлиги энг юқори қийматга этади ва аралашма суюқлашганда ҳам, кейин яна суюқлашганда ҳам пасая боради. $u_n=6-8$ см/с га етганда ёниш соҳаси кенгайиши ва иссиқлик исрофи ортиши туфайли аланга ўчади.

Аралашманинг рухсат этилган куюқлик чегараси юқори концентрацион чегара дейилади; ламинар аланга ана шу чегарадан юқорида таркала олмайди. Аралашманинг рухсат этилган суюқлик чегараси қуйи концентрацион чегара дейилади. ИЁДларда қўлланиладиган бензиннинг мазкур чегаралари ҳавонинг ортиқлик коэффиценти $0,6 < \alpha < 1,3$ атрофида ўзгаришига мос келади. Газсимон ёнилғилар учун қуйи концентрацион чегара суюқ аралашмаларга мос келади. Аралашманинг харорати 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 ИЁДлар ёниш ўз вақтида тугалланиши учун аланганинг таркалиш 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

келади. Шу боис зарбли тўлкинлар ё пайдо бўлмайди, ёки номақбул окибатларни келтириб чиқармаган ҳолда ўз-ўзидан алангаланишга тайёр бўлмаган аралашма бўйлаб ўтади. Бунда ёнилгининг 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 ўз-ўзидан алангаланиш катта ҳажмда содир бўлади, натижада зарбли тўлкинлар 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.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДда ёнувчи аралашма камерада буғланган ҳолатда бўлади ва унинг таркиби дизеллардагига нисбатан бир жинслироқ бўлади. Шу сабабли унда алангаланиш олдидан жараёнлар аралашманинг исиши 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 исиши натижасида), у ҳолда зарбли тўлкинлар ёнувчи аралашманинг қўшни соҳаларидан, қайсики алангаланиш олдидан бўладиган жараёнлар ниҳоясига етишига яқин қолган соҳалардан ўтаётиб ёнмай қолган, портловчан бўлган аралашманинг чакнашига сабаб бўлади. Бу ҳодиса учкундан ўт олдириладиган ИЁДдаги детонацион ёнишнинг моҳиятини ташкил этади.

7.1.2. Ёнувчи аралашмада аланганинг тарқалиши

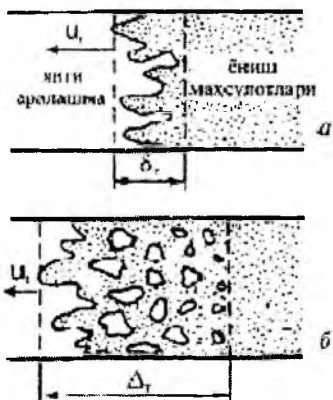
Ёнишнинг бу тури ёниш камераси олдиндан тайёрланган кўп ёки кам даражада бир жинсли ёнувчи аралашма билан тўлдириладиган, учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун хосдир. Ўт олдириш свечасининг электродлари ўртасида юқори кучланишли электр зарядидан ҳосил бўлган аланга иссиқликнинг ёниш соҳасидаги актив марказларнинг яқинида турган янги аралашмага диффузия туфайли узатилиши ҳисобига камера бўйлаб тарқалади. Ёнишнинг *ламинар* ва *турбулент* хиллари бўлади. Ламинар ёнишда аланганинг қўлами (фронти) тор соҳадан иборат бўлиб, у бошланғич

ҳарорати T_0 га тенг бўлган янги аралашмани якуний ҳарорати T_2 га тенг бўлган ёниш маҳсулларидан ажратиб туради. Бу соҳанинг бошида аралашманинг исиши асосан унга реакция соҳасидан ёниш маҳсуллариининг молекуляр диффузияланиши эвазига, шунингдек газнинг иссиқлик ўтказиши туфайли содир бўлади. Айтиб ўтилганидек, кимёвий реакциялар тезлиги ҳарорат кўтарилиши билан ортиши муносабати билан кимёвий ўзгаришлар соҳаси аланга қўламида унинг умумий қалинлигининг озгина қисмини (тахминан 20% нни) ташкил этади, бу қисмда ҳарорат якуний T_2 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 ёндирилганда ламинар аланга қўлами юқорида айтилганидан анча катта тезлик билан ҳаракатланади. Буни аланга қўлами ортида ёниш маҳсуллариининг кенгайиши билан ва босимнинг тенглашиши натижасида янги аралашманинг сиклизиши ҳисобига 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. ИЁДларда қўлланиладиган бензиннинг мазкур чегаралари ҳавонинг ортиқлик коэффиценти $0.6 < \alpha < 1.3$ 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 $4000 - 6000 \text{ мин}^{-1}$ бўлган замонавий теззорар ИЁДлар 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 тирсакли 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 масштабли турбулентлик), у ҳолда у иссиқ ва совуқ зарраларнинг аланга қўламида қўчиш 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 масштабли 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 қўчиши билан алмашинади.



7.2-расм. Бир жинсли аралашманинг турбулент ёниши:
а-қучсиз турбулент ёниш; б-қусли турбулент ёниш

Турбулент пульсациялар жадаллиги ортганда аланга қўлами узилади ва ёнишга улгурмаган аралашманинг бутун бошли ҳажмлари иссиқ маҳсуллар

куршовида қолади (7.2-расм, *б* га қаранг). Бундай ҳажмлар деярли бир вақтда алангаланлади, бу эса босимнинг кескин узилишлари (пульсация) олиб келади, оқибатда турбулент алангадан кучли шовқин чиқади ва у тебрана бошлайди. Турбулент ёниш тезлиги турбулент пульсациялар жадаллиги, яъни двигател тирсақли валининг частотасига мутаносиб тарзда ортиб бориши аниқланган. Бу ҳил тезжорар ИЁДларда аланга қўламининг ҳаракатланиш тезлигини $u_{\text{сн}}=50-80$ м/с га етказиш имконини беради. Турбулент аланга қўламининг қалинлиги 20-25 мм га етиши ва бундан ҳам ортик бўлиши мумкин.

Ёниш механизмининг ўзгариши муносабати билан турбулент аланганинг тарқалиш тезлиги ламинар ёнишдагига нисбатан турли омилларнинг таъсирига бошқачароқ боғлиқ бўлади. Жумладан, $u_{\text{сн}}$ аралашманинг босими кўтарилиши билан ортади, ёниш температураси юқорилашганда тезроқ катталашади, аралашманинг таркибига камроқ боғлиқ бўлади. Шунинг 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 турбулентлиқнинг 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 кислороди билан аралашади. Реакция соҳасида юқори ҳароратли аланга мавжуд бўлганда кимёвий жараёнлар жуда тезлик билан кечади ва ёнилғининг ёниш тезлигини катъий чеклаб қўймайди. Унинг тезлигини ёнилғининг ҳаво билан диффузион аралашуви чеклайди ва ростлаб туради. Шу сабабли газтурбинали двигателлар, буг козон 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 оксидловчи модда алоҳида-алоҳида берилса, ёниш соҳаси бирмунча куюқ аралашма (дизел 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 қўлами мос равишда ўзгаради,

концентрацияси энг макбул бўлган соҳада автоматик тарзда барқарорлашади. Агар суяк ёнилғи ёниш соҳасига тўзитилган ҳолда берилса, бугланаётган томчилар атрофида, буг пардасининг ташқи томонида, яъни ёнилғи ва ҳаво керакли микдорда тўпланадиган жойда аланганинг маҳаллий қўламлари юзага келади. Ҳавода томчилар микдори жуда зич бўлганда улар аланганинг умумий қўлами билан қуршалади. Кичик диаметрли (40 мкм дан кичик) томчиларнинг ёниши бир жинсли аралашманинг ёнишидан кам фарқ қилади, бироқ аланга қўлами анчагина турғун бўлади, чунки бу ҳолда ҳамма вақт реагентлар концентрацияларининг ёниши учун энг макбул бўлган соҳа ва ҳамиша реакциялар катта тезликда кечадиган юқори ҳароратли соҳа мавжуд бўлади. Шу сабабли дизеллар жуда суяк ўртача аралашмаларда ҳам ($\alpha > 4$) ёниш жараёни бузилмаган ҳолда ишлай олади.

Шу билан бир қаторда, диффузион ёниш дизелларда қўп 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, жараённинг 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 бунда жараённинг қўзилиб кетиши туфайли циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси бироз ёмонлашади, холос. Олдиндан аралаштирилган бир жинсли аралашмалар ёнганда қурум пайдо бўлиш эҳтимоли анча кам бўлади, чунки концентрациянинг юқори чегараси мавжудлиги туфайли аралашма қуюқлашганда аланга ўцади.

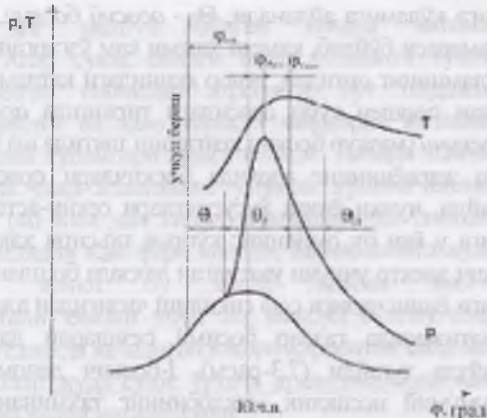
7.2. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда ёниш жараёни

Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда иш жараёни одатдагича ташкил қилинганда сиқиш ҳажмида бўлган ёнилғи, ҳаво ва кам микдордаги қолдиқ газларнинг деярли бир жинсли аралашмаси электр учқуни таъсирида ёнади ва турбулент аланга қўламининг бутун заряд бўйлаб тарқалиш жараёнида ёниб тугайди. Қўлайлик учун унда учта босқич ажратиб қўрсатилади (7.3-расмга қаранг). ① - *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 устёймаси билан поршен 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 учкуни узатилган лаҳзада бошланади ва индикатор диаграммасидаги ёниш чизиги соф сиқилиш чизигидан ажралаиш нуқтасида, яъни ёниш натижасида газлар босими сезиларли даражада кўтарила бошланган пайтда тугайди (7.3-расм). I-босқич давомида цикл ичида ажраладиган умумий иссиқлик микдорининг тахминан 1,5—2% қисми ажралади, унинг давом этиш вақти эса тирсакли валнинг 8—15° бурилиш бурчагини ташкил этади. Ёниш жараёнини 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 қилинади. 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 ажралаиш 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 ажралаиш 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 микдорининг 6-13% қисми ажралади, унинг давом этиш вақти эса тирсакли валнинг 8-15° бурилиш бурчагини ташкил этади.



7.3-расм. Учқундан ўт олдирилган ИЭДдаги ёниш жараёни босқичлари

Ёниш жараёнининг хусусиятлари ва ёниш босқичларининг давом этиш вақти кўпгина омиллارга 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 кимёвий 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-кимёвий хоссалари билан белгиланади. Тирсакли валнинг бурилиш градусларида ифодаланувчи бошланғич босқичнинг давом этиш вақти валнинг айланиш частотаси билан $\Theta_1 \approx u_n \cdot n^m$ муносабат орқали боғланган (бу ерда $m=0,5-1$), яъни тезлик режими кўтарилганда у узаяди. Аланга манбаининг қўлами 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 вакти 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. Учкундан 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 нуқтаи назаридан тамомила рухсат этса бўладиган даражададир. У сиқиш 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 қўлами ортида ҳам тирсақли вал бурилиш бурчагининг муайян оралиги давомида тобора пасайиб боровчи тезлик билан давом этади. Ёниб тугаш жараёнида аланганинг тезлиги иш аралашмасининг физик-кимёвий хоссаларига асосий босқичдагига нисбатан кўпроқ даражада боғлиқ бўлади.

7.2.1. Ёниш жараёнига турли омилларнинг таъсири

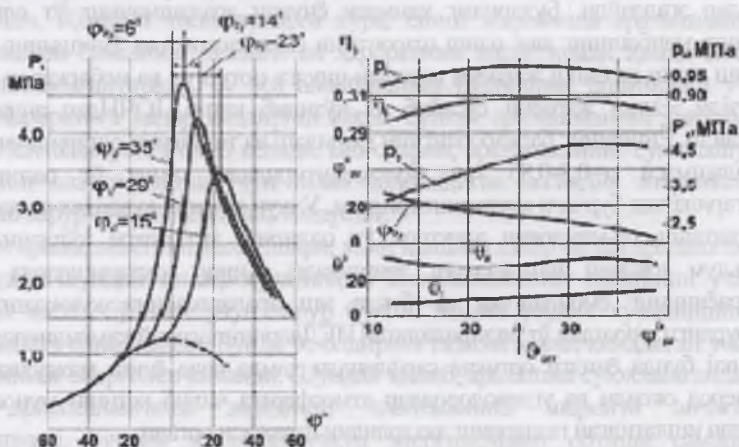
Ёнувчи аралашманинг таркиби. Бу омил таркибий қисмлар (ёнилғи ва кислород) нинг ёнишдаги нисбий миқдорини белгилайди ҳамда унинг хусусиятларига ҳам, ҳосил бўладиган маҳсулотларнинг кўрсаткичлари (температура ва босим) га ҳам кучли таъсир қилади. Максимал ёниш тезлиги ва газнинг энг юқори температураси $\alpha=0.85-0.92$ бўлган қуюқ аралашмада ҳосил қилинади. Бундай аралашмалар электр учкундан осонгина алангаланadi ва ёнишнинг циклдан-циклга яхши ўтишини таъминлайди. Бу ҳол ёнишда молекуляр ўзгариш коэффиценти 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.

ИЁДларда 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 стехиометрик 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 циклнинг термодинамик самарадорлигини ошириш учун ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги катталаштирилади. Бундан ташқари, суюқ аралашмалар учкундан 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 циклларда чакнаш юз бермай қолиши мумкин. Термодинамика нуқтаи 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 ИЁДнинг турғун ишлашини таъминлашга имконият туғилади.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги. Бу омил ёниш жараёнида бўладиган физик-кимёвий ўзгаришларга бевосита таъсир қилмаган ҳолда ёнишнинг цикл босқичидаги ҳолатини белгилайди, оксидланиш реакциялари кечадиган шароитларга таъсир кўрсатади, улар орқали эса цикл кўрсаткичларига ҳам таъсир 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 ЮЧНдан $12-15^\circ$ 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 хаддан ташқари барвақт бошланганда учкун бериш пайтида аралашманинг ҳарорати ва босими паст бўлгани сабабли унинг аланга олиш шароити 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-рasm, *a* да ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги 35° га тенг), бу эса асосий босқичда ҳарорат ва босимнинг кескин кўтарилишига сабаб бўлади. $dp/d\varphi$ катталиклар ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги меъёрида бўлганда ёниш учун хос бўлган қийматлардан анча катта бўлиши мумкин. Бу эса ИЁД деталарига тушадиган юкланишларнинг динамикилигини 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 катталашиб борадиган ҳажмида кечади (7.4-рasm, *a* 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 ЮЧНдан анча ўтиб тугайди. Ёниш маҳсуллари цилиндрда етарлича кенгайишга ва иш бажаришга улгурмасдан юкори кўрсаткичларда (температура ва босимда) атмосферага чиқиб кетади. Натижада иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши кўпаяди. ИЁД ва киритиш тизимининг элементлари эса қизиқ кетади.



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

Энг мақбул ўт олдиришни илгарилатиш бурчаклари ИЁДнинг 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 зиёдалашади ҳамда ёнишнинг асосий босқичи илгарироқ (ЮЧНга яқинроқ) тугайди, бу эса ИЁДнинг 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 катталашишига ҳамда деталларнинг металл сиртлари орасидаги тирқишда жойлашган аралашма улушининг ортишига олиб келади. Шу сабабли тирсақли валнинг бурилиш градусида ифодаланувчи ёниб туташ босқичи узаяди.

Юкланиш. Юкланишни камайтириш учун дроссел-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 нотургун ва нобарқарор бўлиб боради. Ёниш жараёни сусайиб ва чўзилиб кетиб, ЮЧНдан 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 тизимлари қўлланилганда маълум ижобий натижаларга эришилади. Кичик юкланишларда ёниш жараёнининг ёмонлашуви ва бунда иш аралашмасини қуюқлаштириш зарурлиги учқундан ўт олдириладиган ИЁДларнинг асосий камчиликларидир, чунки бунда ёнилғи ортикча 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

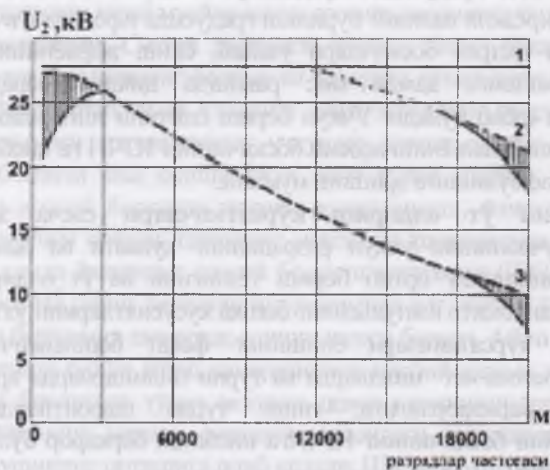
қискаради. Заряднинг цилиндрга кириш тезлиги ва жараённинг вақт бўйича амалга ошиш частотаси ортиши туфайли ёнувчи аралашманинг турбулент пульсациялари жадаллашади. Асосий босқичда ёниш тезлиги валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда зиёдлашади ва унинг кривошипнинг бурилиш бурчаги градусида ифодаланувчи 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 силжитиш йўли билан ёниш асосий босқичининг ЮЧН га нисбатан вазияти деярли ўзгармас бўлишига эришиш мумкин.

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

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

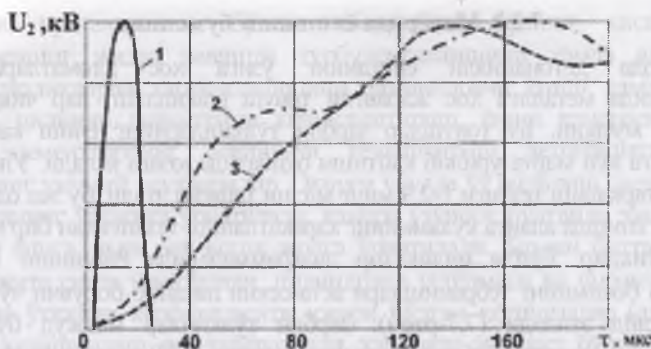
Янги аралашма ёниш маҳсуллари, яъни қолдиқ газлар билан аралашганда ҳам худди шундай таъсир кузатилади. Газ босимининг пасайиши учқун разряди ҳосил бўлиши учун зарур бўлган тешиб ўтувчи кучланишнинг камайишига олиб келади. Бунда ўт олдириш тизими ҳосил қиладиган учқун разрядининг энергияси камаёди. Шундай қилиб, аралашма суюклашганда ва ИЁД дросселланганда заряднинг алангаланиш шароити анчагина ёмонлашади. Бундай ҳолларда учқун энергиясининг ортиши самарали суюклашишнинг концентрацион чегарасини суюқрок аралашмалар

томонига силжитиш ва қисман юкланишлар билан ишлаганда ёниш жараёнини яхшилаш имконини беради. Алангаланиш бўлмай қолишлар сони камлиги ва ёнишнинг тез авж олиши туфайли ИЁДнинг қабулчанлиги яхшиланади ҳамда валнинг айланиш частоталарида қувват бирмунча ортади.



7.5-расм. Турли ўт олдириш тизимлари учун иккиламчи кучланишнинг разрядлар частотасига қараб ўзгариши: 1-тиристорли; 2-транзисторли; 3-батареяли

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

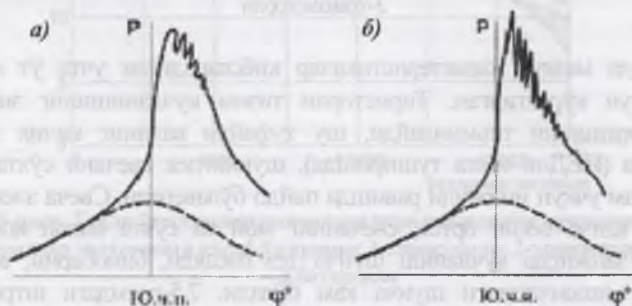


7.6-расм. Турли ўт олдириш тизимлари учун свеча электродидagi учкун разрядида иккиламчи кучланишнинг ўзгариши: 1-тиристорли; 2-батареяли; 3-транзисторли

7.6-расмда мазкур характеристикалар киёсланадиган учта ўт олдириш тизими учун кўрсатилган. Тиристорли тизим кучланишнинг энг жадал равишда ортишини таъминлайди, шу туфайли валнинг кичик айланиш частотасида (ИЁДни ишга туширишда), шунингдек свечани сўхта ва мой босганда ҳам учкун ишончли равишда пайдо бўлаверади. Свеча электродида кучланиш канча секин ортса, свечанинг мой ва сўхта билан қопланиши оқибатида занжирда кучланиш шунча тез пасаяди, бинобарин, аралашма ёнишининг 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 тизимда узок давом этувчи учкун импульсини ҳосил қилиш мумкин, бу ҳам, айниқса юқори айланиш частотасида, ўт олдиришнинг ишончлилигини оширади. Электрон тизимларнинг қўшимча афзаллиги шундаки, бунда бирламчи занжирни контактиз узиб қўйиш имконияти бор бўлиб, натижада иш жараёнида учкун кўрсаткичларининг ва тизим ростланишларининг барқарорлиги ортади, чунки бу ҳолда контактларнинг ёйилиши ёки қуйиши таъсир қилмайди. Цилиндрда синхрон тарзда ишловчи иккита свеча қўлланилганда ўт олдиришнинг ишончлилиги ортади ва ёнишнинг циклараро барқарормаслиги пасаяди, бундан ташқари, ёниш камерасининг детонацияга қарши хусусиятлари яхшиланади. Махсус усуллардан (форкамерада машъаладан ўт олдириш ва зарядни қатламларга ажратиш) фойдаланилганда ҳам шу самарага эришиш мумкин. Бу усуллар 7.2.3-§ да кўриб чиқилади.

7.2.2. Меъёрида ёнишнинг бузилиши

ИЁДларда детонацияли ёнишнинг ўзига хос аломатларига у ишлаётганида металлга хос жарангли товуш (такиллаш) 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 қўламининг ҳаракатланиш тезлигидан бир неча ўн марта ортиқдир. Бунда индикатор диаграммаларида ёнишнинг охириги қисмидаги босимнинг тебранишлари аста-секин пасайиб боровчи чўққилар тарзида қайд этилади (7.7-расм). Зарбли тўлқинлар мавжуд бўлганда иссиқликнинг деворга ўтиб кетиши кескин ортади. ИЁД кизиб кетади, унинг қуввати камаяди, ёниш механизми бузилгани туфайли ишлатилган газларда қора тутун пайдо бўлади.



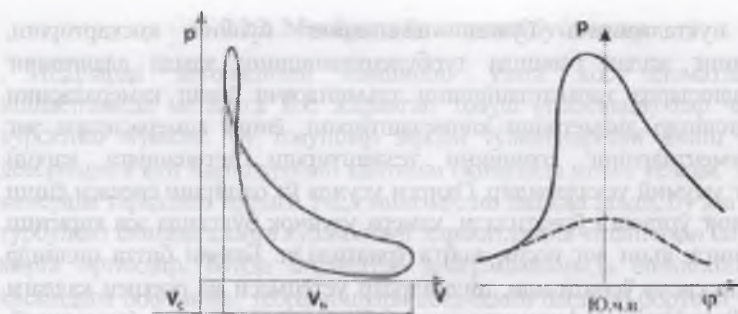
7.7-расм. Кучсиз (а) ва кучли (б) детонацияли ёниш диаграммалари

Двигателнинг детонация билан ишлашига асло йўл қўйиб бўлмайди, чунки бунда унинг иш кўрсаткичлари ёмонлашиши билан бир қаторда цилиндрлар блоки устёпмасининг кистирмаси, свечаларнинг электрод ва изоляторлари емирилиши, поршенлар ва ёниш камераларининг кирралари куйиши, халқалар синиши мумкин. Стехиометрик таркибли аралашмалар айниқса детонацияга мойил бўлади. Детонациянинг юзага келишига цилиндрдаги аралашманинг ўз-ўзидан алангаланишини осонлаштирувчи омиллар, шу жумладан, ёнилғининг детонацияга чидамлилигининг етарли эмаслиги (яъни октан сонининг кичиклиги), сиқиш даражасининг ортиши, ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг катталашуви, ИЁДнинг кизиб 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

узокдаги нукталаригача бўлган аланганинг йўлини қисқартириш, аралашманинг жадал равишда турбулентланишини ҳамда аланганинг юқори тезликларда ҳаракатланишини таъминловчи ёниш камераларини қўллаш, цилиндр диаметрини кичиклаштириш, ёниш камерасидаги энг иссиқ элементларнинг совишни тезлаштириш детонацияга қарши курашнинг умумий усуллариدير. Охириги усулда ўт олдириш свечаси ёниш камерасининг ўртасига ўрнатилади, камера узунчоқ бўлганда эса киритиш клапани ёнига, яъни энг иссиқ жойга ўрнатилади. Баъзан битта цилиндр учун иккита свеча ўрнатилади, цилиндрлар устёпмаси ва поршен 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 чикиб турувчи кучсиз совитиладиган бурчаклар ва сиқиб чиқаргичларнинг залворли элементлари бартараф этилади.

Иш жараёнида юзага келувчи детонацияни сўндиришга ИЁД юкланишини камайитириш 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.

Барвакт алангаланиш. Бу бузилишнинг моҳияти электр учқун берилгунга қадар ёнилғи-ҳаво аралашмасининг бирор деталнинг (свеча электроди ёки изолятори, чиқариш клапани, поршен 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 сиқиш тактида, ЮЧНга етмасдан анча олдин содир бўлади. Ёниш жараёни асосий босқичда цилиндрнинг кичиклашиб боровчи ҳажмида ривожланади, шунинг учун температура ва босимнинг максимал қийматлари метёрида ёнишдагидан анча катта бўлади. Чақнаш энергиясининг кўп қисми поршеннинг ЮЧНга томон ҳаракатланишига қаршилиқ кўрсатишга (7.8-расм), яъни манфий иш бажаришга сарфланади. Бунда ИЁДнинг қуввати камаяди, газнинг иссиқлиги деворларга жадал ўтиб кетиши натижасида двигател қизиб кетади, бунинг оқибатида барвакт алангаланиш ҳодисаси вақт бўйича прогрессив равишда авж олиши мумкин. Барвакт алангаланишда бўғиқ тақиллаган товуш пайдо бўлади. Бу ҳодиса содир бўлганда (ҳамма цилиндрларда эмас) уни ИЁДнинг умумий шовкинида илғаб олиш қийин.



7.8-расм. Аралашма муддатидан олдин ёнгандаги индикатор диаграмма

Двигател 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 двигателнинг қизиби кетиши атроф ҳаво ҳароратининг юқорилиги, янги заряднинг ҳаддан ташқари қизиби кетиши, деталлар сиртини сўхта босиши ва тош пайдо бўлиши, ёниш камераси элементларининг совиши бузилиши, шунингдек атмаштириш чоғида ўт олдириш свечаларининг иссиқлик хусусиятини нотўғри танлаш сабаб бўлиши мумкин.

Барвақт алангаланишнинг олдини олиш учун ИЁДни ишлатиш давомида ёниш камераси элементлари (поршен туби, ўт олдириш свечалари, чиқариш клапани) ни вақт-вақтида сўхтадан тозалаб туриш зарур. Поршен группаси ейилган ёки октан сони юқори бўлган этилланган бензинлардан фойдаланилган ҳолларда бу ишга айниқса эътибор бериш керак. Шу мақсадда, булардан ташқари калил сони тавсия этилган даражада бўлган ўт олдириш свечаларидангина фойдаланиш лозим. Калил сони свечаларнинг ўта қизишга чидамлилигини ифодалайди. Иш жараёнида аралашманинг барвақт алангаланиши юз берса, уни двигателдан юкланишни олиш ва карбюраторнинг дроссел-заслонкасини дарҳол беркитиш йўли билан бартараф 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 ИЁДларда ёниш жараёнининг охириги 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 нукталарда юз беради ва ёниш жараёни кескин тезлашади. Агар алангаланган аралашманинг ҳажми катта бўлмаса, бу ҳол салбий оқибатларга олиб келмаган ҳолда ёниш жараёнининг фақат охириги босқичини тезлаштиради, холос. Шу тарзда алангаланган аралашманинг ҳажми анча катта бўлганда ёниш жараёни шунчалик тез кечадики, натижада каттик 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. Гумбуллаш ҳодисаси кўпинча ИЁД узок вақт кичик юкланишларда ва салт ишлаганда, қачонки ёниш камерасида қалин сўхта қатлами юзага келганда содир бўлади. Юкланиш оширилганда курум ёна бошлайди ва ажралиб чиқадиган сўхта зарралари аралашмани қўшимча равишда аланга олдирувчи кўп сонли манбаларга айланиши мумкин.

Ўт олдириш узиб қўйилгандаги чакнашлар. Ҳодисанинг моҳияти шундан иборатки, сиқиш даражаси юқори бўлган ИЁД яхши кизиган ҳолатдалигида ўт олдириш узилгандан кейин ҳам салт ишлашда давом этади. Бунга сиқиш такти охирида аралашманинг ўз-ўзидан алангаланиши сабаб бўлади, чунки паст айланиш частоталарида (300-400 мин⁻¹) мавжуд бўлган вақт аланга олдидан бўладиган зарур жараёнларнинг амалга ошиши ва чакнаш пайдо бўлиши учун етарлидир. Ўт олдиришни узиб қўйишдан олдин ИЁД ни совитиш, яъни юкланиш олингандан сўнг уни маълум вақт салт ишлатиш йўли билан ўз-ўзидан чакнашларнинг олдини олиш мумкин.

Кириштиш ва чиқариш тизимларидаги чакнашлар. Товуш сўндиргичдаги «пакиллаш» 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 бўғик каттик пакиллашга сабаб бўлиши мумкин. Одатда бу ҳодиса ўта қуюқ аралашмада кузатилади ва карбюраторни ростлаш йўли билан бартараф этилади. Карбюратордаги жарангли пакиллашлар 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 очик қолса, киритиш тизими ва карбюраторда алангаланишни келтириб чиқариши мумкин. Бу ҳодиса

унинг сабаблари аниқлангандан сўнг карбюраторни ёки ўт олдиришни ростлаш орқали йўқотилади.

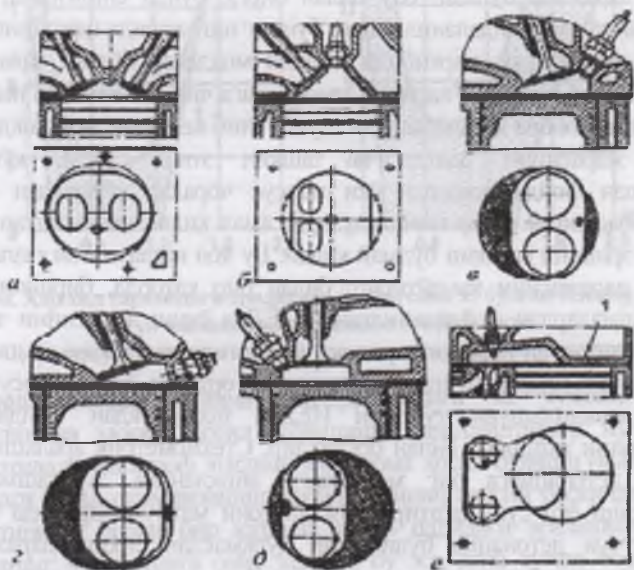
7.2.3. ИЁД ларда ёниш жараёнини ташкил этиш

ИЁДга 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 жараёни 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 турбулацияси ва уюмталаниши таъсир қилади. Ёниш камераси ёниш жараёнини ташкил қилишнинг энг муҳим таркибий қисми бўлиб, у зарядни турбулациялаш орқали ёниш жараёнига, иссиқлик ўтиб кетадиган солиштирма сиртнинг катталигига (яъни камера деворлари юзининг унинг ҳажмига нисбатига) ва свечадан энг узоқдаги нуктагача бўлган масофага (чунки бу масофа аралашманинг ёниш вақтига ҳамда детонация ҳодисаси пайдо бўлиш имкониятига таъсир қилади) таъсир кўрсатади. Ёниш динамикаси, яъни тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича аралашманинг ёниш қонуниятлари ёниш камерасининг шаклига боғлиқ. Бу қонуният жараёнининг асосий босқичида цилиндрда босимнинг кўтарилиш жадаллигини ва маълум даражада, циклдаги газнинг энг юқори температураси ҳамда босимни белгилаб беради. Ёниш камерасининг шакли цилиндрни янги заряд билан тўлдириш даражасига ва ишлатилган газлардан тозалаш даражасига ҳам таъсир қилади, чунки клапанларнинг ўлчамлари ҳамда газ алмашинуви жараёнида заряднинг ҳаракатланиши камеранинг шаклига боғлиқдир.

Учқундан ўт олдириладиган ИЁД ларда энг кўп қўлланиладиган ёниш камераларининг турлари 7.9-расмда кўрсатилган. АЗЛК-412 двигателларида қўлланиладиган *яримсферасион камера* (7.9-расм, а) жуда ихчам бўлиб, совитиладиган солиштирма юзаси кичикдир. Свеча камеранинг ўртасидан сал нарироқ ўрнатилган, бу ерда аралашманинг асосий қисми тўпланади, бу эса ёниш жараёни тез тугашига имконият яратади. Сиқиш жараёнида аралашма атрофдан марказга томон сиқиб чиқарилади, аммо турбулентлик ва уярма ҳосил бўлиш жадаллиги унча катта эмас.

Чодирсимон камеранинг (7.9-расм, б) иссиқлик алмашилиш 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 ўйикнинг қия туби поршен тепасини қоплаб турувчи сиқиб чиқаргич билан биргаликда сиқиш тактида жадал сиқиб чиқариш оқимини ҳосил қилади, бу оқим ўт олдириш свчасига томон йўналади ҳамда зарядни турбулизациялайди ва ёнишни тезлаштиради. Ҳозирги кунда бензинда ишлайдиган аксарият двигателларда яримпонасимон камералар қўлланилади.



7.9-расм. Учқундан ўт олдириладиган ИЁД учун ёниш камерасининг турлари: а - ярим сфералти; б - чодирсимон; в - ярим понасимон; г - понасимон; д - ясси овалсимон; е - ён камера

Ясси овалсимон камера (7.9-расм, д) яримпонасимон камерага ўхшайди, аммо ўйикнинг 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 ИЁДларда 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 нукталаргача бўлган оралиқ катта бўлишига қарамай, камера юқори даражада детонацияга қарши хоссаларга эга, аммо унинг иссиқлик алмашилиш юзаси катта, шунинг учун циклда кўп миқдорда иссиқлик исроф бўлади. Сиқиб чиқаргичнинг нисбатан катта юзаси аралашманинг ёниб тугашили секинлаштиради ва деворга яқин жойларда реакцияларнинг тулқ бўлишини ёмонлаштиради, бу эса иссиқликдан фойдаланишга ҳамда чала оксидланиш маҳсуллари (углеводородлар) чиқишига салбий таъсир кўрсатади.

Айтиб ўтганимиздек, куюқ аралашманинг ёниш тезлиги ва циклнинг иши энг юқори даражада бўлади. Шу билан бирга, бунда ёнилғининг ёниш иссиқлигидан тулқ фойдаланилмайди, бунинг натижасида циклнинг ф.и.к. камаяди ва атмосферага таркибида заҳарли моддалар бўлган чала ёниш маҳсуллари чиқиб кетади. Уларнинг атмосферага чиқиб кетишига нисбатан чеклашларнинг тобора қатъийлашуви шунга олиб келдики, эндиликда ИЁД да ёниш жараёнини одатдагича ташкил этиш билан, қўшимча қурилмалардан фойдаланмасдан ёки махсус чоралар кўрмасдан туриб, саноати ривожланган қатор мамлакатларда амал қилиб келинаётган чекли нормаларга эришиш мумкин бўлмай қолди. Бу ҳол ишлатилган газларнинг заҳарлилиқ даражасини камайтириш билан бир қаторда, биринчи галда суёқ аралашмалардан фойдаланилганда ИЁДда ёниш жараёнини ташкил қилишга бағишланган тадқиқотларни жадаллаштирашни тақозо этмоқда.

Суёқ аралашмаларга бўлган қизиқишнинг ортиши ёнилғи ресурслари муаммоси кескинлашуви туфайли ИЁДда иссиқликдан фойдаланиш имкониятларини яхшилаш билан боғлиқдир. Стехиометрик аралашманинг (7.10-расм) детонацияга энг мойиллиги аниқланган. Аралашмаларни куюклаштириш ёки суёқлаштириш октан сони маълум даражада бўлган ёнилғилар учун детонация бўлишидан кўркмасдан сиқиш даражасини ошириш имконини беради, бу эса циклнинг ф. и. к. ни оширишга шароит яратади. Суёқ аралашмаларда сиқиш даражаси оширилганда ИЁД ишининг турғунлик доираси кенгайди. Суёқ аралашмалардан фойдаланилганда, юқорида айтилганлардан ташқари, термодинамик жиҳатдан ҳам қўшимча ютуқ бўлади (1-бобга қarang). Суёқ аралашмаларда ишлаганда пайдо бўладиган асосий муаммоларга уларнинг ёмон алангаланишини, ҳамма циклларда ҳам ёнишнинг бир хилда бўлмаслигини (натижада двигателнинг қуввати камаяди), ёнишнинг босқич бўйича қўзилиб 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 тезлаштиради), учкун разрядининг характеристикалари ўзгартирилади, кўп ҳолларда сиқиш даражасини кўтариш билан бир каторда форкамерада машъаладан ўт олдириш ва ёнилғи-ҳаво аралашмасини камерада қатламларга ажратилмадан фойдаланилади.

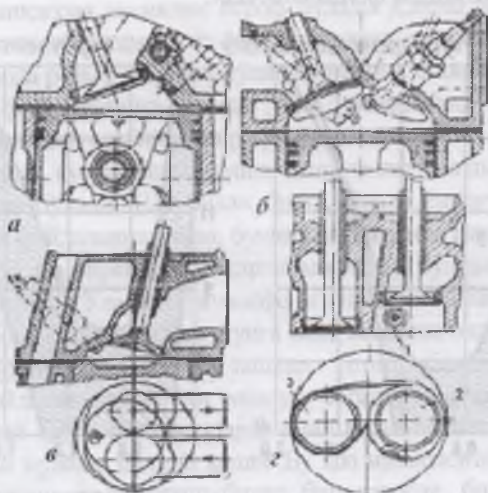


7.10-расм. Ҳар хил таркибдаги аралашма (октан сони 93 бўлган бензин) ИЁДнинг турғун ишлаши ва детонацияга чидамлиги:

1, 2 – турғун ишлаш чегараси; 3 – детонацияга чидамлик чегараси

Ёнишнинг циклар бўйича барқарормаслиги ва чўзилиб кетиши турбулентлик ва уярма ҳосил бўлишини жадаллаштириш йўли билан бартараф этилади. Эътироф этилишича, уярма ҳосил бўлиши (яъни муайян йўналишдаги заряд окимларининг ҳосил бўлиши) асосий босқичда ёнишни жадаллаштириши билан бир каторда девор олдидаги аралашма қатлами қалинлигининг камайишига олиб келади, бу эса ёниб туташ босқичининг тезроқ поёнига етишини таъминлайди. Уярма ҳосил қилиш учун камераси ажратилмаган дизелларда қандай қурилмалардан фойдаланилган бўлса, зарядни киритишда ҳам ўша қурилмалар, яъни ниқобланган клапан, маълум шаклли паррақлар 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 қўрилаётган ҳолда мазкур исрофлар кўпроқ бўлади, чунки учкундан ўт олдириладиган ИЁДнинг тезлик режими юқорироқ, ҳавонинг ортиқлик коэффиценти эса кичикроқдир. Бундан ташқари, карбюратор ёки дроссел ҳам қўшимча йўқотишларни (бензин

пуркалаётганда) вужудга келтиради. Шу сабабли сиқиш тактида цилиндр устёпмаси билан поршен туби орасидаги тирқишдан жадал равишда заряд сиқиб чиқарилиши эвазига уюрма ҳосил бўладиган ёниш камералари афзал кўрилади.



7.11-расм. Учкундан ўт олдирыладиган ИЕДларнинг замонавий ёниш камералари: 1-свеча; 2-чиқариш клапани; 3-кириш клапани

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. Поршен тепасидаги, свеча томонидаги катталаштирилган тирқиш аланга манбаи юзага келадиган даврда аралашманинг турбулизацияланишини бартараф этиш учун хизмат қилади.

7.11-расм, *б* да келтирилган яримсферасимон камерада бир вақтда ишловчи кккита свеча бор. Кириш жараёнида мазкур камерада цилиндрларга кириш жойида ўрнатилган тангенциал каналлар ва дефлекторлар уюрма ҳосил қилади.

7.11-расм, *в* да кўрсатилган камера поршен ўйиғида ва цилиндр устёпмасидаги чуқурчада жойлашган. Устёпмадаги ўйикнинг қия туби свеча йўналишида жадал сиқиб чиқариш оқимини ҳосил қилади. Камерада шунингдек ўк бўйлаб (цилиндр ўқи атрофида) уюрмадан ҳам

фойдаланилади, бу уюрмани кириш жойига ўрнатилган тангенциал киритиш канали ҳосил қилади.

7.11-расм, 2 даги камерада асосий ҳажм чиқариш клапани остидаги ўйикда, ўт олдириш свечаси ҳам шу ерга ўрнатилади, жойлашган. Сикиш жараёнида заряд тангенциал шакли канал (чуқурча) ёрдамида цилиндр камера ўйиғига сикиб чиқарилади ва бу ерда айланма ҳаракат олади.

Тез ёниш камералари $\alpha=1,0 - 1,1$ бўлганда, баъзи ҳолларда эса сикиш 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 ИЁД нинг маълум шароитда ишлаши учун етарли бўлмаган бензинларда ишлашда бунга алоҳида эътибор бериш зарур. Бу мақсадда қайтар алоқали тезюрар электрон бошқариш тизимларидан фойдаланилади. Улар детонация юзага келганда (аралашма ҳаддан ташқари тез ёнганда) ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини кичрайтиради. Детонация содир бўлаётганлиги магнитострикцион ёки пьезоэлектрик датчиклар ёрдамида аниқланади. Бу датчиклар цилиндр устёзмасига ўрнатилади. Баъзи ҳолларда ўт олдириш свечаси билан бирга датчиклар ҳам ўрнатилади, бу ўз навбатида ИЁД ни мураккаблаштириб ва қимматлаштириб юборади.

7.2.4. Ёниш хусусиятларининг иш шароитларида ўзгариши

ИЁД ни ишлатиш жараёнида узгич контактлари, кулачок, болғачанинг таянч товони ва свеча электродлари табиий равишда ейилади ва қуяди, 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-поршен группаси элементларининг ейилиши ёниш жараёнида газнинг босим ва температураси пасайишига, ёниш тезлиги пасайишига ва ёнилғи молекулаларининг тулик оксидланиши ёмонлашувига олиб келади.

Ёниш жараёнида ёниш камерасининг деворларини сўхта босади. Иш давомида поршен халқалари ва киритиш клапанининг йўналтирувчи втулкаси орқали мой кириши оқибатида бу ҳодиса жадаллашади, натижада сикиш даражаси ортади ва камера деворларига иссиқлик ўтиши ёмонлашади. Деворларга иссиқлик ўтишининг ёмонлашуви суюқлик билан

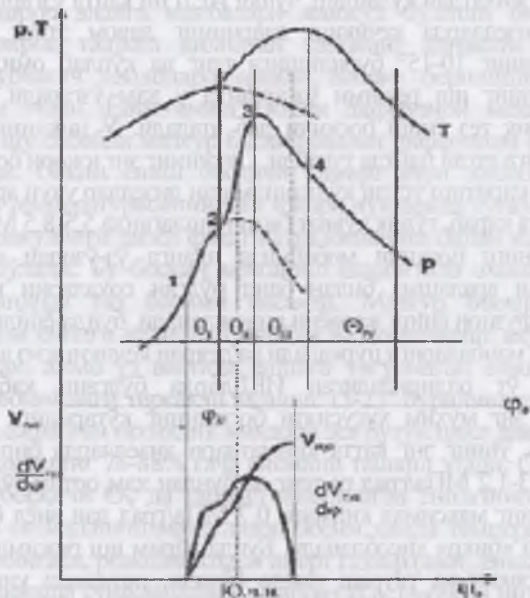
совитишда ғилоф деворларида тош ҳосил бўлиши, шунингдек, ҳаво билан совитиладиган двигателларда ташқи сиртларни чанг босиши ва кирланиши натижасида кучаяди. Буларнинг ҳаммаси ёниш камераларининг детонацияга қаршилиқ кўрсатиш хусусиятларини ёмонлаштиради, детонация ва қалил алангаланиш юзага келиши учун шароит яратади. Бу муаммо ҳавоси жуда иссиқ бўлган Ўрта Осиё региони учун айниқса муҳимдир, чунки бундай шароитда ёниш жараёнининг бузилиши ва ИЁД нинг қизиқ кетиши табиий бир ҳолдир. ИЁД 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 ИЁД қувватининг ва ёнилғи тежамкорлигининг пасайишида намоён бўлади. Ўша ишнинг ўзини бажариш учун ИЁД 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 қизиқ кетишига, цилиндрларда детонация ва қалил алангаланиш бўлишига олиб келади. Ҳайдаш температураси бензинникидан паст бўлган газ конденсатларидан фойдаланилганда аралашманинг цилиндрлар бўйича таркиби бирхиллашади ва унинг бир жинслилиги яхшиланади, бу эса ёниш жараёнига ва ИЁД кўрсаткичларига ижобий таъсир кўрсатади. Шу билан бирга, газ конденсатлари октан сонининг камлиги детонация ҳодисаси учун шароит яратади. Бу ҳодиса атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлган ва ИЁД нинг юкланиши юқори бўлган шароитда қувватнинг табиий камайиши оқибатида айниқса сезиларли бўлади. Ёниш жараёни бузилмаслиги учун газ конденсатининг октан сони қатъий тартибда назорат қилиб турилиши керак.

Ўрта Осиё шароитида енгил газ конденсатларидан фойдаланишда ёниш билан бевосита боғлиқ бўлмаган яна бир мураккаблик — ёнилғи тизимларида буг тикани ҳосил бўлиши ва бунинг оқибатида ИЁДнинг ишламай қолишлари назарда тутилиши лозим. Шу боис, двигател мунтазам равишда енгил газ конденсатларида ишлатиладиган бўлса, тизимдаги 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 ёнилгининг пуркалтиш характеристикалари келтирилган. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда булгани каби, дизелдаги ягона ва узлуксиз ёниш жараёни таҳлилга осон бўлиши учун алоҳида босқичларга ажратилади.

Ёнилғи берилиши нуқта 1 да, ИОЧНга нисбатан муайян илгарилатиш $\Phi_{ил}$ билан бошланади. Бу илгарилатишнинг катталиги қўлаб омиллارга боғлиқ бўлиб, берилган иш режими учун тажриба ўтказиб танланади. 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. θ_1 бурчак билан ифодаланувчи ва алангаланишнинг кечикиш даври деб аталувчи 1-2 ораликда камерадаги газнинг кўрсаткичлари ёнилғисиз сиқиш жараёнига нисбатан унчалик ўзгармайди.



7.12-расм. Дизелда ёниш жараёнининг кечикиши

Кечикиш даврида ёнилгининг 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 оралик маҳсуллар пайдо бўлиш жараёнларини ўз ичига олади. Физик ва айрим кимёвий жараёнлар иссиқлик берилишини талаб қилгани сабабли кечикиш даврининг кўп қисми давомида заряднинг температура ва босими ёнилғи берилмаган ҳолда сиқиш учун хос бўлган қийматлардан бирмунча паст бўлади. Ушбу жараёнлар қанчалик жадал кечса, заряднинг кўрсаткичлари шунчалик кўп пасаяди. Одатда, ёнилғини ўз-ўзидан алангаланишига тайёрлаш иссиқликдан чакнаш 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 сиқиш чизигидан узилиш нуктасини (2 нукта) 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 ИЁД ни қайта ўзгартиришни талаб қилмайди. Дизелларда кечикиш даврининг давом этиш вақти одатда тирсакли валнинг $10-15^\circ$ бурилишига тенг ва кўплаб омишларга боғлиқ бўлиб, дизелнинг иш режими ўзгарганда у ҳам ўзгаради. Нукта 2 дан кейинги оралик тез ёниш босқичи 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 $5,5-8,5$ МПа ни ташкил этади. Тез ёниш босқичи мобайнида аланга 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.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда 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 $dp/d\phi$ нинг максимал қиймати $0,7$ МПа/град дан зиёд бўлса, у ҳолда ёниш жараёни «бикр» ҳисобланади. Бунда айрим иш режимларида дизелда тақиллаш, шовкин 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 ИЁД деталларига тушадиган энг катта механик

юкланишларни ифодалайди. Тезюрар енгил дизелларни, айниқса, аралашма учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар 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 қонуният, 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 тирсақли валнинг 15° бурилиш бурчагидан зиёд бўлмайди, ажралиб чиқадиган иссиқликнинг улуши эса бутун цикл давомида чиқадиган умумий иссиқлик миқдорининг 30-50% қисмини ташкил этади. Секин ёниш босқичи Θ_{III} нукталар 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 нуктасида тугалланади. Ушбу босқичнинг мавжудлиги дизел фақат катта юкланиш 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 тирсақли валнинг $15-25^\circ$ бурилишига тенг бўлади, унинг охирида ажралган иссиқлик миқдори эса бутун цикл давомида чиққан иссиқлик миқдорининг 78-88% гача қисмини ташкил этади. Охирги босқич – ёниб тугаш босқичи Θ_V 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. ЮЧНдан узоклашган сари иссиқликдан фойдаланиш нуктаи назаридан ёнишнинг мақсадга мувофиқлиги камайиб боради, чунки ҳосил бўладиган 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 ҳисобланилади. Баъзи ҳолларда, дизел катта юкланиш билан ишлаганда ёниб тугалланиш давомийлиги тирсакли валнинг 70-60° 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 тизимига курум, ёнмаган углеводородлар ва юқори ҳароратли бошқа чала ёниш маҳсуллари чиқарилади.

Ёнувчи аралашма бир жинслилитининг камера ҳажми бўйича катта фарқ қилиши учкундан ўт олдирилувчи ИЁДга 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 чекланилмайди. Натижада ёниш камераси бўйича ҳавонинг ўртача ортиклик коэффиценти катталашади ва 4-5 га етиши мумкин, бунда ёнилғининг ҳатто тўлиқ оксидланиши яхшиланиганда 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 тутунсиз ишлаш ва иссиқликдан фойдаланиш доирасини чеклаб қўяди ($\alpha=1,15-1,45$ 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 ортиклик коэффицентининг жоиз энг кичик қийматлари аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнини ташкил этиш усули билан, шунингдек унинг ИЁДда амалга оширилишининг такомиллаштирилиши билан боғлиқдир.

7.3.1. Турли омилларнинг ёниш жараёнига таъсири

Ёнилғи пуркалишини илгарилатиш бурчаги (ЮЧНга нисбатан) ёниш жараёни авж оладиган шароитни белгилаб беради ва бу билан унинг хусусиятларига таъсир қилади. Ёнилғи барвақт берила бошлаганда камерадаги заряднинг босими ва ҳарорати ўз-ўзидан алангаланишни таъминлаш учун етарли бўлмайди. Натижада алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетади, пуркалишнинг берилган хусусиятида аланга пайдо

булиш пайтида камерада тупланган ёнилғи микдори 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 дизел «қаттик» ишлай бошлайди, тақиллаш ва шовқин пайдо бўлади, ёнишда иссиқликнинг деворга ўтиб исроф бўлиши кўпаяди, иссиқликнинг анчагина қисми поршеннинг ЮЧН га ҳаракатланишига тўсқинлик қилишга сарфланади, бу эса циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасини камайтиради. Ёнилғи кечикиб пуркалганда кечикиш даври қисқаради ва тез ёниш босқичи ЮЧН дан кейин жойлашиб, анча раван авж олади, $dp/d\phi$ ва p_z нинг қийматлари кичиклашади. Аммо циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси ёнишнинг кеч тугаши ва цилиндрда газнинг тулиқ кенгаймаслиги, шунингдек иссиқликнинг деворга ўтиб кетиши ортиши туфайли ёмонлашади. Бунда атмосферага чиқарилаётган ишлатилган газларнинг кўрсаткичлари юқори даражада бўлади. Буларнинг барчаси чиқариш тизими элементларининг ва бутун ИЕДнинг қизиб кетишига олиб келади. Чала ёниш маҳсулларининг атмосферага чиқарилиши ортади.

Шуни эсдан чиқармаслик керакки, пуркашни илгарилатиш бурчаги ёниш жараёнига тирсақли валнинг бурилиш бурчаги бўйича цилиндрдаги турбулентлик ва уярма ҳосил бўлиш жадаллигини ўзгартириш орқали таъсир кўрсатади, ҳолбуки турли камералардаги турбулентлик ва уярма ҳосил бўлиш жараёни бир-биридан катта фарқ қилади. Ушбу омиллар аралашма ҳосил қилишнинг турли усулларида тегишлича рол ўйнайди.

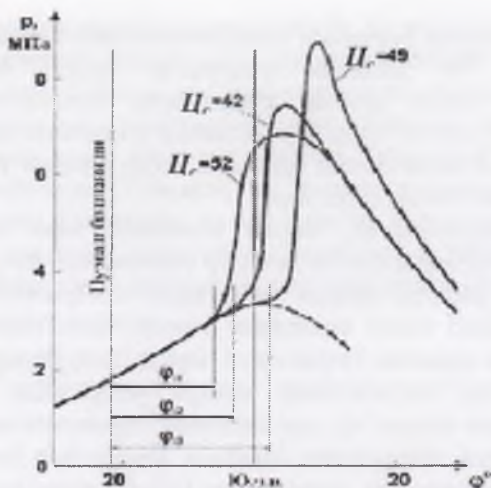
Ёнилғининг хоссалари. Ёнилғининг физик ва кимёвий хоссалари алангаланишнинг кечикиш даври давомийлигига ва у орқали тез ёниш босқичининг ривожланишига катта таъсир кўрсатади. Ўз навбатида, тез ёниш босқичининг ривожланиши кўп жиҳатдан аралашма ҳосил қилишни ташкил этиш усулига боғлиқ. Шу боис ёнилғи 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 қонунияти ўзгармас бўлганда ёнилғининг цетан сони ортиши $dp/d\phi$ ва p_z нинг қийматлари кичиклашувига сабаб бўлиши ҳамда тез ёниш босқичини илгарилатиш томонга силжйтиши лозим.

Ёнилғи қовушқоқлигининг, сирт таранглигининг ва қайнаш ҳароратининг пасайиши бугланиш ҳамда аралашуш жараёнларининг яхшиланишига олиб келади. Бу ҳол кечикиш даври физик ва кимёвий

босқичларининг тезроқ кечишини таъминлайди, аммо шу билан бирга аралашма катта ҳажмларининг алангаланишга тайёрланиши бир вақтда бўлишига шароит яратади. Бинобарин, кўриб чиқилаётган углеводородлар физик хоссаларининг ўзгариши алангаланишнинг биринчи манбалари пайдо бўлишини осонлаштиради, лекин айни чоғда улардан чиқаётган аланганинг аралашманинг 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 зиёдлашади ва буғланувчанлик ёмонлашади. Шу сабабли табиий углеводородлардан ташкил топган дизел ёнилғиларида цетан сонининг ортиши билан бир қаторда уларнинг пурқалиш майинлиги ва бир жинслилиги ҳамда буғланиши яхшиланади. Буларнинг бари алангаланишнинг кечикиш даври қисқаришига ва тез ёниш босқичининг ривожланиши анча равион бўлишига олиб келади.

Дизел 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 дизел айниқса ишга туширишда ва қизимаган ҳолатда ишлатилганда «каттик», кучли тақиллаб ва шовқин чиқариб ишлайди. Цетан сони жуда юқори бўлган ёнилғилардан фойдаланиш дизелнинг «юмшоқ» ишлашини таъминлайди, аммо алангаланиш пурқалишнинг дастлабки босқичида, пурқагич соплолари яқинида содир бўлади. Ёнилғи оқимлари ўз йўлида юқори ҳароратли ёниш манбаига дуч келар экан, камеранинг ҳаво билан тўла чекка соҳаларига етиб бора олмайди. Диффузион ёниш вужудга келишини аланга манбаи яқинидаги ҳавогина таъминлайди, шу сабабли бу жараён ҳаво етишмаган ҳолда амалга ошади. Буларнинг ҳаммаси иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради, циклнинг мумкин бўлган энг юқори ишини камайтиради ва ишлатилган газларнинг тувовчанлигини оширади.



7.13-расм. Ёниш жараёнига ёнилғи цетан сонининг таъсири

7.13-расмда цетан сони турлича бўлган ёнилғида ва биргина режимда ишлаганда ҳамда ёнилғи берилишини илгарилатиш бурчаги бир хил бўлганда дизел цилиндрдаги босим диаграммалари келтирилган. Диаграммаларни кўриб чиқаётганда шуни назарда тутиш керакки, цетан сони 52 га тенг бўлган ёнилғининг тез ёниш боскичи камеранинг ҳажми кичиклаша борадиган шароитда ривожланади, ҳолбуки цетан сони 29 га тенг бўлганда - ҳажм катталашиб борадиган шароитда авж олади. Натижада цетан сонининг ўзгаришидан бўладиган самара биринчи ёнилғи учун $dp/dφ$ 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 боскичи анча раван авж олади, бунда $dp/dφ$ 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 боскичларда ёниш тезлиги ошади. Бунда ИЁД деталарига тушадиган юкланишлар катталашади.

Ёнилғини пуркаш ва тўзителиш хусусиятлари дизелларда аралашма ҳосил бўлишининг асосий таркибий қисмларидан бири бўлиб, ёниш жараёнига, айниқса, унинг бошланғич боскичида катта таъсир кўрсатади. Ёнилғи бериш тезлигининг ортиши, яъни пуркаш босимининг кўтарилиши ёнилғининг тўзителиш майинлиги ва бир жинслилигини яхшилайди, бу эса кечикиш даврининг бирмунча қисқаришини таъминлайди, аммо айна

пайтда алангаланишнинг бирламчи манбаларидан чиқаётган аланганинг аралашма ҳажми бўйича тақсимланишнинг жадаллашувига, яъни тез ёниш босқичининг тезроқ ривожланишига олиб келади. Ёнилғи бериш қонуният, айниқса, ажратилмаган ёниш камераларида (6.7-расм, *a* - *e* га қаранг) ёниш жараёнига катта таъсир қўрсатади, чунки у алангаланишнинг кечикиш даври давомийлигига таъсир қилади ва ўзининг берилган қийматида тез 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 нарса маълум бўладики, *a* эгри чизик пуркалишнинг бошида ёнилғи берилишининг равоиш ошиб боришига мос келади. Бу ҳол ёнилғининг дастлабки миқдорлари бир жинслимас тарзда (ҳар хил) тўзигилишини ва кечикиш даврида кам миқдорда ёнилғи берилишини таъминлайди. Бунда тез ёниш босқичи «омшоқ» тарзда ривожланади, $dp/d\phi$ нинг ва цикл босимининг қийматлари кичик бўлади. *b* характеристика ёниш жараёни бошлангич босқичининг тезроқ ривожланишини, бинобарин, дизелнинг «қаттиқроқ» ишлашини таъминлайди.

Ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллигини пасайтириш мақсадида баъзан пуркалишнинг бошлангич босқичида ёнилғи бериш тезлиги атайлаб пасайтирилади. Бунинг учун поғонасимон (эгри чизик *в*) ёки икки босқичли (эгри чизик *з*) характеристикалардан фойдаланилади. Бунда бошлангич 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 тўзигилиш майинлиги таъминланади. Шу жиҳатдан қараганда *z* характеристика афзалроқ ҳисобланади.

a ва *d* характеристикаларни таққослаб, улардан биринчисида ёнилғининг берилиш бошлаши, иккинчисида эса охири чўзилиб кетганини кўриш мумкин. *a* характеристика фойдаланишга қулайроқдир, чунки пуркашнинг бошида ёнилғи бериш тезлиги унча катта бўлмаганда ёнишнинг бошлангич босқичида ёнилғи йирик ва бир жинслимас тарзда тўзигилади. Жараённинг кейинги босқичлари давомида ёнилғи зарралари буғланишга, ҳаво билан араланишга ва батамом ёниб битишга улгуради. Айни чоғда, ёнилғининг бир жинслимас тарзда тўзигилиши 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 маҳсуллари айланиш эҳтимоли кўпроқ бўлади.

е 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 номақбулдр. Мазкур характеристика дизелнинг ёнилғи аппаратлари ишида бузилишлар бўлганда баъзан муайян шароитларда юзага келади.

ЮЧН да поршен устидаги тирқиш. Поршен ЮЧН да турганда поршен устидаги тирқишнинг таъсири заряднинг цилиндрдан ёниш камерасидаги ўйикка 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. Поршен устидаги тирқиш канча 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 совийди, 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 поршен устидаги тирқишни барча цилиндрлар учун мумкин қадар кичик ҳамда бир хилда қилиншга ҳаракат қилинади. Техник хизмат кўрсатиш ва нуксонларни тузатиш жараёнида дизелнинг поршен группаларини алмаштираётганда буни ҳисобга олиш зарур.

Тезлик режими. Тезлик режими ортиши билан сиқишнинг политроп кўрсаткичи ошади ва тўлдириш коэффициенти маълум чегарагача катталашади. Шу туфайли сиқиш 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 ҳажм бўйича зиёдлашади, 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 ҳисобига 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 ёнишнинг ташкил қилинишига таъсир кўрсатади.

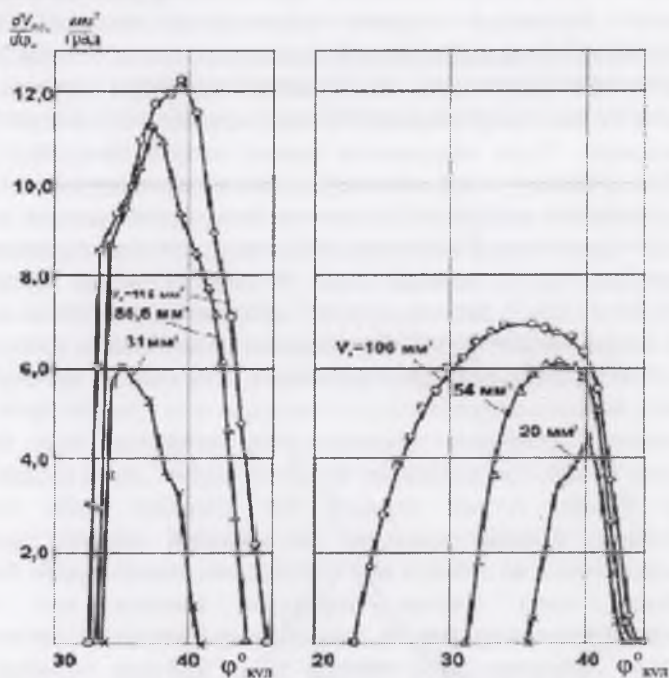
Камералари ажратилмаган, ёнилғи айланувчи ҳаво заряди билан тўлдирилган ҳажмга пуркаладиган дизеллар учун умумий қонуният шундан иборатки, тезлик режими ортиши билан ёниш камерасидаги уюрманинг жадаллиги аралашма ҳосил қилишнинг умумий концепциясидан келиб чиқувчи қийматга қараганда тезроқ ошиб боради $[(6.8) \text{ формулага қаранг}]$. 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 дизел кўрсаткичларига салбий таъсирини камайтириш учун оралик 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 шароитида ҳосил бўлади. Айрим ҳолларда ҳаво уюрмасини секинлаштиришнинг у ёки бу усулларида фойдаланилади.

Юкланиш. Дизел юкланишининг ёниш жараёнига таъсири катор частота омиллари орқали комплекс тарзда намоён бўлади.

Биринчидан, юкланишнинг камайиши натижасида ёниш камераси атрофидаги деталларнинг иссиқлик ҳолати пасаяди, 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. Учунчидан, 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 ЮЧНга нисбатан деярли ўзгармайди ва шу сабабли алангаланишнинг кечикиш даври дизел деталлари ҳароратининг пасайиши ва ёнилғининг пуркалиш босими пасайиши ҳамда бунда $dp/d\phi$ нинг қийматлари ортиши туфайлигина бирмунча узайиши мумкин.



7.14-расм. Цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорини созлаш пуркаш характеристикасининг ўзгариши

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 ЮЧНга яқинроққа, заряднинг ҳарорати ва босими юқорироқ бўладиган соҳага силжийди. Бунинг эвазига алангаланишнинг кечикиш даври қисқариши

мумкинлиги ИЕД иссиқлик ҳолатининг пасайиши ва ёнилғининг түзителиш майинлиги ёмонлашуви билан маълум даражада копланиши мумкин, аммо тез ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллиги бошка шароитлар бир хил бўлганда аввалги ҳолдагига нисбатан бирмунча паст бўлади. Дизеллар юкланиши камайгандаги умумий қонуниятлар циклдаги ҳарорат ва босимнинг энг юкори қийматлари кичиклашувидан, секин ёниш ва ёниб туташ боскичларининг кискаришидан, ёнишнинг ЮЧНга яқинроқда, кенгайиш чизигида туташидан ва цикл ф.и.к. нинг катталашувидан иборат. Жуда кичик юкланишларда салт ишлагандагина пуркалиш босимининг пасайиши ва түзителиш сифати ёмонлашуви ҳисобига ёнилғи чала ёнишининг ортиши кузатилади.

7.3.2. Аралашма ҳосил бўлишини ташкил этишнинг турли усулларида ёнилғининг ўзига ҳос ҳусусиятлари

Ҳажм бўйича ва ҳажм бўйича пардали усулларда аралашма ҳосил бўлишида ёнилғи ҳаво зарядига кўп соплоти түзиткич воситасида пуркалади. Бунда, одатда, ҳамма соплотларнинг диаметри бир хил бўлади. Конструктив мулоҳазаларга кўра түзиткич кўпинча ёниш камерасининг ўртасида еки ундан сая нарироқка ўрнатилади. Ёнилғи окимларининг ўклари шундай йўнаттириладики, натижада улар камера девори билан поршендаги ўйик тубидан бир хил баландликда учрашади. Бунда ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрлаш шароити барча ёнилғи окимлари учун бир хил бўлади ва аланга манбалари деярли бир вақтда юзага келади.

Ўз-ўзидан алангаланиш манбаларининг кўплиги одатда тез ёниш боскичида босимнинг кутарилиш жадаллиги юкори бўлишига олиб келади. Бу кўрсаткич дизелнинг иш режими ва жараёнининг турли дизелларда амалга ошиш ҳусусиятларига караб 0,5-1,2 МПа/град ва бундан ортик бўлади. Пуркаш босими қанча юкори, ёнилғининг түзителиши қанча майин ва бир жинсли, алангаланиш манбалари қанча йирик ва уларнинг миқдори (ёнилғи окимларининг миқдори ҳам) қанча кўп бўлса, босимнинг кутарилиш жадаллиги шунча юкори бўлади. Босимнинг кўтарилиш тезлиги юкорилиги 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 пitraшига ҳамда уларга катта юкланишлар тушишига сабаб бўлади.

Тез ёниш боскичининг раvon бўлишига пуркашни илгарилатиш бурчагининг циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланишни таъминловчи

қийматдан кичикроқ қилиш йўли билан осонгина эришиш мумкин. Бирок бунда циклниң ф.и.к. ёмонлашуви билан бирга катта юкланишларда ишлатилган газларниң туташи ҳам ортади. Ёниш камерасини чўян поршенлар, пўлат устқўйма ва қўшимчалар, поршен тубини алангаланишниң кечикиш даврини қисқартирувчи керамик қопламалар билан қоплаш ёрдамида иссиқликни кам ўтказадиган қилиш яхши самара беради. Шу мақсадда ёнилғиниң берила бошлаши суёт бўлган пуркаш характеристикаларидан (6.2-расм, *a* 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, *b, z* га қаранг) фойдаланилади.

Босқич давомида катта юкланишларда циклик ёнилғи миқдориниң 50-70% қисми ишлатиладиган диффузион ёнишни (тез ва секин ёниш босқичларини) ташкил қилишда ёнилғиниң аланга манбаларига пуркалиш тезлиги реакциялар соҳасига ҳаво бериш тезлиги билан мувофиқлаштирилиши зарур. Ҳавонинг бу тезлиги қўрилаётган аралашма ҳосил қилиш усуллари учун зарядниң 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 окиминиң 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 маҳсуллариниң ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши қўпаяди. 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 алангаланишниң кечикиш даврини қисқартириш учун сиқиш 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 алангаланишниң бир манбалилик хусусияти оқибатида тез ёниш босқичида босимниң қўтарилиш жадаллиги жуда паст (0,25-0,40 МПа/град) бўлади, бу эса жараённиң кам шовқинли бўлишини таъминлайди. Циклниң энг юқори босими 7,5-8,5 МПа ни

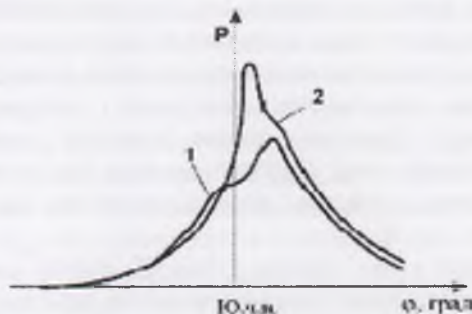
ташқил этади. Диффузион ёниш босқичида реакция соҳасига ёнилғи киришти тезлиги иккита омилга: парданинг буғланиш тезлигини ростлаб турувчи камера деворининг назорат қилинувчи температурасига ҳамда ёнилғи буғини ёниш соҳасига олиб кетувчи хавонинг парда тепасида ҳаракатланиш жадаллигига боғлиқ. Жараён тўғри ростланганда ёниш соҳасида фақат буғланган ёнилғи бўлади, бу эса курум (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 ёпиш манбаи жойлашган девор яқинидаги соҳага чиқариб ташлайди. Жараённинг бундай ташқил қилиниши туфайли ёнилғининг пуркаш характеристикалари ва тўзитилиш кўрсаткичлари ёниш сифати учун белгилувчи аҳамиятга эга эмас. Аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг аниқ ташқил қилиниши натижасида ёниш жараёни ўз вақтида тугалланади, бу эса циклниң ф.и.к. юқори бўлишини таъминлайди. Тутун чиқармасдан ишлаш чегараси $\alpha=1,25-1,1$ да юзага келади ва мавжуд хавонинг 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 буғланиб кетиши туфайли иккинчи соҳаниң ҳарорати нисбатан паст бўлади). Битта манбадан алангаланиш ҳалқасимон соҳаниң ички чегарасида, яъни ёқилғининг ҳарорати ва миқдори жиҳатидан энг қулай шароит юзага келадиган жойда содир бўлади. Аланга соҳасига бир томондан қуюқ ёнилғи-хаво аралашмаси, иккинчи томондан эса марказий соҳадан ҳаво келади. Ҳарорати баланд ва зичлиги кам бўлган ёниш маҳсуллари ёниш содир бўлаётган чекка зонадан марказдан қочирма куч таъсирида ҳаракатланаётган совуқроқ ва зичроқ ҳаво камераниң ўртасига сиқиб чиқаради. Аралашма девор яқинида ҳосил бўлганда тахминан пардали усулдагига ўхшаш иккита характеристика юзага келади, лекин бунда девор таъсир қилувчи омиллар қаторига қирмайди, шу сабабли дизелниң совуқлайин ишта туширилиши ва қизимаган ҳолда ишлаши билан боғлиқ бўлган мураккабликлар юзага келмайди.

Уюрмали камералар ўрнатилган дизелларда аралашманиң алангаланиш манбаи юқори ҳароратли ёрдамчи камераниң совитилмайдиган ёки иссиқлик ўтказмайдиган қилинган қўймаси сирти яқинида юзага келади. Ёрдамчи камераниң 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 поршен тепасидаги бушликка қатта 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 қўтарилади, натижада дизел тақилламасдан ва титрамасдан тинч ишлайди. Поршен тепасидаги ҳажмда циклниң энг юқори босими 6,5-7,0 МПа ни ташкил этади. Ёрдамчи камерада тез ёниш босқичида энг юқори босим ҳам, босимнинг қўтарилиш тезлиги ҳам юқоридаги қийматлардан анча ортиқ бўлади. Заряднинг поршен тепасидаги ҳажмга жадал оқиб ўтиши газнинг қўшимча равишда турбулизацияланиши ва уюрмаланишини келтириб чиқаради, шу туфайли аралашма ҳосил бўлиши тезлашади ва ёнилғи тула-тулис 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 қўтарилиш тезлиги сустрок (0,25-0,4 МПа/град) ҳамда циклдаги босимнинг энг юқори қиймати кичикроқ (5,5-6,5 МПа) бўлади. Ёрдамчи ва асосий камералардаги босимлар фарқи анча қатта бўлади (7.15-расм).



7.15-расм. Олд камерали дизелда ёниш даврида газ босимининг ўзгариши:
1-асосий камерада; 2-олд камерада

Уюрма камерали ва олд камерали дизелларнинг аксариятида ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланишни тезлаштириш мақсадида иш жараёнида ҳарорати 600-650°C бўладиган совитилмайдиган ёки иссиқлик

ўтказмайдиган қилинган қўймалардан фойдаланилади. Бироқ дизел совуклайин ишга туширилганда ёки қизимаган ҳолда ишлатилганда алангаланишнинг кечикиш даври узаяди, натижада у тақиллаб ишлайди.

7.3.3. ИЁДни 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 кўрсаткичларининг камайишига олиб келади. Кўрсаткичларнинг 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 сизиши ортади. Бу эса циклик ёнилғи миқдорини камайтиришдан ташқари, ёнилғининг пуркалиш босимини пасайтиради ва унинг тўзитилиш сифатини ёмонлаштиради. Бу ҳол дизел паст частота билан ишлаганида тиркишлардан ёнилғи сизиши учун кетадиган вақтнинг кўплиги туфайли айниқса кучаяди. Ёниш камерасида ёнилғининг пуркалиш, тўзитилиш ва ҳаракатланиш кўрсаткичларининг 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 таъсирлашувини ўзгартиради.

Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши таъминлаш тизимидаги ёнилғининг исинишига олиб келади, ёнилғи баклари машинада очик ҳолда жойлаштирилганда куёш радиацияси тўғридан-тўғри тушиши ҳисобига бу ҳодиса айниқса кучаяди. Натижада ёнилғининг қовушқоқлиги ва зичлиги камаяди, бу эса пуркаладиган ёнилғининг масса бўйича миқдорини камайтиришдан ташқари, ёнилғи окимларининг пуркалиш босими пасайишига ва пуркалиш масофаси камайишига, тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилигининг яхшиланишига сабаб бўлади. Натижада тез ёниш босқичлари жадаллашиши билан бир қаторда ёниш камерасидаги ҳаводан

фойдаланиш даражаси ёмонлашади. Ва nihоят, атроф ҳавоси ҳароратининг кўтарилиши циклда иссиқликдан ёмон фойдаланишга ва газ бажарадиган солиштирма ишнинг камайишига олиб келади. Дизел 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 кўрсаткичларининг 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 ёнилгининг ўзаро таъсирлашуви бузилади.

Ўрта Осиё региониди дизеллар учун маҳаллий ёнилғи сифатида ишлатиладиган оғир газ конденсатларининг физик-кимёвий хоссалари стандарт дизел ёнилғисининг хусусиятларидан фарқ қилади. Асосий фарқларига (3-боб) цетан сонининг юқориқлиги (региондаги катор конлар учун), зичлигининг камлиги, қовушқоқлигининг, сирт таранглик кучининг камлиги ва яхшироқ бугланувчанлиги киради. Ушбу афзалликлар аралашма ҳосил бўлиш жараёнида пуркаш босими бироз (3,5-4%) паст бўлганда ёнилғининг майдароқ ва бир жинслироқ тўзителилишини, шунингдек, жадал бугланишини 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 бўлишга мойиллик камаёди, циклнинг ф.и.к. катталашади. Газ конденсатларидан фойдаланилганда дизелнинг ишга тушиш сифатлари яхшиланади.

7.4. ИЁДларда иссиқлик ажралиб чиқиши

ИЁД цилиндрида ёниш жараёнида ажралиб чиқадиған 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 тирсақли валнинг бурилиш бурчагига) татбиқан, ички иссиқлик баланси деб аталувчи ёниш бошидан ажралиб чиққан иссиқлик тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q_{\text{с}} = L_{\text{х}} + \Delta U_{\text{х}} + Q_{\text{х испр}} + Q_{\text{х дисс}} \quad (7.2)$$

бу ерда $L_{\text{х}}$ — ёниш бошидан x нуқтагача газ бажарадиган иш.

Термодинамикадан маълумки,
$$L_{\text{х}} = \int_{V_{\text{ен}}}^{V_{\text{х}}} p dV.$$

Ёнишнинг бошланғич босқичида (ЮЧНга қадар) газ манфий иш

бажаради, кенгайишда мусбат иш бажаради ва иссиқлик ажралиши ҳамда газнинг ички энергияси камайиши ҳисобига ёниш охирига қадар ортиб боради.

ΔU_x — ёниш бошидан x нуктага қадар ички энергияни оширишга сарфланган иссиқлик. Умумий ҳолда

$$\Delta U_x = \int_{T_{\text{н.б.}}}^{T_x} M \cdot \mu C_V \cdot dT \quad (7.3)$$

бўлиб, $T_{\text{н.б.}}$ ни, ёниш жараёнида *моллар* сонининг (M) ўзгаришини, газ ҳароратининг (T), шунингдек унинг иссиқлик сиғимининг (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.

$Q_{x \text{ исп}}$ — деворларга иссиқлик ўтиб кетиши оқибатидаги исрофлар. Улар газнинг ҳарорати ва босимига, унинг деворларга нисбатан ҳаракатланишига ва иссиқлик алмашиниш юзасига мутаносибдир. Деворлар билан иссиқлик алмашинишга 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_f номи билан бирлаштирилади.

$$Q_x = Q_{\text{н}} \cdot X_x = G_{\text{и.е.}} \cdot H_{\text{и.е.}} \cdot X_x, \quad (7.4)$$

бу ерда: $Q_{\text{н}}$ — ёнилғи билан бирга киритиладиган цикл иссиқлиги;

$Q_{\text{и.е.}}$ — циклик ёнилғи миқдори;

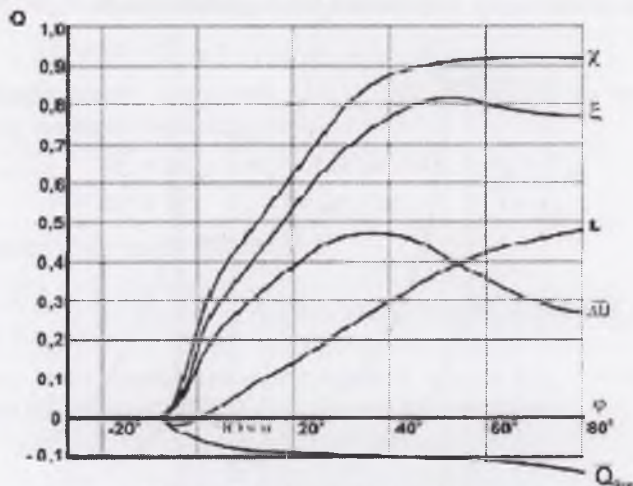
X_x — x нуктага қадар иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициентини.

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:

$$X_x = \frac{Q_{\text{фх}}}{G_{\text{иэ}} \cdot H_{\text{и}}} + \frac{Q_{\text{хиср.}} + Q_{\text{хдис.}}}{G_{\text{иэ}} \cdot H_{\text{и}}} \quad (7.5)$$

(7.5) тенгламанинг ўнг қисмидаги биринчи қўшилувчини *фойдали иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициентини* ξ_x билан белгилаймиз.

Аёнки, $\xi_x < X_x$.

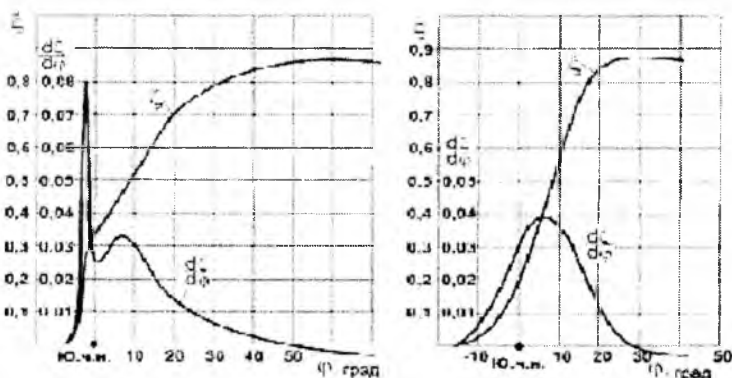


7.16-рasm. Дизелнинг иссиқлик баланси

Цилиндрдаги ёнилғи охиригача ёниб бўлганидан сўнг иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициентини бирга тенг бўлиши керак. У ҳолда $(1 - X_x)$ айна x вақтга қадар ажралиб чиқишга улгурмаган иссиқлик улушини билдиради. Аммо амалда ҳатто $\alpha \geq 1$ бўлганда ҳам ИЁДда ҳамма вақт ёнилғининг чала ёниши содир бўлади. Шу сабабли энг яхши ҳолларда $X_{\text{max}} = 0,98-0,99$ бўлади. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда куюк аралашмалардан фойдаланилганда ёки дизелларда аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузилганда эса X_{max} нинг қийматлари анча кичик бўлади. 7.16-рasmда мисол тариқасида ҳажм бўйича-пардалти аралашма ҳосил бўлувчи дизел ички иссиқлик баланси ташкил этувчиларининг ўзгаришини кўрсатувчи эгри чизиклар нисбий кўрсаткичларда тасвирланган. ИЁДнинг 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 ИЁД ишининг ташқи кўрсаткичларига турли омиллар таъсирини ифодалар экан, бу омилларнинг ёниш жараёнига таъсирининг моҳиятини тушуниб етишга, уни яхшилаш юзасидан мақсадга мувофиқ чоралар кўришга ва ИЁД кўрсаткичларини ўзгартиришнинг у ёки бу усули самарадорлигини тўғри аниқлашга имкон беради. $X=f(\varphi)$ ва $\xi=f(\varphi)$ ўзгариш қонуниятлари иссиқлик ажралиб чиқишининг интеграл характеристикалари деб, уларнинг ҳосилалари эса дифференциал характеристикалар деб

аталади: ($dX/d\varphi=f'(\varphi)$ ва $d\xi/d\varphi=f'(\varphi)$). Равшанки, $X_x = \int_{\varphi_{ен.б}}^{\varphi_x} \frac{dX}{d\varphi} d\varphi$ (7.6)



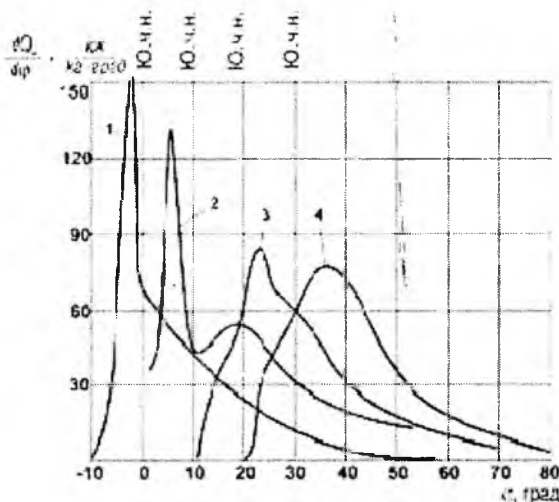
7.17-расм. Иссиқликнинг актив ажралиб чиқиш характеристикаси:

а-цилиндр шаклидаги ажратилмаган камерали дизел ($n=2000 \text{ мин}^{-1}$, тўла юкланиш); б-учкундан ўт олдириладиган ИЁД ($n=3000 \text{ мин}^{-1}$, $\alpha=1.0$, тўла юкланиш)

ва x нуктага қадар ажралиб чиққан иссиқлик улуши дифференциал характеристикада $\varphi_{ен.б}$ (ёнишнинг бошланиш нуқтаси) дан то φ_x га қадар эгри чизик билан абсциссалар ўқи (тирсақли валнинг бурилиш бурчаги φ) оралиғидаги 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 учкундан ўч олдириладиган ИЁД ва ҳажм бўйича пардали аралашма ҳосил бўладиган дизелдаги фойдали иссиқлик келтирилган. Кўришиб турибдики, дизелда тез ёниш босқичида иссиқлик ажралиб чиқишининг ёркин ифодаланган чўккиси кузатилади, у аланталанишнинг

кечкикиш даври тугагандан сўнг бўладиган бошланғич «бошқариб бўлмайдиган» чакнашга тўғри келади. Бу ана шундай усулда аралашма ҳосил бўладиган ИЁДлар учун хос бўлган ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллигининг юқори қийматини белгилайди. Шу билан бирга, секин ёниш босқичида иссиқлик ажралиш тезлиги учкундан ўт олдириладиган ИЁДлардагига қараганда анча паст бўлади, бу ҳол ёниш жараёнини узайтириб юборади ва унинг етарлича яхши ташкил қилинмаганлигини билдиради.



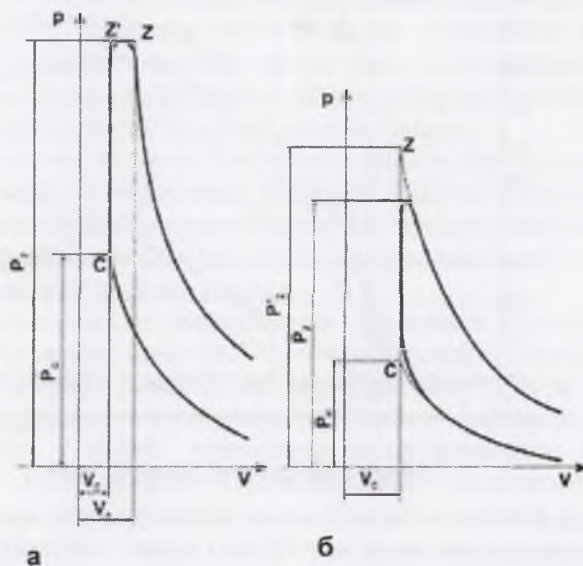
7.18-расм. Аралашма турли усулларда ҳосил қилинадиган дизеллар учун тўла юкланишда иссиқликнинг актив ажралиб чиқиш характеристикаси: 1 - хажмий ($n=2100$ мин⁻¹); 2 - хажм-пардали ($n=2000$ мин⁻¹); 3 - пардали ($n=2100$ мин⁻¹); 4 - камера девори яқинда ($n=2200$ мин⁻¹)

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 ИЁД характеристикасига яқинлаштирган ҳолда диффузион ёниш босқичини жадаллаштириш имконини берар экан (7.17-расм, б га қаранг).

7.5. Ёниш охиридаги газ кўрсаткичларини ҳисоблаш

Барча исрофларни ва иссиқлик берилишининг ўз вақтида бўлмаслигини ҳисобга олган ҳолда ИЁДдаги муайян ёниш жараёнини термодинамик

хисоблаш жуда мураккаб ишдир. 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. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар 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.



7.19-расм. Тезюрар дизел (а) ва учкундан ўт олдириладиган ИЁД (б) даги ёниш жараёнини ҳисоблашга оид диаграммалар

Ёнишнинг тўлиқ ва ўз вақтида бўлмаслиги, шунингдек молекулаларни парчалаш (диссоциация) ҳамда иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши туфайли иссиқликнинг исроф бўлиши z нуктада иссиқликдан фойдаланиш тузатма коэффициенти билан ҳисобга олинади. Унинг қиймати тажриба маълумотларидан танлаб олинади.

Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл учун 1 кг суяқ 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:

$$\xi_z H_u = (M_f + M_p) U'' - M_1 U_c - M_f U'' + L_z z,$$

zz жараёнда газ бажарадиган иш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$L_{zz} = p_z V_z - p_z V_c = p_z V_z - \lambda p_c V_c. \quad (7.8)$$

1 кмол микдордаги газ ҳолатини аниқлаш формуласидан фойдаланиб (7.8) тенгламани ўзгартириш мумкин: $pV\mu = 8,314 T$.

Одатда, H_u ва ички энергия кЖ да ифодаланишини эътиборга олиб ушбуга эга бўламиз: $L_{zz} = 8,314 [(M_2 + M_r)T_z - \lambda(M_1 + M_r)T_c]$. (7.9)

(7.9) формулани (7.7) га қўйиб ва ўзгартиришлардан сўнг ушбунни ҳосил қиламиз:

$$\xi_z H_u + M_1 U_c + M_r U_c + 8,314 (M_1 + M_r) T_c \lambda = \\ = (M_2 + M_r) U_z^* + 8,314 (M_2 + M_r) T_z. \quad (7.10)$$

(7.10) формуланинг ҳадларини $(M_1 + M_r)$ га бўлсак ва молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициентини

$$\mu = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \frac{M_2 / M_1 + M_r / M_1}{1 + M_r / M_1} = \frac{\mu_0 + \gamma_{kie}}{1 + \gamma_{kie}}$$

ни киритсак, ушбу ҳосил бўлади:

$$\frac{\xi_z H_u}{M_1 (1 + \gamma_{kie})} + \frac{U_c + \gamma_{kie} U_c^*}{1 + \gamma_{kie}} + 8,314 \lambda T_c = \mu (U_z^* + 8,314 T_z). \quad (7.11)$$

Учқундан ўт олдириладиган ва иссиқлик $V = const$, ($L_{zz} = 0$) бўлганда бериладиган ИЁД лар учун формула қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\xi_z H_u}{M_1 + \gamma_{kie}} + \frac{U_c \gamma_{kie} U_c^*}{1 + \gamma_{kie}} = \mu U_z^*. \quad (7.12)$$

ИЁД қуюқ аралашмада ($\alpha < 1$) ишлаганда ёнилғи ёнганда юзага келадиган иссиқликнинг бир қисмидан фойдаланилмайди, чунки бунда кислород етишмайди. Бу ҳолда $H_{хим}$ ўрнига $(H_u - \Delta H_{хим})$ ни қўйиш керак. У ҳолда (7.12) формула ушбу кўринишни олади:

$$\frac{\xi_z (H_u - \Delta H_{хим})}{M_1 (1 + \gamma_{kie})} + \frac{U_c + \gamma_{kie} U_c^*}{1 + \gamma_{kie}} = \mu U_z^* \quad (7.13)$$

бу ерда $\Delta H_{хим}$ (3.56) формуладан аниқланади.

Агар янги заряднинг ва ёниш маҳсулларининг таркиби 1 кмол микдордаги газсимон ёнилғига ҳисоблаб топиладиган, унинг ёнишидан ҳосил бўлувчи иссиқлик эса нормал шароитдаги $1 м^3$ га нисбатан олинадиган бўлса, у ҳолда газда ишлайдиган ИЁД лар учун (7.12) формулага 1 килокалорийнинг ҳажмини киритиш керак:

$$\frac{22,4 \xi_z H_u}{M_1 (1 + \gamma_{kie})} + \frac{U_c + \gamma_{kie} U_c^*}{1 + \gamma_{kie}} = \mu U_z^*, \quad (7.14)$$

(7.11) – (7.14) тенгламалардан циклниң энг юқори ҳарорати T_z аниқланади. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклниң 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 маҳсуллариининг 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.

$$r_i = \frac{M_i}{M_z} = \frac{M_i}{\sum M_i}, \quad (7.16)$$

бу ерда M_i – 1 кг суюқ ёнилғи ёки 1 кмол 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 танланадиган қийматлари учун ўнг қисми синов тариқасида ҳисоблаб кўрилгандан сўнг график тарзда ечилади.

Циклниң энг юқори босими $p_z = p_c \lambda$ муносабатдан топилади. Бунда учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун босимнинг кўтарилиш даражаси ёнишга қадар ва ёнишдан кейинги газ ҳолати тенгламаларидан аниқланади:

$$\frac{p_z V_z}{p_c V_c} = \frac{(M_z + M_r) T_z}{(M_1 + M_r) T_c}. \quad (7.17)$$

$$V_z = V_c \text{ бўлгани учун} \quad \lambda = \mu \frac{T_z}{T_c}. \quad (7.18)$$

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда 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 (одатда 0,85) бўлган коэффициентга кўпайтирилади: $p_{\pi} = 0.85 p_z$ (7.19)

(7.17) формула ёрдамида дизеллар учун дастлабки кенгайиш коэффициенти $\rho = V_2/V_c$ ни топиш мумкин: $\lambda \cdot \rho = \mu \frac{T_c}{T_c}$

бундан
$$\rho = \frac{\mu T_c}{\lambda T_c} \quad (7.20)$$

7.1-жадвал

Турли ИЁДлар учун ёниш жараёни кўрсаткичлари

Ички ёнув двигательлари	p_c МПа	λ	ξ	T_c К
Аралашма ҳажмий усулда				
эшил қилинади	8-9	1,9-2,1	0,75-0,82	1900-2300
Аралашма ҳажм пардалли				
сулда ташқил қилинади	7-8,5	1,7-1,8	0,7-0,8	1800-2200
Аралашма пардалли усулда				
шқил қилинади	7-8	1,6-1,7	0,75-0,82	1900-2300
Двор яқинида аралашма				
эшил 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	0,6-0,7	1600-1900
Бензинда ишлайдиган	3-5,5	1,3-4,2	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 топишга кийматга мос келади, аммо босим чизиги, учқундан ўт олдирилайдиган ИЁДларда булгани 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. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар ва дизелларнинг циклида газнинг кенгайиши ёниш давом этаётганда бошланади, бу эса кенгайиш жараёнининг ана шу босқичдаги ўзига хос хусусиятидир.

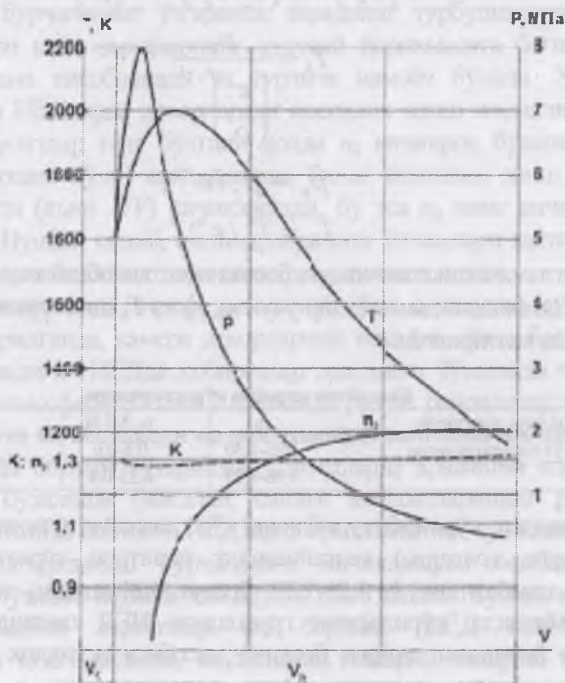
Ёниш ҳисобига иссиқликнинг жадал оқими унинг деворларга ўтиб кетиши билан кечади, бунга юқори ҳароратли аланга ва қизиган газларнинг тўғридан-тўғри нурланиши ва иссиқликнинг газ орқали тарқалиши (конвекция) сабаб бўлади, чунки газнинг ҳарорати камеранинг энг иссиқ деворлари ҳароратидан 1500-2000°C юқори бўлади. Иккала иссиқлик оқими газ кенгайишининг бошида максимумга эришади, кейин турли жадалликда пасаяди.

Мураккаб политроп жараён ҳисобланган кенгайиш жараёнини кўриб чиқар эканмиз, политроп кўрсаткичлари секин-аста катталашиб, газнинг босими энг юқори бўлган соҳада нол орқали ва циклнинг ҳарорати энг юқори бўлган соҳада бир орқали ўтади. Аралашма ёниб тугаб борар экан, иссиқлик ажралиб чиқиши сусая боради ва *квазиадиабат* нуктага етади, бу нуктада иссиқликнинг берилиш ва олиниш тезликлари бараварлашади. Бу нуктадан кейин иссиқликнинг олиниши орта боради ва политроп кўрсаткичи адиабат кўрсаткичидан каттароқ бўлади. Ёниш 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 поршен ЮЧН дан тобора узоклашган ҳолда цилиндрнинг ён деворини очади. Соф кенгайиш жараёни чиқариш клапани очила бошлаб, газ чиқариш тизимига чиқа бошлаган лаҳзага қадар давом этади.

Кенгайиш жараёнида газ кўрсаткичларининг, 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 халқалари орқали сизишини ҳисобга олиш зарур, чунки бу ҳодиса политроп кўрсаткичига таъсир қилиб, уни катталаштиради.

Политроп кўрсаткичи ўзгарувчан бўлганда кенгайиш жараёни охирининг кўрсаткичларини 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 нуктасини охири сифатида эса ПЧНни (b нуктани) оламиз. У ҳолда ушбу политроп жараён тенгламаси асосида қуйидагига эга бўламиз.



8.1-расм. Кенгайиш жараёни кўрсаткичларининг тирсакли вал бургиш бурчаги

Шундай қилиб, дизел учун

$$pV^{n_2} = \text{const} = p_i V_i^{n_2} = p_b V_b^{n_2}; \quad (8.1)$$

$$p_b = p_i / \left(\frac{V_b}{V_i} \right)^{n_2} \quad \text{ва} \quad T_b = T_i / \left(\frac{V_b}{V_i} \right)^{n_2-1}. \quad (8.2)$$

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун ($\rho = 1$):

$$p_b = \frac{p_z}{\left(\frac{V_b}{V_z}\right)^{n_2}} = \frac{p_z}{\left(\frac{V_b V_c}{V_c V_z}\right)^{n_2}} = \frac{p_z}{\left(\frac{\varepsilon}{\rho}\right)^{n_2}}; \quad (8.3)$$

$$T_b = \frac{p_z}{\left(\frac{\varepsilon}{\rho}\right)^{n_2-1}}; \quad (8.4)$$

$$p_b = p_z / \varepsilon^{n_2};$$

$$T_b = T_z / \varepsilon^{n_2-1}.$$

(8.3) тенгламага цикл энг юкори босимининг хисоблаб топилган қиймати қўйилади. Замонавий двигателлар учун n_2 , p_b ва T_b нинг ўртача қийматлари 8.1-жадвалда келтирилган.

8.1-жадвал

Кенгайиш жараёни кўрсаткичлари

Ички ёнув двигатели	n_2	p_b , МПа	T_b , К
Учкундан ўт олдириллаган	1,23-1,30	0,4-0,6	1400-1600
Дизеллар	1,18-1,25	0,25-0,4	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, кўриладиган группадagi ИЁД 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 кичик чикса 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 ИЁД 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 ИЁДлар учун n_2 кичикроқ бўлади. Дизелларда юкланиш

ортиши билан ёниш жараёни узаяди, бу эса n_2 нинг кичиклашувига олиб боради. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда ўртача ва катта юкланишлар соҳасида n_2 ўзгаришсиз қолади. Кичик юкланишларда n_2 нинг ўзгариш конунияти қўлланиладиган аралашманинг таркиби, ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг ўзгариши, заряднинг турбулизацияси, қолдик газлар микдори каби омилларнинг хусусий бирикмасига боғлиқдир. Шу сабабли у ягона ҳисобланади ва турлича намоён бўлади. Ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда деворлардан иссиқлик олиш жадаллиги пастроқ ва бошқа шароитлар тенг бўлгани ҳолда n_2 кичикроқ бўлади. Цилиндр (диаметри, поршен йўли) катталашishi билан иссиқлик олиш юзасининг ҳажмга нисбати (яъни F/V) кичиклашади, бу эса n_2 нинг кичиклашувига олиб келади. Шундай қилиб, цилиндрларининг ўлчамлари каттароқ бўлган ИЁДлар учун n_2 нинг қийматлари кичикроқ олиниши лозим.

Ишлатиш шароитида атроф ҳавосининг ёки совитувчи суюқликнинг ҳарорати кўтарилганда, камера деворларини тош ёки сўхта босганда, ҳаво билан совитиладиган ИЁДда қобирғалар орасидаги бўшлиқда чанг ва кир тўпланганда, атмосфера босими пасайганда (тоғли районларда ишлаганда) n_2 нинг қиймати кичиклашади ва мос равишда кенгайиш охирида газнинг ҳарорати ҳамда босими кўтарилади. Дизелларда аралашма ҳосил булиш жараёнининг бузилиши (масалан, ёнилғи аппаратларининг ростланиши бузилиши), бензинда ишловчи ИЁДларда аралашманинг суюқлашуви ёки ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг кичиклашуви оқибатида ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши ҳам шунга олиб келади. Бунинг натижасида иккиламчи салбий оқибатлар юз бериши (ИЁД қизиб кетиши, детонациянинг юзага келиши, ишлатилган газларни чиқариш тизимининг деталлари шикастланиши, деталлар мойланишининг бузилиши, поршен халқалари ётиб қолиши (залегание) ва ҳоказо) мумкин.

9-БОБ. ИШ ЦИКЛИНИНГ ВА УМУМАН ДВИГАТЕЛНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИ

9.1. Индикатор кўрсаткичлари

Индикатор кўрсаткичлари ИЁД цилиндрларида амалга ошувчи ҳақиқий циклларини ифодалайди. Ушбу кўрсаткичлар ИЁДларни синовлардан ўтказиш натижасида ёки янги куч установкаларини лойиҳалаш чоғида ҳисоблаш йўли билан аниқланади. Уларни аниқлашда *индикатор диаграмма* асос қилиб олинади (2.1-расмга қаранг). Бу диаграмма мавжуд ИЁДлар учун *босим индикаторлари* деб аталувчи махсус асбоблар ёрдамида олинади. Улар цилиндрдаги газлар ортиқча босими ўзгаришнинг 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. Термодинамикадан келиб чиқадики, циклни ташкил этувчи газ ҳолатининг ўзгариш жараёнларини кўрсатувчи эгри чизиқлар билан чегараланган шаклнинг (босим - ҳажм) координаталардаги юзи цикл ишига эквивалент бўлиб, ИЁДнинг 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 ҳисобга олиш қабул қилинмаган. Циклнинг индикатор иши $ac'zb'$ шаклнинг юзига тенг деб ҳисобланилади (9.1-расм). Ҳақиқий циклнинг индикатор иши цилиндрнинг иш ҳажми бирлигидан олинади ва у босим ўлчамига эга бўлади. Бу иш *циклнинг ўртача индикатор босими* деб аталади ва ушбу

$$\text{формуладан аниқланади.} \quad p_i = \frac{L_i}{V_h}. \quad (9.1)$$

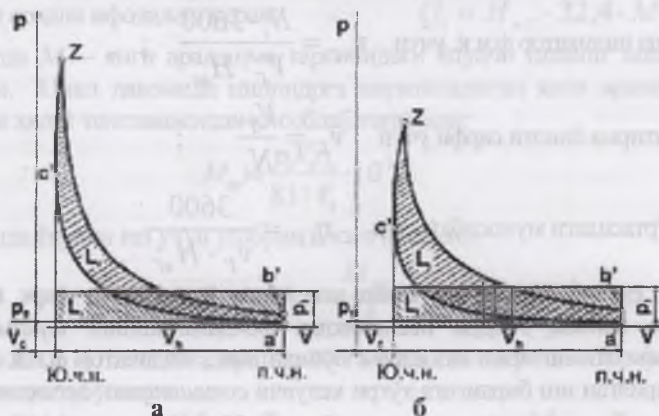
Физика нуқтаи назаридан бу доимий ортиқча босим бўлиб, у поршенга таъсир этиб, унинг тўлиқ йўлида циклнинг индикатор ишига тенг бўлган иш бажаради (9.1-расмга қаранг).

Валнинг айланиш частотаси n [мин⁻¹] га тенг бўлганда тўрт тактли ИЁД 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 ИЁДнинг индикатор қувватини ушбу

$$\text{ифодадан аниқлаш мумкин:} \quad N_i = \frac{L_i n i}{30 \tau} = \frac{p_i V_h n i}{30 \tau}. \quad (9.2)$$

Бу формула тўрт тактли ИЁД учун ҳам, икки тактли ИЁД учун ҳам

ярайди. Агар p , МПа ва V_h , қабул қилинганидек, литрда ўлчанса, у ҳолда N , кВт да ўлчанади. Ҳақиқий циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси индикатор ф.и.к. билан баҳоланади [(2.1) формулага қаранг]: $\eta_i = \frac{L_i}{Q_1}$ бу ерда Q_1 – циклик ёнилғи миқдорининг ёниш иссиқлиги.



9.1-расм. Ҳақиқий циклниң p - V координаталардаги индикатор иши: а-дизел; б-учкун билан ўт олдирилаётган ИЁД

Амалий ҳисоблашларда, келтирилган иссиқлик ИЁД сарфлаган ёнилғи миқдори G_e (одатда кг да ўлчанади) дан келиб чиқиб аниқланади. У ҳолда ИЁДга берилган иссиқлик $Q_{in} = G_e \cdot H_u$ га, шу вақт оралиғида ИЁД бажарган иш эса $L_{ic} = N_i \cdot 3600$ га тенг бўлади.

Шундай қилиб, ИЁД нинг индикатор ф.и.к. учун ушбуни ҳосил қиламиз:

$$\eta_i = \frac{N_i \cdot 3600}{G_e \cdot H_u} \quad (9.3)$$

Бир хил ёнилғиларда ишловчи ИЁДларнинг тежамкорлигини қийсий баҳолашда кўпинча *солиштирама индикатор ёнилғи сарфи* тушунчасидан

$$\text{фойдаланилади: } g_i = 10^3 \frac{G_e}{N_i} \quad (9.4)$$

Индикатор ф.и.к. ва солиштирама индикатор ёнилғи сарфи тесқари муносабат орқали ўзаро боғланган:

$$\eta_i = \frac{3600}{\frac{G_{\text{г}}}{N_i} \cdot H_u} = \frac{3600}{H_u \cdot g_i \cdot 10^{-3}} = \frac{3.6 \cdot 10^6}{H_u \cdot g_i} \quad (9.5)$$

Двигател газсимон ёнилғида ишлаганда газ сарфи $V_{\text{г}}$ одатда $\text{м}^3/\text{соат}$ да ўлчанади, газнинг ёниш иссиқлиги H_u эса $\text{кЖ}/\text{м}^3$ да ўлчанади.

$$\text{У ҳолда индикатор ф.и.к. учун } \eta_{i, \text{г}} = \frac{N_i \cdot 3600}{V_{\text{г}} \cdot H_{\text{из}}} \quad ; \quad (9.6)$$

$$\text{солиштирма ёнилғи сарфи учун } v_{\text{г}} = \frac{V_{\text{г}}}{N_i} \quad ; \quad (9.7)$$

$$\text{улар ўртасидаги муносабат учун } \eta_{i, \text{г}} = \frac{3600}{v_{\text{г}} \cdot H_{\text{из}}} \quad (9.8)$$

Турли ёнувчи газларнинг ёниш иссиқлиги ўзаро катта фарқ қилиши эътиборга олинса, ИЁДда иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллик даражасини солиштирма газ сарфи бўйича эмас, индикатор ф.и.к. бўйича ёки бажарилган иш бирлигига тўғри келувчи *солиштирма иссиқлик сарфи*

$$\text{бўйича баҳолаш қулайдир: } q_{\text{г}} = \frac{Q_{\text{содм}}}{N_i} = \frac{V_{\text{г}} \cdot H_{\text{из}}}{N_i} \quad (9.9)$$

9.1.1. Циклнинг индикатор кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқлик

Циклнинг η , ва p , кўрсаткичлари орасидаги боғлиқликни топамиз:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_i} = \frac{p_i V_h}{G_{\text{г}} H_u} \quad , \quad (9.10)$$

бу ерда $G_{\text{г}}$ – ёнилғининг масса бўйича циклик миқдори, кг.

$$G_{\text{г}} = \frac{G_{\text{гх}}}{\alpha l_0} = \frac{V_h \eta_{\text{г}} \rho_{\text{кх}}}{\alpha l_0} \cdot 10^{-3} \quad , \quad (9.11)$$

бу ерда $G_{\text{гх}}$ ва $\rho_{\text{кх}}$ – масса бўйича циклик ҳаво заряди ва ИЁДга кириш шароитида ҳавонинг зичлиги.

(9.11) формулани (9.10) формулага қўйиб ушбуга эга бўламиз:

$$\eta = 10^3 \frac{p_i \alpha l_0}{\rho_{\text{кх}} \eta_{\text{г}} H_u} \quad (9.12)$$

(бу ерда p_i МПа да, $\rho_{\text{кх}}$ $\text{кг}/\text{м}^3$ да, H_u $\text{кЖ}/\text{кг}$ да ўлчанади).

$$\text{Бундан} \quad P_l = 10^{-3} \frac{H_u \eta_l}{l_o \alpha} \cdot \rho_{k,h} \eta_v. \quad (9.13)$$

Газда ишлайдиган ИЁД лар учун янги заряд миқдори *киломолда* ўлчанади: ($M_l = \alpha L_o + l a l$). Шу сабабли циклик ёнилги миқдорини индикатор ф.и.к. учун мўлжалланган дастлабки (9.10) формулада ҳам *киломол* орқали ифодалаш керак:

$$Q_l = H_{u,r} \cdot 22,4 \cdot M_r, \quad (9.14)$$

бу ерда M_r – янги аралашма таркибидаги ёнувчи газнинг *киломолда*ги миқдори. Цикл давомида цилиндрга киритиладиган янги аралашманинг миқдори ҳолат тенгламасидан ҳисоблаб топилади:

$$M_{ap} = \frac{p_l V_l \eta_l}{8314 T_k} \cdot 10^3 \quad (9.15)$$

У ҳолда ёнувчи газ учун ушбун ҳосил қиламиз:

$$M_r = \frac{M_{ap}}{M_l} = \frac{p_k}{8314 T_k} \cdot 10^{-3}. \quad (9.16)$$

(9.14) ва (9.16) тенгламаларни ҳисобга олган ҳолда индикатор ф.и.к. учун қуйидагига эга бўламиз:

$$\eta_l = \frac{8314}{22,4} \cdot 10^3 \frac{p_l M_{l,r}}{H_{u,l} \eta_v} \cdot \frac{T_k}{p_k} = 371,16 \cdot 10^3 \frac{p_{l,r} M_{l,r}}{H_{u,l} \eta_v} \cdot \frac{T_k}{p_k} \quad (9.17)$$

$$\text{Бундан} \quad p_{l,r} = 2,694 \cdot 10^{-6} \frac{H_{u,l} \eta_l \eta_v}{M_{l,r}} \frac{p_k}{T_k}. \quad (9.18)$$

(9.15) - (9.18) формулаларда p_k Па (н/м^2) 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 циклдан сиқиш ва кенгайиш адиабатлари мос равишда n_1 ва n_2 кўрсаткичлари ўзгармас бўлган политроплар билан алмаштирилганлиги туфайли фарқ қилади.

$$\text{У ҳолда} \quad L_{uVp} = L_{a'z} + L_{zb} + L_{ac}. \quad (9.19)$$

$$P_{ix/p} = \frac{P_a \varepsilon^{n_1-1}}{\varepsilon - 1} \left\{ \lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left[1 - \left(\frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2-1} \right] - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right\}. \quad (9.24)$$

Шунга мос равишда, иссиқлик $V = const$ бўлганда (бунда $p=1$) бериладиган ҳисобий цикл учун формула ушбу кўринишга эга:

$$P_{ix/p} = \frac{P_a \varepsilon^{n_1-1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right]. \quad (9.25)$$

Ҳақиқий циклда газ босими бир жараёндан бошқасига ўтишда равон ўзгаради, шунинг учун қайрилиш жойларида цикл ишининг исроф бўлишига эквивалент бўлган майдончалар юзага келади (9.2-расмда улар штрихlab кўрсатилган). Бу исрофлар диаграмманинг *тулиқлик коэффициентини* билан ҳисобга олинади: $\varphi = 0,92 - 0,97$. Шу сабабли ҳақиқий ўртача индикатор босими ушбу муносабатдан аниқланади:

$$P_1 = P_{ip} \cdot \varphi. \quad (9.26)$$

Дизеллар учун $\varphi = 0,92 - 0,95$ қилиб, учқундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун $\varphi = 0,95 - 0,97$ қилиб олинади. Турли замонавий ИЁДлар 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 жоиз чегарада бўлгани ҳолда, шунингдек бошқа кўрсаткичлар (ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлиги, циклнинг энг юқори босими, ишга тушиш хусусиятлари, турли хил ёнишларда ишлай олиш имконияти ва ҳоказо) ни белгилайди. Ўртача индикатор босимининг энг юқори қиймати ёниш соҳасига ёниш ва ҳавонинг зарур миқдорларда бир вақтда берилишига, аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёнишнинг жадаллигига, мавжуд ҳавонинг ёниш жараёнида тулиқ қатнашишига, шунингдек қиритиш даврида цилиндрга берилган ҳавонинг миқдорига боғлиқ. Индикатор ф.и.к.нинг қиймати ёнишнинг ўз вақтида тугалланишига, ёнишнинг 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-пардали аралашма ҳосил бўладиган қатор

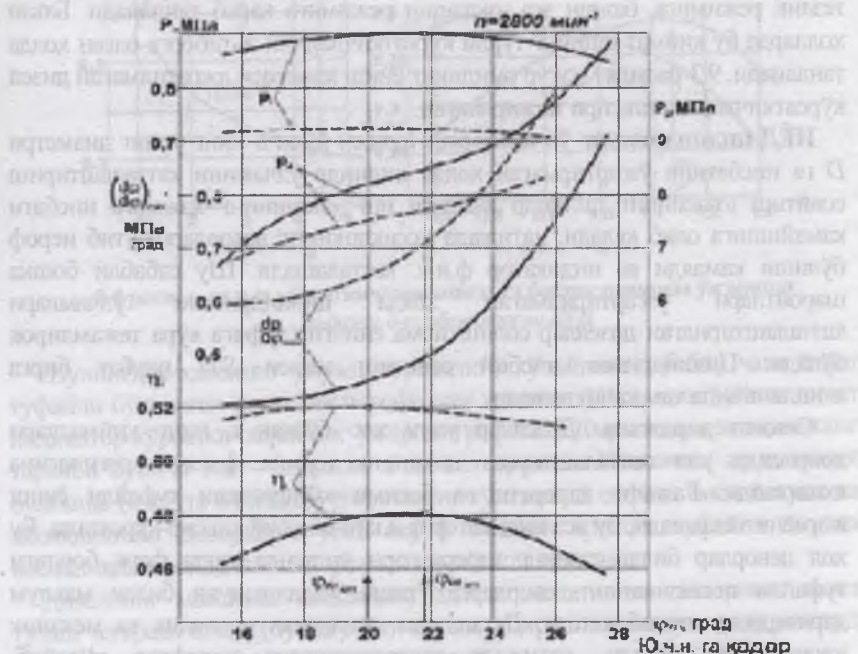
камералар) да циклда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичлари энг яхши бўлади. Ажратилган камералар ёниш жараёнида иссиқлик ва газодинамик исрофлар кўпроқлиги туфайли индикатор ф.и.к.нинг қийматлари кичикроқ бўлиши билан ажралиб туради. Аммо улар юқори сифатли аралашма ҳосил бўлишини таъминлайди, бу эса катта юкланишларда α нинг кичик қийматлари билан ва ишлатилган газларнинг туташ 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, буғланишини, оқим зонасида тақсимланишини, ҳаво зарралари билан аралашшини тезлаштиради ва яхшилади. Буларнинг ҳаммаси бошланғич босқичда аралашманинг тўлиқ ёнишини яхшилади 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 камаяди. 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 бушлиқда ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги зиёदлашуви билан совитувчи муҳитга иссиқлик ўтиши ортади ва шунга мос равишда индикатор ф.и.к. камаяди. Шу сабабли ИЁДнинг иссиқлик жараёнини ишлаб чиқишда заряднинг энг мақбул ҳаракатланиш тезлиги қиймати циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланиш нуктаи 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 канча 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 қилишнинг турли усулларида ҳар хилдир: ёнилғи

энергиясининг улуши нисбатан катта бўлган, яъни хаво заряди камерада нисбатан секин ҳаракатланадиган дизелларда (ҳажм бўйича ва ҳажм бўйича-пардали аралашма ҳосил бўладиган дизелларда) бу таъсир кучлироқ сезилади. Ёниш камераси ажратилган ва пардали аралашма ҳосил бўладиган ИЁДларда индикатор кўрсаткичларининг шаклланишида ёнилғи бериш ҳамда тузатиш кўрсаткичларининг роли камроқдир, аммо улар иссиқлик жараёнининг ва дизел ишининг бошқа кўрсаткичларига, шу жумладан, тез ёниш жараёнида босимнинг кўтарилиш жадаллигига ишлатилган газларнинг туташ даражасига, ишга тушириш сифатлари ва шу кабиларга таъсир кўрсатиши мумкин.



9.3-рasm. Юкланиш турлича бўлганда пуркашни илгарилатиш бурчагининг индикатор кўрсаткичларига таъсири: 1- $p_1=0,9$ МПа; 2- $p_1=0,6$ МПа

Диффузион ёниш босқичида ёнилғи бериш суръати ва унинг тирсакли валнинг бурилиш бурчагига қараб ўзгариши хавонинг камерада ҳаракатланиш тезлиги билан бирга аралашishi ва ёниш реакциялари тезлигини белгилайди, бу эса ўз навбатида, циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасини ҳам ўртача индикатор босимининг ҳосил бўладиган қийматини ҳам белгиллаб беради.

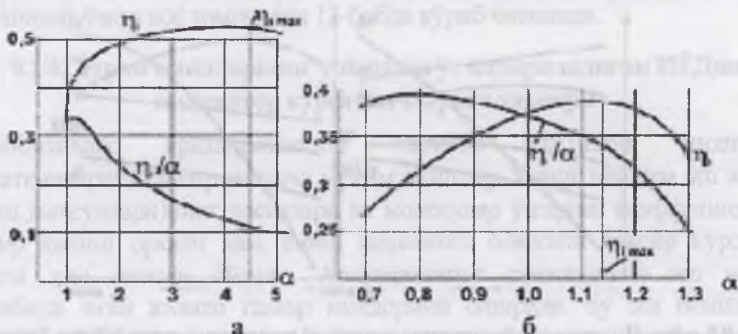
Ёнилғи пуркалишини илгарилатиш бурчаги ростлашга доир муҳим омил бўлиб, ёниш жараёнининг ЮЧНга нисбатан вазиятини, бинобарин циклда иссиқлик беришнинг термодинамик самарадорлигини белгилайди. Бундан ташқари, ушбу омил ёнишнинг авж олиш шароитларига реакциялар соҳасидаги газнинг босими ва ҳарорати орқали таъсир кўрсатиб, иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиш даражасига, с нуктадаги 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 ИЁДнинг 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 дизел кўрсаткичларига таъсири тасвирланган.

ИЁД цилиндрининг ўлчамлари. Поршен 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 камаяди ва индикатор ф.и.к. катталашади. Шу сабабли бошқа шароитлари ўзгартрилмаган ҳолда цилиндрининг ўлчамлари катталаштирилган дизеллар солиштирма ёнилғи сарфига кўра тежамлироқ бўлади. Цилиндрнинг нисбий совитиш юзаси S/D нисбат бирга яқинлашганда ҳам кичиклашади.

Сикиш даражаси. Дизеллар учун хос булган ϵ нинг қийматлари доирасида уни катталаштириш циклнинг термик ф.и.к.ни озгинагина яхшилайдди. 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 камаяди. Лойиҳалаш жараёнида сикиш даражасини дизеллар учун одатдаги қийматлардан ошириш одатда индикатор кўрсаткичларини яхшилаш учун эмас, балки бошқа мақсадларда, хусусан, дизелнинг совуқлайин ишга тушиш ишончилигини ошириш, цетан сони кичик булган ёнилғиларда ишлашига имконият яратиш, тез ёниш босқичида $dp/d\phi$ нинг қийматларини камайтириш учун қилинади.

ИЁД нинг юкланиши. Дизелларда юкланиш сифат усулида, яъни факат

циклический КПД и среднюю температуру сгорания. При этом состав смеси изменяется. Уменьшение температуры сгорания приводит к уменьшению КПД и увеличению расхода топлива. При этом расход топлива увеличивается. При этом расход топлива увеличивается. При этом расход топлива увеличивается.



9.4-расм. η ва η/α кўрсаткичларининг α га боғлиқ равишда ўзгариши:
а-дизел; б-карбюраторли ИЕД

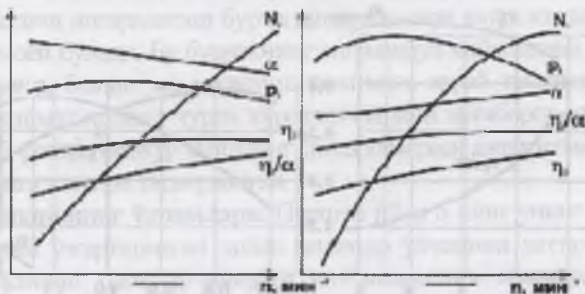
Шунингдек хавонинг умумий ортиқлиги қўпайиши сабабли чала ёниш туфайли бўладиган иссиқлик исрофи ҳам камаяди. Юкланиш бўйича дизел индикатор кўрсаткичларининг ўзгариш графиги 9.10-расмда, аралашманинг таркиби бўйича эса – 9.4-расм, а да келтирилган. Юкланиш жуда кичик бўлганда (α катта бўлганда) ёнилғининг тўзителиш сифати ёмонлашуви ва иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши ортиши туфайли циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси камайиши мумкин.

Дизелнинг максимал юкланиши одатда ишлатилган газларнинг жоиз туташ чегараси билан (бунда p_i ёки η/α ни ошириш имконияти хали 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 ЮЧНга нисбатан ўзгаришсиз қолса, айланиш частотаси ортиши билан газ ҳамда деворлар ўртасида иссиқлик алмашинуви вақти қисқариши эвазига цикл ичида иссиқлик исрофи камаяди. Буларнинг ҳаммаси индикатор ф.и.к. нинг катталашувиға олиб келади (9.5-расмга қаранг). Айланиш частотаси юқори бўлганда қўп ҳолларда ёнилғи бериш аппаратлари ишининг бузилиши (қўшимча

пуркалиш, ёнилғи беришнинг чўзилиб кетиши) ёки ўта уюрмаланиш ҳодисаси туфайли индикатор ф.и.к. камайиши мумкин.

Айланиш частотасининг ўртача индикатор босимиға таъсири, индикатор ф. и. к. нинг қийматидан ташқари (9.13-формулаға қаранг), ёнилғи аппаратлари таъминлайдиган циклик ёнилғи берилишнинг ўзгариш қонуниятини билан (формулада u α катталик билан ҳисобға олинади) ҳамда тўлдириш коэффициентининг ўзгариши билан аниқланади. Улар ИЁДнинг ишлаш хусусиятиға ва вазифасиға қараб ростланиши мумкин.



9.5-расм. Индикатор кўрсаткичларининг айланиш частотаси бўйича ўзгариши:
а-дизел; б-карбюраторли ИЁД

Цилиндри янги заряд билан тўлдириш. (9.13) формуладан кўриниб турибдики, цилиндрни янги заряд билан тўлдиришнинг ортиши ўртача индикатор босимининг кўтарилишини таъминлайди. Цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори ўзгармас бўлганда бу ҳодиса α нинг катталашиши билан боғланган, бунинг ҳисобига эса индикатор ф.и.к. катталашади, яъни жараён мукаммаллашади. Тўлдиришнинг ортиши ва циклик ёнилғи миқдорининг зиёдлашуви мутаносиб бўлганда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти ўзгаришсиз қолади, аммо цикл давомида киритилган иссиқлик миқдори кўпайиши туфайли ўртача индикатор босими катталашади. Тўлдиришни яхшилаш усуллари 4-бобда келтирилган.

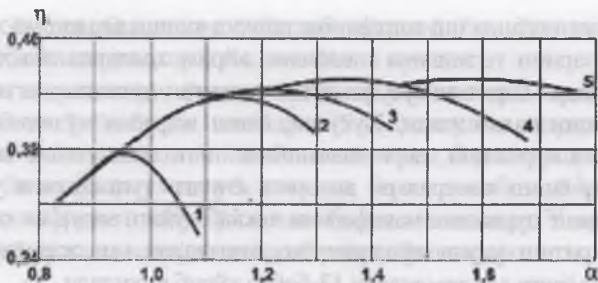
Босим остида киритиш усулини қўллаш цилиндрни янги заряд билан тўлдиришни (масса бўйича) яхшилашнинг самарали усули ҳисобланади. Бу усул ўртача индикатор босимининг энг катта қийматини атмосферадан киритишдагига нисбатан 1,5-2 баравар оширишга имкон беради, лекин дизел деталларига тушадиган механик ва иссиқлик юкланишларининг ортиб кетишиға олиб боради. Циклик 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 кўрсаткичларини тегишлича танлашни, айрим ҳолларда эса ҳатто уларни босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллардагига нисбатан ўзгартиришни талаб этади. Хусусан, ёниш жараёни чўзилиб кетмаслиги учун ёнилғи пуркалиш даври давомийлигининг анча узайиб кетишига йўл қўймаслик, ёниш 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 учкундан ўт олдириладиган ИЁДнинг индикатор кўрсаткичларига таъсири

Ёнилғи-хаво аралашмасининг таркиби ИЁДнинг индикатор кўрсаткичларига таъсир қилувчи муҳим омилдир. Унинг таъсири иш жисми (ёниш маҳсуллари)нинг хоссалари ва молекуляр ўзгариш коэффициентига таъсир қилиш орқали ҳам, ёниш жараёнига бевосита таъсир кўрсатиш орқали ҳам намоён бўлади. Аралашманинг суюқлашуви иш жисми таркибида икки атоми газлар миқдорини оширади, бу эса бошланғич назарий циклнинг термик ф.и.к. катталашishiга олиб келади. Аралашманинг қуюқлашуви ёнишда молекуляр ўзгариш коэффициентининг ортишига сабаб бўлади, бу ҳол цикл ишининг зиёдлашуви, яъни ўртача индикатор босимининг катталашувига имконият яратади. Аралашманинг таркибига қараб индикатор ф.и.к. ва η/α нинг ўзгариши (ўртача индикатор босими мутаносиб равишда) 9.4-расм, б да кўрсатилган. η/α нинг энг катта қийматига тўғри келувчи аралашманинг таркиби қувватли таркиб деб аталади. Тўлиқ юкланишда $\alpha = 0,85 - 0,92$ га мос келади. Юкланиш камайганда (ИЁД дросселланганда) қувватли таркиб α нинг қийматлари кичик бўладиган томонга ўзгаради.

Индикатор ф.и.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 $\alpha = 1,12-1,15$ га мос келади. Аралашманинг самарали суюқлашиш чегараси алангаланиш пайтида камерадаги ҳарорат ва босимга, ўт олиш манбаининг жадаллигига, ИЁД юкланишига, ёниш камерасининг турига, унда зарядларнинг ҳаракатланиш тезлиги ҳамда турбулент пульсациялар тезлигига, шунингдек сиқиш даражасига боғлиқ. Юкланиш қисман бўлганда қуюқ ёнувчи аралашмадан фойдаланилганда ИЁД энг тежамли ишлайди (9.6-расм).



9.6-расм. η нинг аралашма таркиби бўйича ўзгариши: 1-кисмий юкланишда ($\eta = 0,32$); 2-ўла юкланишда; 3-бир цилиндрга икки свеча ўрнатилганда; 4-қатламли заряд усулидан фойдаланилганда; 5-форкамерала машъаладан ўт олдирилганда

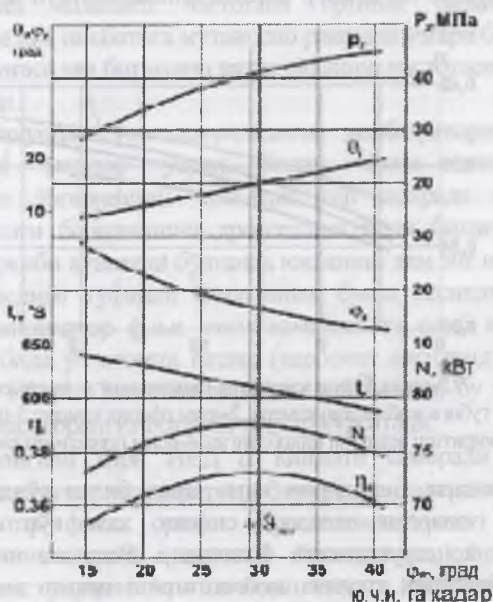
Сиқиш даражасини ошириш, қатламларга ажратилган заряддан фойдаланиш, аралашмани турбулизациялаш, тез ёниш камераларидан фойдаланиш аралашманинг самарали суюқлашиш чегарасини оширишга ва бу билан индикатор ф.и.к. ни яхшилашга имкон беради (9.6-расмга қаранг).

Сиқиш даражаси. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун сиқиш даражаси индикатор кўрсаткичларни жиддий яхшилаш имконини берувчи муҳим омил деб қаралади. $\varepsilon = 7-9,5$ бўлганда (бу кўрсаткич бензинда ишлайдиган замонавий ИЁДлар учун хосдир) сиқиш даражасининг ортиши цикл термик ф.и.к. нинг сезиларли даражада катталашшини таъминлайди. Бундан ташқари, ε катталашши 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. Охириги ҳол ИЁДни 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 ёнилғининг октан сони оширилиши ва ёниш камерасининг детонацияга қарши хусусиятлари яхшиланиши (аралашманинг ҳаракатланиш жадаллигини ошириш, деворларни совитишни кучайтириш, аланга йўлини қисқартириш в. ҳ.) лозим.

ε катталашганда реал циклда ф. и. к. термодинамик циклдагига қараганда секинроқ кўтарилади, чунки бунда ёниш даврида парчаланиш (диссоциация) туфайли бўладиган исрофлар кўпаяди ва иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши ортади. ε нинг катталашуви ИЁД деталарига тушадиган механик ва иссиқлик юкланишларининг ортишига олиб келади.

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги ростлаш билан боғлиқ омилдир. У ёниш даврининг ЮЧН га нисбатан вазиятини, бинобарин, иссиқлик берилишининг циклдаги термодинамик самарадорлигини белгилайди. Ўт олдириш барвақт бўлганда ёниш маҳсуллари тўлиқ кенгайди ва жараён яхши термодинамик самарадорлик билан кечади, аммо ЮЧНга қадар ёниш босқичида газнинг манфий иши ортади, бу эса ўртача индикатор босими ҳамда индикатор ф. и. к. га, шунингдек, ИЕДнинг ишлашига ёмон таъсир қилади.

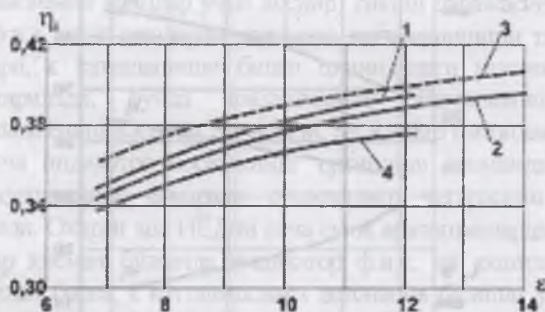
Бундан ташқари, газнинг ҳарорати ва босими юқорилиги туфайли ёниш жараёнида иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши ҳамда зичловчи ҳалқалар орқали газ сизиши кўпаяди. Ўт олдириш кечикканда иссиқлик ажралиб чиқиш жараёни ЮЧНга нисбатан кечикиш томонга силтжийди ва циклнинг термодинамик самарадорлиги ёмонлашади, бунинг оқибатида индикатор ф.и.к. ва ўртача индикатор босим пасаяди. Бундан ташқари, кенгайиш давомида иссиқлик алмашилиш юзасининг катталашishi муносабати билан иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши ортади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагига боғлиқ равишда индикатор кўрсаткичларининг ўзгариши 9.7-расмда келтирилган.



9.7-расм. Индикатор кўрсаткичларининг ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги бўйича ўзгариши

Цилиндрнинг ўлчамлари. Дизелда бўлгани каби, цилиндрнинг диаметри катталашishi билан иш жисмининг ҳажм бирлигига тўғри келувчи иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиши (нисбий иссиқлик алмашиниш юзаси) камаяди, бу эса индикатор ф.и.к. нинг катталашувиға олиб келади. Бироқ, учкундан ўт олдириладиган ва аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган, ИЁДларда цилиндрнинг диаметри катталашганда (агар бошқа шарт-шароитлар ўзгаришсиз қолса) детонация юзаға келиш эҳтимоли ортади. Шу сабабли ИЁДнинг детонацияға қарши хусусиятларини ошириш учун ва детонация бўйича жоиз сиқиш даражасини ошириш ҳисобига индикатор кўрсаткичларини яхшилаш учун кўпроқ цилиндр диаметрини кичрайтириш афзал кўрилади.

Ёниш камерасининг тури ва шакли. Ёниш камераси ИЁДда аралашма ҳосил бўлиш жараёнини ташкил қилишнинг асосий таркибий элементиدير. 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 нуктаи назаридан жоиз сиқиш даражасига таъсир кўрсатар экан, индикатор ф.и.к. ва индикатор босими кийматиини кўп жихатдан белгилаб беради.



9.8-рasm. Ёниш камераси шаклининг η га таъсири:

1-поршен тубига жойлашган камера; 2-ярим сферик камера; 3-шунинг ўзи, лекин киритиш клапани никобланган; 4-ярим понасимон камера

Бундан ташқари, цилиндрни 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 амалға оширилади. Камеранинг шакли иш жисмининг ҳажм бирлигига тўғри келувчи солиштирма иссиқлик алмашиниш юзаси ва газнинг деворларға нисбатан

ҳаракатланиш тезлиги орқали иссиқликнинг деворларга ўтиб исроф бўлиши қийматиға ҳам таъсир кўрсатади. Бу ҳол ёниш камерасини ИЁДнинг индикатор кўрсаткичлари шаклланишидаги муҳим омил деб қарашға имкон беради.

ИЁДнинг ёнилғи тежамкорлигини оширишға ва захарли моддаларнинг атмосфераға чиқишини камайитиришға нисбатан бўлган талабларнинг ортиб бориши муносабати билан янги ёниш жараёнларини ишлаб чиқиш ҳамда хоссалари яхшилланган камералар яратишға эътибор кучайди. Ёниш камераси шаклининг индикатор ф.и.к. га таъсири 9.8-расмда келтирилган.

Валининг айланиш частотаси. Тезлик режими ошиши билан аралашма ҳосил бўлиш сифати яхшиланади, аланганинг тезлиги ортади, Агар $\varphi_{\text{ил}}$ бурчагини катталаштириш эвазига асосий ёниш босқичининг ЮЧНга нисбатан вазияти ўзгаришсиз қолса, у ҳолда газнинг цилиндрда ҳаракатланиши жадаллашишиға ва бу ҳодиса билан боғлиқ тарзда иссиқлик исроф бўлишиға қарамасдан, дизелларда бўлгани каби, айланиш частотаси ортиши билан циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Индикатор кўрсаткичларининг тезлик режими бўйича ўзгариши 9.5-расм, б да тасвирланган. Дроссел-заслонканинг вазияти ўзгармас бўлгандаги ўртача индикатор босими айланиш частотаси ортиши билан тулдириш коэффициентиға ва η/α нисбатига мутаносиб равишда ўзгара бориб, η_{Vmax} га мос айланиш частотасидан бирмунча катта айланиш частотасида энг юкори қийматиға эришади.

Юкланиш. Учкундан ўт олдириладиган карбюраторли ИЁДларда юкланиш асосан миқдор усули билан, яъни ҳаво ортиқлик коэффицентининг ўзгаришини нисбатан тор доирада олган ҳолда цилиндрларға ёнилғи берилишини дросселлаш йўли билан ростланади. Аралашманинг таркиби қувватли бўлганда юкланиш ҳам энг юкори бўлади. Кислород етишмаслиги туфайли ёнилғининг ёниш иссиқлигидан тулик фойдаланмаслик индикатор ф.и.к. нинг камайишиға 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 камайдигани сари ИЁД α қиймати самарали суюқлаштириш 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 циклға ортиб боради, ёниш барқарор эмаслиги туфайли исрофлар кўпаяди. Кичик юкланиш билан ишлаганда жараёни яхшилаш учун аралашма яна куюқлаштирилади, бу

эса, тўлиқ юкланиш билан ишлагандаги сингарни, ёнилғининг ёниш иссиқлигидан чала фойдаланилишига олиб келади. Буларнинг ҳаммаси, аралашма миқдори бирлигига тўғри келувчи совитиш юзасининг катталашishi оқибатида нисбий иссиқлик исрофининг кўпайishi билан кўшилиб, индикатор ф. и. к. нинг камайishiга сабаб бўлади. Индикатор кўрсаткичларининг юкланишга қараб ўзгариши 9.10-расмда кўрсатилган.

9.2. Ички исрофлар

Цилиндрларда ҳосил қилинадиган индикатор ишнинг бир қисми ИЁД 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 юргитишга, шунингдек, ИЁД деталлари қартернинг ҳаво-мойли муҳитида ҳаракатланганида бўладиган аэродинамик қаршилиқни енгишга сарфланадиган ишдан иборат бўлади. Ҳаракатни ИЁД валидан оладиган ва икки тактли двигателларда цилиндрни шамоллатиш учун ёки тўрт тактли двигателларда босим остида киритиш усулини қўллашда фойдаланиладиган компрессор қўшимча энергия истеъмолчиси бўлиши мумкин. ИЁДдаги ички исрофлар индикатор кўрсаткичлари каби, яъни (9.2) формулага ўхшаш формула орқали ўзаро боғланган қувват ва ўртача босим билан баҳоланади. Шундай қилиб, умумий ҳолда

$$P_m = P_{иш} + P_{\epsilon.м} + P_{газ} + P_{вент} + P_{комп} \quad (9.27)$$

Ишқаланишга бўладиган исрофлар механик исрофларнинг асосий қисмини ташкил этади (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларда 70—75% га етади), уларнинг 2/3 қисмини поршен ва ҳалқаларнинг цилиндр деворларига ишқаланиши ташкил этади. Ёрдамчи механизмларни юргитишга энергиянинг 10-15%, газ алмашинуви амалга ошишига — 15-20% сарфланади. Шамоллатишда бўладиган исрофлар кам бўлиб, кўриб чиқиладиган гурппадаги ИЁДлар учун камдан-кам ҳолларда 8% га етади. Компрессор ёки шамоллатиш насосини юргитишга бўладиган сарфлар жами ички исрофларнинг 25-30 фоизини ташкил этиши мумкин. Ички исрофларнинг ўртача босими ва уларнинг ИЁД ҳосил қиладиган индикатор қувватидаги улуши ўзгариб туради. Бу кўрсаткичлар двигателнинг ишлаш режимига, ишлатиш шароитига ва ҳолатига қараб ўзгаради.

Ишқаланишдаги исрофларга газ босими, инерция ва эластиклик кучлари (пружина, поршен халқалари), шунингдек бошқа кучлар (иссиқдан кенгайиш, механик узатмалар туфайли деталларнинг сиқилиши ва ҳоказо) сабаб бўлади. Газ кучлари цикл мобайнида кескин ўзгариб туради ва ИЁД юкланишига кучли боғлиқ бўлади. Сиқиш ва кенгайиш тактларида поршеннинг ЮЧН яқинида мазкур кучлар энг юкори кийматига эришади. Инерция кучлари ҳаракатланувчи деталлар массасига ва вал айланиш частотасининг иккинчи даражасига мутаносиб тарзда ўзгаради. Улар тезлик режимиға кўра кучли ўзгариб, валнинг айланиш частотаси катта ИЁДларда уларнинг киймати энг юкори кўрсаткичға етади. Тирсақли валнинг бир марта айланиши давомида бу кучлар киймати бўйича ҳам, ишораси бўйича ҳам ўзгариб, тугаш деталларнинг турли элементларига таъсир этади. Айни чоғда улар ИЁД нинг юкланишиға боғлиқ бўлмайди. Эластиклик кучлари ИЁД деталлари ва узелларининг конструкциясига боғлиқ, аммо юкланишға ҳам, тезлик режимиға ҳам боғлиқ эмас.

Юқорида айтилганидек, ИЁДларда ишқаланишға бўладиган исрофларнинг асосий қисми тўғри келадиган цилиндр-поршен группасида ёнишнинг бошида, яъни поршеннинг цилиндр деворига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги энг паст бўлган пайтда газ кучлари жуда тез катталашиб боради. Поршен халқаси билан поршендаги ариқча туби орасидаги бўшлиққа кираётган газ халқани цилиндр деворига халқанинг эластиклик кучидан бир неча баравар катта бўлган куч билан қисади. Маҳаллий ҳароратнинг юқорилиги туфайли цилиндр деворидаги мойнинг қовушқоқлиги ва мойлаш хусусияти паст бўлади. Халқанинг кескин қўйилган босим кучи таъсирида мой тиркишдан сиқиб чиқарилади, унинг пардаси узилади ва поршен ҳаракатланганида чегаравий ёки хатто куруклайин ишқаланиш содир бўлади. Натижада ҳаракатланишға бўладиган қаршилиқ ортиб кетиб, поршен халқаси ва цилиндр девори кучли ейилади.

Юқориги зичловчи халқа айниқса ноқулай шароитда ишлайди: унга ёниш камерасидаги газ босимининг 80% қисмиға етувчи босим таъсир қилади. Ёниш ва кенгайиш давомида цилиндрнинг поршендан юқоридаги деворидаги мой пардаси ёниб кетади ёки қисман оксидланади, натижада навбатдаги чиқариш тактида поршен халқалари билан бирға цилиндрда, гарчи газ кучлари ёниш ва кенгайишдагидан анча кичик бўлса ҳам, мойлаш шароити бузилган ҳамда ишқаланиш коэффиценти юқорилашган шароитда ҳаракатланади. ИЁД юкланиши ортиши билан газ кучлари катталашиб боради, бу эса ишқаланишдаги исрофларнинг кўпайишиға шароит яратади. Шу билан бирға поршен ва халқалар цилиндр деворига уринадиган соҳада мойнинг маҳаллий ҳарорати кўтарилади, бу ҳол

ковушқоқ ишқаланиш коэффициентининг кичиклашувиға олиб келиб, биринчи омилнинг таъсирини маълум даражада компенсациялайди. Валнинг айланиш частотаси ортиши билан ёниш жараёнида босим кўтарилишининг абсолют тезлиги ошади (натихада чегаравий ишқаланиш пайдо бўлади) ва поршеннинг цилиндр деворига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги жадаллашади. Натихада ишқаланишга бўладиган босимнинг ўртача исрофи ортади. Ҳаво фильтри орқали янги заряд билан бирга цилиндрга кириб қолувчи қаттиқ абразив зарралар (йўл чанги) ишқаланиш кучларининг зиёдлашувиға қатта таъсир кўрсатади. Улар цилиндр деворидаги мой пардасига ўтириб, унинг узилиши ва қаттиқ юзаларнинг бевосита уриниши учун шароит яратади. Металл юзаларга ботиб кирган абразив зарралар жуфтликда кучли ишқаланиш юзага келишиға ва туташ деталнинг жадал ейилишиға сабаб бўлади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларнинг цилиндр-поршен группасидаги ишқаланишда ёниш камерасига ёнувчи аралашма билан бирга кириб келувчи суюқ ёнилғи зарраларининг цилиндр деворларидаги мой пардасини ювиб кетиши (айниқса, совуклайин ишға туширишда ва қизитиш даврида) қатта рол ўйнайди. Тирсакли вал подшипникларида ишқаланишга бўладиган исрофлар газ кучлари билан, шунингдек шатун-поршен 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 инерция кучлари сабаб бўлади, чунки улар валнинг ҳар айланишида кривошипнинг бурилиш бурчаги нуктаи назаридан узоқроқ таъсир қилиб туради. Газ алмашинувидаги исрофлар киритиш ва чиқариш тизимларининг гидравлик қаршилиги туфайли бўлади, бунда циклда ана шу жараёнға сарфланадиган энергиянинг абсолют миқдори ишлатилган газларни чиқаришда ҳамда янги зарядни киритишда бажарилган ишлар ўртасидаги фарққа тенг бўлади (4.1-расмға қаранг). Газ алмашинувидаги исрофларнинг ўртача босими поршен ўртача тезлигининг деярли иккинчи даражасиға мутаносиб тарзда қатталашади. Карбюраторли ИЁД ларда киритиш тизимининг қаршилиги қатта бўлганидан, уларда ушбу исрофлар кўпроқ бўлади. Бундай двигателларда янги заряднинг дросселланиши ва киритиш жараёнида цилиндрда босим пасайиши туфайли, юкланиш қамайиши билан мазкур исрофлар кўпаяди. Кўпгина дизелларда газ алмашинувидаги исрофлар амалда юкланишға боғлиқ бўлмайди. Аммо айрим ҳолларда юкланиш қамайганда эркин чиқариш тактида (ПЧНға қадар) цилиндрларнинг ишлатилган газлардан тозаланиши ёмонлашади ва чиқариб

юборилишининг охирги босқичида (ЮЧН га етмасдан) газлар цилиндрда сиклади, бунда поршен тепасидаги босим 0,25-0,45 МПага 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 юқориқдан 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 эътиборида чикармаслик керакки, юритма компрессорли дизелларда компрессорни юргизишга қўшимча иш сарфланади, бу иш ички исрофлар таркибига киради, турбокомпрессорли дизелларда эса мос равишда циклининг индикатор иши камайтирилади. Турбокомпрессорли дизелларда, босим остида киритиш тизимининг хусусиятларига қараб, газ алмашинувидаги исрофлар юкланиш ортиши билан кўпайиши ҳам, камайиши ҳам (ИЁД валининг айланиш частотаси доимий бўлганда) мумкин.

Ёрдамчи механизмларни юргизишга бўладиган исрофлар валининг айланиш частотаси ортиши билан жадал ошади, юкланиш ортганда эса бироз зиёдлашади. Юкланиш ортганда исрофларнинг бироз кўпайишига сабаб шуки, ИЁДни совитишга сарфланадиган вентилятор қуввати ортади (унинг айланиш частотаси ростланадиган бўлганда ёки вентилятор узиб қўйиладиган 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 квадратига мутаносиб тарзда кўпайиб боради.

Бензинда ишлайдиган ИЁДларда ички исрофларнинг ўртача босими юкланиш бўйича деярли ўзгармайди, ҳолбуки дизелларда юкланиш ортиши билан бу босим бироз кўтарилади, бу ҳодиса юритма компрессорли ИЁДларда айниқса сезиларли бўлади. Буларнинг ҳаммаси тажрибалар ўтказиб аниқланган. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда деталларга тушадиган юкланишлар (ишқаланишдаги исрофлар) юқориқдан бўлганидан, шунингдек чиқаришда акс босим катта бўлгани (турбокомпрессорли ИЁДларда насослардаги исрофлар) ҳамда компрессорни юргизишга анчагина қувват сарфлангани сабабли (юритмали, босим билан ҳаво киритадиган агрегати бор ИЁДда) уларда ички исрофлар даражаси босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизеллардагидан юқориқдир. Босим билан киритиладиган ҳавонинг босими ортиши билан ички исрофлар кўпаяди. Валининг айланиш частотаси ўзгарганида ички исрофлар ушбу муносабат бўйича ўзгаради:

$$p_{\text{м}} = A + B \cdot C_{\text{н}} + C \cdot C_{\text{н}}^2, \quad (9.28)$$

бу ерда: A , B ва C — ИЁД га хос бўлган доимий катталиклар;

$$C_{\text{н}} \text{ — поршеннинг ўртача тезлиги.} \quad C_{\text{н}} = \frac{S \cdot n}{30}, \quad (9.29)$$

бу ерда S — поршен йўли.

Аксарият ИЁДлар учун (9.28) муносабатнинг иккинчи тартибли хади ҳисобга олинмайди ва ушбу кўринишдаги муносабат берилади:

$$p_{\text{м}} = A + B \cdot C_{\text{н}}. \quad (9.30)$$

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларнинг турли группалари учун A ва B нинг қийматлари 9.1-жадвалда келтирилган.

9.1-жадвал

Турли ИЁДлар 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, 0,0135
Карбюраторли ички ёнув двигатели ($S/D > 1$)	0,04	

(9.2) ва (9.30) формулалардан кўриниб турибдики, ИЁДда 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

ИЁДда ички исрофлар у тулиқ юкланиш билан ишлаганда цилиндрларда ҳосил қилинадиган индикатор қувватнинг 15 - 20% ини ташкил этади. Аксарият ИЁДли транспорт машиналари қисман юкланиш билан ишлайди (шаҳар йўлларида ҳаракатланганда, қиска йўлда ишлаганда, ёрдамчи ишларни бажаришда шундай бўлади). Мазкур машиналарда энергиянинг ушбу фойдасиз сарфлари 30- 35% га етиши ва бундан ҳам ортиб кетиши мумкин, бу эса ёнилғи сарфини оширади ҳамда ИЁД кўрсаткичларини ёмонлаштиради. Шу сабабли фойдасиз сарфлар мумкин қадар камайтирилиши зарур. Ички исрофлар турли йўллар билан камайтирилади.

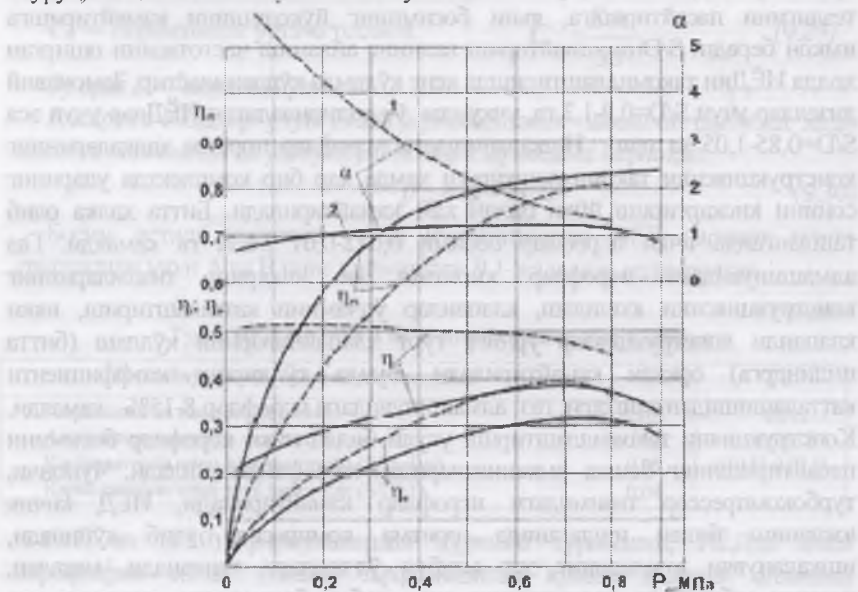
ИЁД конструкциясини такомиллаштириш. (9.30) формуладан кўриниб турибдики, ички исрофлар босими поршеннинг ўртача тезлигига боғлиқ экан. Уни берилган айланиш частотасида камайтириш учун поршен йўлини қискартириш мумкин [(9.29) формулага қаранг]. Агар цилиндрнинг иш ҳажмини сақлаб қолиш керак бўлса, у ҳолда унинг диаметри

катталаштирилади. Шу йўсинда S/D нисбагининг камайтирилиши цилиндрни янги заряд билан тўлдириш нуктаи назаридан ҳам маъбулдир, 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 ИЁДни такомиллаштиришда кенг қўламда қўлланилаётир. Замонавий дизеллар учун $S/D=0,9-1,3$ га, учкундан ўт олдириладиган ИЁДлар учун эса $S/D=0,85-1,05$ га тенг. Ишқаланишдаги исрофлар поршен ҳалқаларининг конструкциясини такомиллаштириш ҳамда ҳар бир комплекта 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 тизимларининг конструкциясини яхшилаш, клапанлар ўлчамини катталаштириш, икки клапанли конструкциялар ўрнига тўрт клапанлиларини қўллаш (битта цилиндрга) орқали камайтирилади. Бунда тўлдириш коэффициентини катталаштиришдан ташқари, газ алмашинувидаги исрофлар $8-15\%$ камаяди. Конструкцияни такомиллаштириш усули билан ички исрофлар босимини пасайтиришнинг бошқа имкониятларидан ҳам фойдаланилади. Чунончи, турбокомпрессор тизимидаги исрофлар камайтирилади, ИЁД кичик юкланиш билан ишлаганида юритма компрессор узиб қўйилади, ишқаланувчи юзаларнинг энг маъбул ўлчамлари танланади, масалан, поршен юбкаси ва ҳалқаларнинг энг маъбул баландлиги, тирсакли вал подшипникларининг энг маъбул узунлиги ва диаметри танланади ва ҳоказо.

Ишқаланувчи юзалар хоссаларини яхшилаш. Бу усул чора-тадбирлар мажмуидан иборат бўлиб, улар юзаларнинг ишланиш тозаллигини оширишни, уларнинг макро ва микрогеометриясини яхшилашни, ишқаланиш коэффициентини кичрайтириш мақсадида туташ деталлар учун мос материаллар танлашни, мойни яхши тутиб турадиган ғовақдор ёки махсус структурали сиртки қатламни қўллашни, деталларнинг энг маъбул каттиқлигини танлаш ва шу кабиларни ўз ичига олади.

ИЁДнинг энг маъбул иссиқлик ҳолатини танлаш. Совитиш тизимининг қурилмалари ёрдамида ҳосил қилинадиган ИЁДнинг иссиқлик ҳолати унинг деталлари ва уларнинг ишқаланувчи сиртларидаги мой қатлами ишлайдиган шароитнинг ҳароратини белгилайди. Ҳарорат паст бўлганда ИЁДда қўлланиладиган, нефтдан олинган мойларнинг қовушқоқлиги ортади, натижада туташ деталлар бир-бирига нисбатан ҳаракатланганида ишқаланишга бўладиган исрофлар кўпаяди. Ҳарорат кўтарилиши билан мойнинг қовушқоқлиги камаяди, бу эса ишқаланиш кучларининг камайишига олиб келади (9.9-расмга қаранг). Шу билан бирга мой

катламининг мойлаш хусусияти пасаяди ва мой юкланишлар таъсирида тиркишлардан осонгина сиқиб чиқарилади, натижада чегаравий (чала куруқ) ишқаланиш юзага келиши мумкин.



9.9-рasm. Ички ёнув двигатели кўрсаткичларининг юкланиш бўйича ўзгариши:
1-дизел; 2-карбюраторли двигател

Жуфтликка тушадиган босим юкори 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, хатто юзалар механик тарзда ёки иссиқлик таъсирида шикастланиши мумкин. Тажрибаларнинг кўрсатишича, мойнинг харорати $80-90^{\circ}\text{C}$ бўлганда ишқаланишдаги исрофлар энг кам бўлади. ИЁДнинг совитиш тизими ана шуни ҳисобга олган ҳолда соланади. Мойлаш тизимидаги мойнинг харорати мой радиатори ёрдамида, ишқаланувчи узеллардаги маҳаллий харорат эса мойнинг узатилиш тезлигини ростлаш орқали чеклаб турилади.

Мойлар сифатини ошириш. Мойнинг ишқаланувчи узелларда ишлаш лаёқатлигини йфодаловчи асосий кўрсаткичи унинг қовушқоклигидир, Қовушқокрок мойларнинг қўйилган юкланишлар таъсирига дош бериши юқорирок бўлади ва улар деталлар сиртида ишончли, пухта мой пардасини ҳосил қилади. Аммо бундай мойлар ишлатилганда суюқ мойлаш режимида

ишқаланишдаги исрофлар кўпаяди ва ИЁДнинг ҳамма элементлари ва узелларига мой етиб бориши учун юқори қувватли насослар талаб қилинади. ИЁД элементларига таъсир этувчи кучлардан ва унинг тезлик режимида ҳамда қандай иқлим шароитида ишлатилишидан келиб чиқиб мой қовушқоқлигининг керакли даражаси танланади ва ИЁД учун тавсия этилади.

Автотрактор ИЁДлари ўзгарувчан юкланиш ва айланиш частотасида ишлагани учун деталлар ва мойнинг иссиқлик режими доимо ўзгариб туради, шунга кўра мойнинг маҳаллий қовушқоқлиги ҳам ўзгаради. Шу сабабли юкланиши ва айланиш частотаси кичик, атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда ИЁДда ишқаланишдаги исрофлар ортади. Одатда, ҳарорат пасайганда қовушқоқроқ мойларнинг қовушқоқлиги 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 қовушқоқлигини ўзгартириш хоссаси қовушқоқлик индекси билан ифодаланади. У қанчалик катта бўлса, қовушқоқликнинг температурага боғлиқ ҳолда ўзгариши шунча ётиқ бўлади. Шу сабабли анчагина ўзгариб турадиган режим ёки ҳароратда ишловчи ИЁДлар учун қовушқоқлик индекси юқори бўлган мойлар қўлланилади. Қовушқоқлик индекси мойга қўшилмалар (қуюқ мойлар) қўшиш йўли билан оширилади. Оддий мойлар ишлатилганда мойли ишқаланиш деталларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги кўтарилганда ортади. Шу боисдан ҳарорат ўзгармас бўлганда валнинг айланиш частотаси оширилганда ишқаланишдаги солиштирма исрофлар кўпаяди. Кейинги вақтда қовушқоқлик индекси юқори бўлган, юқоридаги камчиликлардан 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 қовушқоқлигидан ташқари, қуйидагилар ҳам катта аҳамиятга эга.

Мойнинг серёғлиги, яъни чегаравий ишқаланиш шароитида 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 ИЁДларда қовушқоқлиги пастроқ мойлардан фойдаланишга ва бу билан ишқаланишдаги исрофларни камайтириш эвазига 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 механизми ва қурилмалар сарфлайдиган энергияни камайтириши. Одатда, бу қурилмалар истеъмол қиладиган қувват унча катта эмас, аммо у камайтирилганда ИЁД 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 ИЁД нинг иссиқлик ҳолатига қараб ростланадиган ёки совитиш суюқлигининг ҳарорати паст бўлганда ўчириб қўйиладиган вентиляторлардан (совитиш тизимида) фойдаланишдир. Вентиляторни ишлатишга сарфланадиган энергия ИЁД ишлаётганда унинг ташқаридан шамоллатилишини яхшилаш, шунингдек радиаторнинг самарадорлигини ва вентиляторнинг ф.и.к. ни ошириш йўли билан камайтирилиши мумкин. Генератор қувватини, ёрдамчи компрессорнинг, совитиш тизимидаги циркуляцион насоснинг ва бошқа қурилмаларнинг хусусиятларини ҳақиқий эҳтиёжларга мувофиқ танлаш ҳам исрофларнинг бу турини анчагина камайтиради.

ИЁД ларни техник жиҳатдан сақлаш. Ички исрофларни камайтиришда ва ишлатиш жараёнида ИЁД кўрсаткичлари тез ёмонлашувининг олдини олишда унга техник хизмат кўрсатиш 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 камайишини таъминлайди. Завод тавсия этган ковушқоқликдаги ва маркадаги мойларни ишлатиш, уларни белгиланган муддатларда алмаштириб туриш, мой филтрлари элементларини янгилашнинг кўзда тутилган муддатларига амал қилиш, завод ҳужжатларида кўрсатилган ИЁД 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 ИЁДнинг 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

ИЁД тирсакли валининг чиқиш учиди ҳосил бўлувчи кўрсаткичлар самарали кўрсаткичлар деб аталади. Юқорида айтилганларга кўра самарали кувват (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 $N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30\tau}$, (9.33)

V_h — литрда олинади.

Индикатор ишнинг самарали ишга айланишининг мукамал ишини 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 $p_e = 10^{-3} \frac{H_m}{l_o} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \rho_x \eta_v \cdot \eta_m$ (9.35)

Газ ёнилғида ишловчи ИЁДлар учун (9.18) формулага кўра қуйидагини ҳосил киламиз:

$$p_e = 2,694 \cdot 10^{-6} \frac{H_m \eta_i \eta_v}{M_i} \frac{p_k}{T_k} \eta_m \quad (9.36)$$

(H_m - Ж/м³ да, p_k - Па да ўлчанади).

(9.33), (9.35) ва (9.36) ифодалар турли омилларнинг ИЁДнинг самарали энергетик кўрсаткичларига таъсирини таҳлил қилишга имкон беради. Индикатор кўрсаткичлар билан бир каторда, ИЁДда иссиқликдан фойдаланишнинг тақомиллашганини кўрсатувчи қуйидаги самарали кўрсаткичлар қўлланилади:

$$\text{Самарали ф.и.к.} \rightarrow \eta_e = \frac{L_e}{Q_i} = \frac{3600 N_e}{G_e H_m} = \frac{3600 N \eta_m}{G_e H_m} = \eta \eta_m \quad (9.37)$$

бу ерда L_e — ИЁДнинг маълум вақт ичидаги самарали иши;

Q_i — шу вақт ичида ИЁДга ёнилғи билан бирга киритилган иссиқлик микдори;

G_e — ёнилғи сарфи.

Самарали солиштирма ёнилғи сарфи —

$$g_e = 10^3 \frac{G_e}{N_e} = 10^3 \frac{G_e}{N \eta_m} = \frac{g_i}{\eta_m} \quad (9.38)$$

$$\text{Газ ёнилғида ишлайдиган ИЁДлар учун: } \eta_e = \frac{3600 N_e}{V_r H_{uT}} ; \quad (9.39)$$

$$g_{eT} = \frac{V_r H_{uT}}{N_e} = \frac{g_{uT}}{\eta_e} \quad (9.40)$$

(g_{eT} ни (9.9) формуладан қаранг).

9.3.2. Баҳолаш кўрсаткичлари

Энергетик сифатларни, иссиқликдан фойдаланиш даражасини ва ёнилғи тежамкорлигини ифодаловчи индикатор ҳамда самарали кўрсаткичлардан ташқари, ИЁДни танлашда ёки аналоглар билан, шунингдек, бошқа модификациядаги, типдаги ва турдаги куч қурилмалари билан таққослашда шартли солиштирма катталиклардан ҳам фойдаланилади. Улар двигател конструкциясининг мукамаллиги, қувватининг оширилганлик даражаси, массаси, ташқи ўлчамлари ва бошқа кўрсаткичлари тўғрисида тасаввур беради. Кўпроқ фойдаланиладиган баҳолаш кўрсаткичларига литрли қувват киради. Бу кўрсаткич номинал режимда ИЁД самарали қувватининг цилиндрларнинг жами иш ҳажмига нисбатидан иборатдир:

$$N_s = \frac{N_{en}}{i \cdot V_h}, \quad (9.41)$$

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. 9.2-жадвалда ҳар хал ИЁДларнинг самарали кўрсаткичлари келтирилган.

Ички ёнув двигателлари кўрсаткичлари

Ички ёнув двигателининг тури	P_i	P_e	η_i	η_m	η_e	g_i	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
Босим остида киритиш усули қўлланилмаган, тўрт тактли	0,85-2,2	0,7-2,0	0,4-0,5	0,75-0,88	0,3-0,44	170-215	200-280
Карбюраторли, 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
Газ билан ишлайдиган, 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
Икки 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

* - босим остида киритиш усули қўлланилмаган
** - солиштирма иссиқлик сарфи, кЖ/кВт · соат

* - босим остида киритиш усули қўлланилмаган

** - солиштирма иссиқлик сарфи, кЖ/кВт · соат

Литрли қувват канча юқори бўлса, ИЁДнинг конструкцияси энергия бериш жихатидан шунчалик кучайтирилган ва материаллар сарфи жихатидан шунчалик тежамли бўлади. Турли двигателларнинг литрли 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 $N_{\text{и}}$ ўрнига (9.33) ифодани қўйиб ва p_e ни (9.35) формуладаги ифода билан алмаштириб ушбуни ҳосил қиламиз:

$$N_{\text{и}} = 3,33 \cdot 10^{-4} (H_u / l_o) (\eta_i / \alpha) \rho_{\text{кы}} \cdot \eta_V \eta_M (n_H / \tau) \quad (9.42)$$

(9.42) формула ИЁДнинг литрли қувватини оширишнинг қуйидаги имкониятларини қараб чиқишга имкон беради:

H_u / l_o нисбат ёнилгининг хоссаларини ифодалайди. Фойдаланилаётган ёнилғилар учун бу нисбат тахминан бир хил, шунинг учун ИЁДни ёнилгининг бир туридан бошқасига ўтказиш билан $N_{\text{и}}$ ни ошириш имкони йўқ;

η / α нисбат кўриб чиқилаётган ИЁД учун 9.4-расмдагидек ўзгаради. Аралашмаларнинг таркиби η / α нисбатнинг энг катта қийматига мос таркибларга яқин бўлганда двигател номинал қувват билан ишлайди;

учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда сиқиш даражасини ошириш ва ёниш жараёнини ташкил қилишни яхшилаш ҳисобига η_v ни катталаштириб N_d 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_d ни бирмунча оширишга эришилади. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда η_v ни киритиш тизимини 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_v ни ҳам оширишга имкон беради. Буларнинг ҳаммаси N_d ни карбюраторли вариантдагига қараганда 15% гача ошириш имконини беради;

ИЁДда босим остида киритиш усулини қўллаш N_d ни оширишнинг катта имкониятидир. Натижада цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш ортади. Буни қуйдагича ифдалаш мумкин:

$$\rho_{\kappa\lambda} \cdot \eta_v.$$

Ҳозирги вақтда босим остида киритиш усули дизелларда тобора кенг қўлланилмоқда ва бензинда ишлайдиган ИЁДларда қўлланила бошлади. Босим остида киритиш усулидан фойдаланилганда циклдаги газнинг ҳарорати ва босими кўтарилади, натижада иш жисмига тегиб турувчи ИЁД деталлари ва узеллари (поршен, зичловчи халқалар, цилиндрлар устёпмаси, чиқариш клапани, цилиндрлар устёпмасининг қистирмаси) нинг иссиқликдан ва механик таъсирлардан зўриқиб ишлаши ортади. Босим остида киритишнинг жадаллиги компрессордан кейин босимнинг кўтарилиш даражаси ($\pi_k = p_k/p_o$) билан аниқланади. Ҳаво босим билан жадал киритиладиган ИЁДнинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун, унинг конструкциясини босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларникига нисбатан анча ўзгартиришга, деталларининг ўлчамларини катталаштиришга, сифатлироқ материаллар ишлатишга тўғри келади. Цикл давомида ёндириладиган ёнилғи миқдорини қўпайтириш 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 соғлоларининг диаметрини катталаштиришга мажбур этади. Ҳавонинг камерада ҳаракатланиш энергияси ўзгаради, бу ҳол аралашма ҳосил бўлишининг тегишли кўрсаткичларини талаб этади.

Ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишга тайёрланиш ва ёниш жараёнининг амалга ошиш шароитлари ўзгаради. Босим билан ҳаво киритишнинг мақсадга мувофиқ жадаллиги кўпгина омиллар: ИЁД вазифаси, уларни ишлаб чиқариш шарт-шароитлари, талаб қилинадиган хизмат муддатига, дизел ва ёнилғи аппаратлари конструкциясидаги жоиз ўзгартиришларга (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларга нисбатан), асосий узелларнинг ишончли ишлашига ва бошқа омилларга қараб аниқланади. ИЁД 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. Бунини амалга ошириш имкониятлари 9.2-§ да кўриб чиқилган.

ИЁДда 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 ИЁДларнинг механик ф.и.к. босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларникига қараганда каттароқ бўлади (ички исрофлар кўпроқ бўлишига қарамасдан);

Валнинг номинал айланиш частотаси n ни ошириш N_d ни катталаштиришнинг аъъанавий усули ҳам учкундан ўт олдириладиган, ҳам сиқишдан алангаланиб кетадиган ИЁДларни ривожлантиришнинг тарихий аъъанасидир. Айланиш частотаси оширилганда индикатор иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади. Шу билан бирга, ИЁДни тезлик режими бўйича кучайтириш двигателнинг ростланишларини ва жараённинг ташкил қилинишини ўзгартиришни талаб қилади ҳамда қатор салбий оқибатларга олиб келадики, улар иш кўрсаткичларини ёмонлаштиради. Масалан, n ортиши билан поршеннинг ўртача тезлиги зиёдлашуви натижасида ички исрофларнинг ўртача бооими 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 ИЁДнинг шовкин чиқариб ишлаши кучаяди, бунини камайтириш учун эса унинг конструкциясини жиддий равишда ўзгартириш ва иш жараёнини қайта қуриш талаб этилади. Бунини ҳисобга олган ҳолда кейинги вақтда дизеллардаги N_d ни энг аввало босим остида киритиш усулини қўллаш (айрим ҳолларда ҳатто айланиш частотасини бирмунча камайтириш эвазига) йўли билан ошириш афзал қўрилмоқда. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда айланиш частотасини ошириш N_d ни катталаштиришнинг асосий усулларида бири бўлиб қолмоқда;

т ни камайтириш, яъни икки тактли циклга ўтиш N_n ни тўрт тактлига 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 чиқиладиган хилларида камроқ қўлланилади. Бензинда ишловчи икки тактли ИЁДлар ёнилғини тежаб сарфлаши ва захарли моддаларни ташқарига чиқариш даражаси жиҳатидан тўрт тактли ИЁДлардан анча орқададир. Шу сабабли улардан иккинчи даражали мақсадлар учун кам қувватли куч установкалари (асосий дизелларни ишга тушириш двигателлари, кўчма қурилмалар, шу жумладан, мотоарралар, 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 литрли қуввати ортиқроқдир. Турли ИЁДлар учун N_n нинг қийматлари 9.3-жадвалда келтирилган.

ИЁДни тайёрлашга қанча материал сарфланишини аниқлаш учун одатда солиштирма масса g_n тушунчасидан фойдаланилади. У стандарт ИЁД қурук 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 литрли қувват каби солиштирма масса ҳам кўп даражада турли хил ҳолисона мулоҳазалар ва омилларга қараб аниқланади.

9.3-жадвал

Турли ИЁДларнинг литрли қуввати ва солиштирма оғирлиги

Ички ёнув двигателининг тури	N_n , кВт/л	g_n , кг/кВт
Бензин билан ишлайдиган автотрактор двигатели	15-25	2.5-5
Автомобил 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

ИЁДлар, самарадорлик ва сифат кўрсаткичларидан ташқари, капитал тузатиш (ремонт) га қадар ишлаш даври (моторесурс) ёки автомобил босиб ўтган йўл (км), атмосферага чиқариб ташланаётган моддаларнинг

заҳарлилик даражаси, шовқин чиқариш жадаллиги ва бошқа кўрсаткичлари билан фарқ қилади.

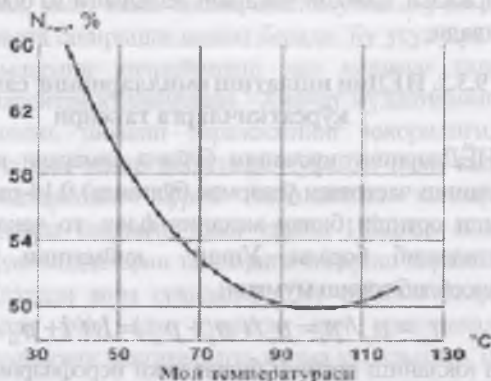
9.3.3. ИЁДни ишлатиш омилларининг самарали кўрсаткичларга таъсири

Юкланиш. ИЁДларнинг юкланиш бўйича самарали кўрсаткичларининг ўзгариши (айланиш частотаси ўзгармас бўлганда) 9.10-расмда келтирилган. ИЁД юкланиши ортиши билан механик ф.и.к. то чекли қийматга қадар узлуксиз катталашиб боради. Унинг қийматини бошлангич (9.34) формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\eta_{\text{м}} = p_e / p_1 = p_e / (p_e + p_{\text{м}}) = 1 / (1 + p_{\text{м}} / p_e) \quad (9.43)$$

Дизелларда юкланиш ортиши билан ички исрофларнинг ўртача босими кўтарилади, учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда 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 дизел ва бензинда ишлайдиган ИЁД 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 ИЁДларда эса - α нинг кичиклашуви ҳамда ёнилғининг (қувватли таркибдаги аралашманинг) чала оксидланиши натижасида иссиқлик исрофининг ортиши оқибатида.

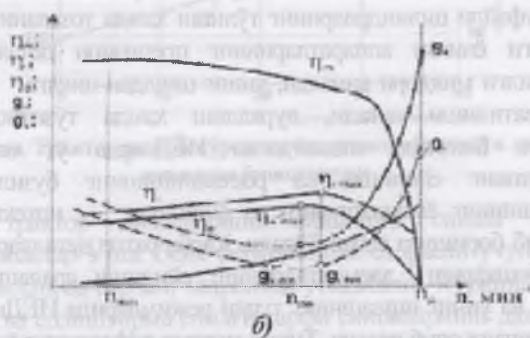
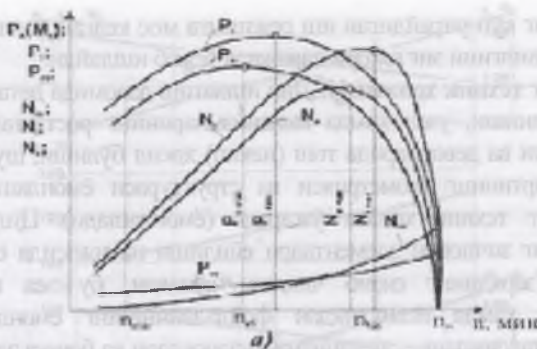
Юкланиш энг юқори қийматидан камайганда солиштирма ёнилғи сарфини ифодаловчи эгри чизиқлар иккала двигателда ҳам (9.38) муносабатга кўра ўзгаради. Аммо учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда юкланиш камайганда солиштирма ёнилғи сарфининг ёмонлашуви тезроқ кечади, бунга ёнилғи-хаво аралашмасининг қуюқлашуви, 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 ИЁДларга нисбатан ёнилғини 15-40% тежаб сарфлашини таъминлайди.



9.10-расм. Ишқаланишдаги исрофларга мой температурасининг таъсири:
1-дизел; 2-карбюраторли двигател

Тезлик режими. Валнинг айланиш частотаси ортиши билан ички исрофлар ўртача босими кўтарилади [(9.30) формулага қаранг] ва ИЁД йўқотадиган N_m қувват жадал катталашади (9.11-расм, a га қаранг).

$p_e = p_i - p_m$ муносабатга мувофиқ ҳамда ИЁДга хос бўлган ўртача индикатор босимининг тезлик режими бўйича ўзгариш қонуниятига асосан (9.6-расм) p_e катталик (ва унга мутаносиб равишда самарали буровчи момент M_e ҳам) максимум орқали ўтади ва частота янада оширилганда пасая бошлайди. $p_{e\max}$ ($M_{e\max}$) нукта $p_{i\max}$ нуктага қараганда кичикроқ айланиш частотасида юзага келади. Индикатор қуввати ички исрофлар қувватига тенглашадиган (ёки $p_i = p_m$) тезлик режимида ИЁД салт ишлашга ўтади (9.11-расм, a даги валнинг разнос айланиш частотаси n_p). Равшанки, ИЁД нинг юкланиши (яъни p_i катталик) қанча катта ва эгри чизиқ $p_i = f(n)$ қанча ётиқ бўлса, турлича режимга шунча катта айланиш частотасида эришилади.



9.11-расм. ИЁД энергетик (а) ва иқтисодий кўрсаткичлари (б) нинг айланишлар частотаси бўйича ўзгариши

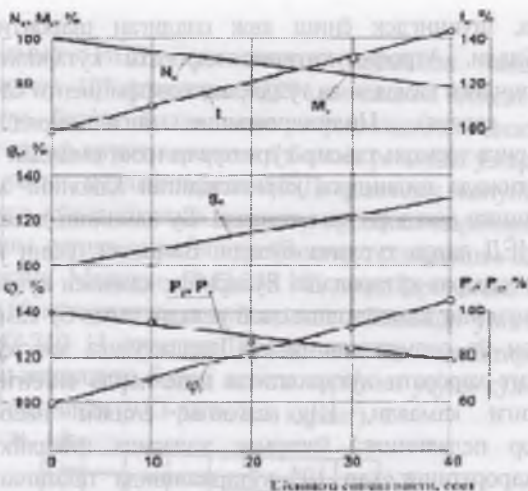
Катта юкланишларда турлича частота ИЁД учун мўлжалланган номинал частота (n_{ne}) дан анча катта бўлиши мумкин. Бунинг оқибатида ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари ошиб кетиши натижасида бундай частота двигател узелларининг ишлашга лаёқатлиги учун хавфли бўлиб ёки ёнилғининг тежалиши нуктаи назаридан номақбул бўлиб қолади. Шу сабабли частоталарнинг разносга кетишига йўл қўйилмайди (мумкин бўлган энг катта частота бирор усул билан чеклаб қўйилади). Разнос частотада ИЁДнинг механик ф.и.к. нолга тенг бўлади.

η_e ва g_e самарали кўрсаткичларнинг ўзгариш қонуният $\eta_e = f(n)$ эгри чизигининг шакли (9.11-расм, б га қаранг) ҳамда тежамкорликка (η_g) доир индикатор характеристикаларнинг тезлик режимига боғлиқлиги билан белгиланади. Энг кичик айланиш частотасидан бошлаб индикатор ф.и.к.нинг катталаниши туфайли улар тобора яхшиланиб боради ва ИЁДнинг энг яхши тежамкорлигига мос келувчи экстремал нуктадан (n_{ge}) ўтгач, ички исроф кўпайиши оқибатида ёмонлаша бошлайди. n_{ge} нукта

ИЁДнинг энг кўп учрайдиган иш режимига мос келган ҳолларда транспорт машинаси ёнилғини энг юқори даражада тежаб ишлайди.

ИЁДнинг техник ҳолати. ИЁДни ишлатиш давомида деталлари ейилиши ва парчинланиши, узел ҳамда механизмларининг ростланиши бузилиши, сўхта босиши ва деворларида тош (накип) ҳосил бўлиши, шунингдек туташ деталлар сиртининг геометрияси ва структураси ёмонлашуви оқибатида двигателнинг техник ҳолати ўзгаради (ёмонлашади). Цилиндр- поршен группасининг зичловчи элементлари ейилиши натижасида сиккиш 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 ИЁДларда ўт олдириш тизими элементларининг ейилиши ва ростланишининг бузилиши аралашма алангаланишининг ёмонлашувига ва ёнишнинг нотекислиги циклдан-циклга ортиб боришига сабаб бўлади. Карбюратор деталларининг ва ёнилғи беришни бошқариш элементларининг ейилиши аралашма таркибининг ўзгаришига ва унинг ишлашнинг турли режимларида ИЁДнинг 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.

ИЁДга 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 ҳўжаликларда, айниқса, машинанинг иш шароити (йўл қурилиши, ер ҳайдаш, ўрмон мелиорацияси ишларида) оғир бўлган ҳўжаликларда ИЁДнинг қуввати дастлабки қийматидан 12-15% камайиши, солиштирма ёнилғи сарфи эса 20% ва бундан ҳам кўп ортиши мумкин.



9.12-расм. Трактор дизели кўрсаткичларининг ейилишга синаш давомида ёмонлашуви

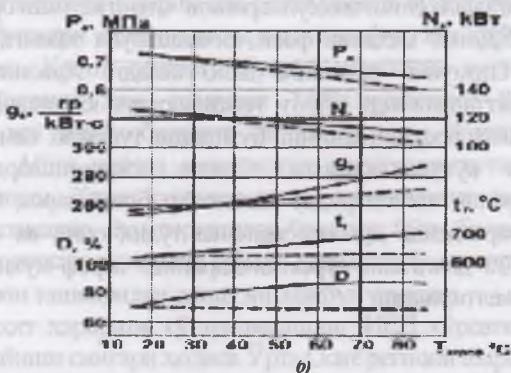
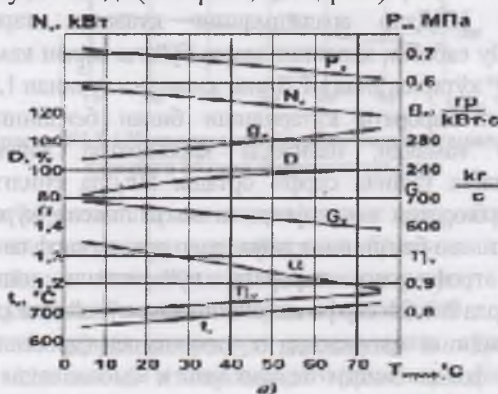
9.12-расмда трактор дизелларини ейилишга синаш натижалари келтирилган. Синовлар Ўрта Осиё регионининг ёз фасли учун хос бўлган шароитда, яъни иссиқ ва серчанг шароитда ўтказилган. Кўриниб турибдики, самарали қувват ва солиштирма ёнилғи сарфи синовларнинг давомийлигига мутаносиб тарзда ўзгарган. Бунда қувватнинг камайиши ва солиштирма ёнилғи сарфининг ортиши мос равишда 22 ва 29% ни ташкил этган. Кўрсаткичлар ёмонлашувининг асосий сабаби цилиндр-поршен группасининг ейилиши бўлиб, натижада сикниш 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. Тизимга чанг кириши оқибатида ёнилғи аппаратлари прецизион деталларининг ейилиши ёнилғи сизилишининг кўпайиши натижасида самарали қувватнинг 6% камайишига, шунингдек пуркалиш босимининг пасайиши ҳамда тўзитиш хусусиятларининг ёмонлашуви туфайли солиштирма ёнилғи сарфининг кўпайишига сабаб бўлган. Дизел кўрсаткичларининг ёмонлашуви паст айланиш частоталарида кучлироқ намоён бўлади, чунки зичловчи халқалар орқали заряднинг сизилиши ортади.

Атроф-мухитнинг юкори харорати. Атроф-мухит хароратининг ИЁД иш кўрсаткичларига таъсири янги заряднинг физик хоссалари (зичлиги, қовушқоклиги, иссиқлик сифими) ва ёнилғининг физик хоссалари (зичлиги, қовушқоклиги, сирт таранглиги, буғланувчанлиги, сикилувчанлиги)

ўзгаришида, шунингдек ёниш авж оладиган шароитнинг ўзгаришида намоён бўлади. Атроф-муҳитнинг ҳарорати кўтарилиши билан янги заряднинг зичлиги камаяди ва тўлдириш коэффиценти 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. Циклик ёнилғи миқдори ҳам камаяди. Бу камайиш дизеллар ва бензинда ишловчи ИЁД ларда турлича бўлади. Ёнишдан олдин келади деган даврада камерадаги ҳарорат кўтарилади. Буларнинг ҳаммаси қувватнинг ва ёнилғи тежамкорлигининг камайишига олиб келади, аммо бу камайиш дизелларда ва учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда ўзига хос хусусиятларга эга. Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилганда дизелларда ёнилғининг зичлиги ва қовушқоқлиги камаяди. Шу сабабли ёнилғи насоси рейкасининг (акселератор педалининг) ўзгармас ҳолатида циклик ёнилғи бериш миқдори ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида тахминан $1,5\%$ камаяди, оқибатда цикл иши ва ИЁДнинг 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 коэффиценти кичиклашади ва мос равишда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади.

Циклик ёнилғи миқдори ва цилиндрни ҳаво билан масса бўйича тўлдириш даражаси ўзгариши биргаликда таъсир кўрсатиши натижасида, ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида ИЁДнинг қуввати $2-2,2\%$ камаяди, бунинг оқибатида ички исрофларнинг амалда ўзгаришсиз қолишига қарамай, механик ф.и.к. бирмунча кичиклашади. Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилганда 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, *a* да кўриб чиқиладиган 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 ИЁД ҳаво ортиқлик коэффицентининг ўзгармас қийматида ишлашига мос келади. Бу ҳолда ёнилғи тежамкорлигининг камайиши нисбатан кам бўлади

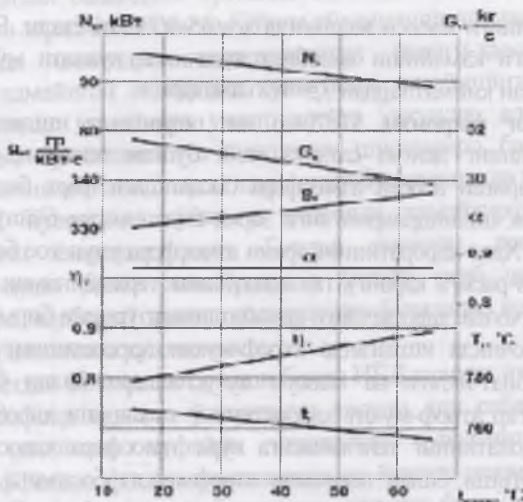
(9.13-расм, б), аммо ИЁД қувватининг пасайиши ташки муҳит температурасининг ҳар 10° ортишида 3-3,2% ни ташкил қилади. Юритмали компрессор оркали босим билан ҳаво киритиладиган дизеллар учун кўрсаткичларнинг атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагидек қонуният бўйича кечади. Турбонаддув қўлланилганда дизеллар кўрсаткичларининг ўзгариши кўп жиҳатдан босим остида киритиш тизимининг созланиши ва ўзига хос хусусиятларига боғлиқ. Масалан, ЯМЗ-238 НБ дизеллари синаб қўрилганда ҳароратнинг ҳар 10° кўтарилишида қувватнинг камайиши ўртача 2,8% ни ташкил этди. ЯМЗ-240 Н дизелида қувватнинг ва солишпирма ёнилғи сарфининг ўзгариш жадаллиги босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагидек бўлиб чиқди (9.13-расм, а га қаранг).



9.13-расм. ЯМЗ-236 двигателининг кўрсаткичларига ташки муҳит ҳарорати кўрсатилишининг таъсири: а — $n=2100$ мин $^{-1}$ (тула юклатиш); б — $n=1900$ мин $^{-1}$ (— $\alpha=\text{var}$; --- $\alpha=\text{const}$)

Бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЁДларда цилиндрларни янги билан масса бўйича тўлдириш абсолют температуралар нисбатининг 0,54 даражасига тескари мутаносиб тарзда, яъни дизеллардагига нисбатан камроқ ўзгаради. Бунга сабаб шуки, ҳаво заряди иссиқлигининг бир қисми ёнғувчи аралашмадаги ёнилғининг суёқ зарраларини буғлантириб сарфланади. Бундай зарраларнинг миқдори ИЁДнинг иш режимига қатъий ўзгаради. Даража кўрсаткичининг кичик қиймати ҳарорати турли шароитларда ишлаганда ҳам барқарор сақланидиган совитиш суёқлиги воситаси аралашма иситиладиган ИЁДларга тааллуқлидир. Аралашма ишлатилган газлар воситасида иситилганда унинг иссиқ жадвалиги атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши билан ортади, чунки бунда ишлатилган газларнинг ҳарорати ҳам кўтарилади. Дроссел-заслонка охиригача очилган карбюраторли ИЁДлар аралашманинг қувватли таркибига мўлжаллаб остирилган бўлиб, унинг қуввати кўпайиб, қўшқини ортиқча ортиқлаштиради. Шу сабабли ҳавонинг масса бўйича сарфи камайиши туфайли ҳарорат ҳар 10° кўтарилганда ИЁДнинг қуввати тахминан 1,8% камайиб кетганлиги кўриб келинади.

Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши билан бензиннинг зичлиги, қўшқини ортиқча ортиқлаштиради, натижада карбюратор жиклёрлари остирилган бензиннинг масса бўйича сарфи ортади. ИЁДда ёнилғи бериш қисмига шароитига карбюратор конструкцияси катта таъсир кўрсатади. Шу сабабли, айтиб ўтилган бензиннинг жиклёрлар орқали сарфланиш қонуни қарама-қарши, атроф-муҳит ҳарорати кўтарилиши натижасида карбюраторларда ёнилғи сарфи камайиши ҳам, қўшқини ортиқча ортиқлаштиради ҳаморат кўтарилиши натижасида α кичиклашса (дроссел-заслонка очилганда), у ҳолда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади ва ишлатилган газлар билан бирга чала ёниш маҳсулларининг чиқиб кетиши ортади. остирилган газларнинг ИЁДнинг механик ф.и.к. кичиклашуви эвазига солиштирилган ёнилғи сарфи бирмунча ортишига олиб келади. Ҳавонинг ортиқча ортиқлаштиради катталашганда ёнилғи тежамкорлиги яхшиланиши муаммо бунда қувват ростланишининг бузилиши туфайли самарали натижа кўрсатилганидаи кўпроқ камайиб кетганлиги. Оралик юкланишларда (дроссел-заслонканинг оралик ҳолатларида) натижалар бошқачароқ бўлади. расмда мисол тариқасида дроссел-заслонка тўлиқ очик ва $n=2400$ булганда ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларининг атроф-муҳит ҳарорати қараб ўзгариши келтирилган.



9.14-расм. ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларига ташқи муҳит ҳарорати кўтарилишининг таъсири

ИЁД 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. МА3-500 ва МА3-504 автомобилларининг давлат синовлари натижаларига кўра атроф-муҳит ҳарорати билан капот остидаги ҳаво ҳарорати ўртасидаги фарқ 45° га етган. ЗИЛ-130 двигателининг айрим иш режимларида бу тафовут $45-60^\circ$ га етган. Бунда ҳаво филтрити яқинидаги ҳарорат атроф-муҳит ҳароратидан $30-40^\circ C$ юқори бўлган. Капот остидаги бундай шароитда, ҳатто ҳаво ҳарорати меъёрида бўлганда ҳам, двигател 7-9% қувватини йўқотади, бунинг натижасида эса автомобилнинг динамикаси ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади. Айни пайтда ишлатилган газларнинг туташ ва захарлилик даражаси ортади. Капот остидан ҳаво олинишининг салбий оқибатлари махсус мосламалар ёки тирқишлар ўрнатиш йўли билан камайтирилади, ташқаридан олинган ҳаво улар орқали ҳаво филтритига келтирилади. ИЁДга келувчи ҳавони ташқаридан олиш энг мақбул усулдир.

Атроф-муҳит ҳарорати кўтарилишининг ИЁД кўрсаткичларига салбий таъсири кучайиши сингари ҳодиса Ўрта Осиё региони шароитига хосдир. Бу ҳодиса бевосита қуёш радиацияси натижасида ёнилғи тизими қисмлари (баклар, филтрлар, насос ва ҳоказо) нинг қизиқидан иборат. Ўрта Осиёда тракторлар дала ва йўللарда ишлаганда ёнилғининг ҳарорати филтрларда

73-78°C га, ёнилғи насоси каллагиде эса 85-90°C га етади. Бу ҳолда ёнилғи зичлиги камайиши ҳисобига дизелнинг қуввати муътадил учун хос бўлган қийматлардан 3,5-4% камаяди.

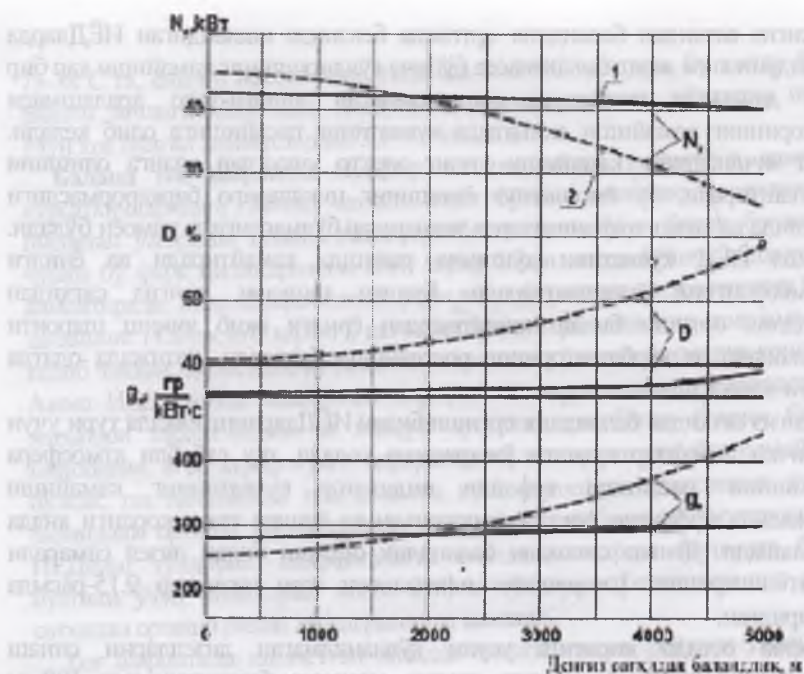
Баланд тоғ шароити. ИЁДлар тоғ шароитида ишлаганда саноат кўрсаткичларининг денгиз сатҳига яқин бўлган текислик шароити нисбатан ўзгариши асосан атмосфера босимидаги фарқ билан боғлиқ, чунки бу фарқ цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш камайтиради. Ҳаво ҳароратининг эркин атмосфера учун хос баландлик пасайиши (4.8-расмга қара), газ ҳолатининг термодинамик тенглама келиб чиққан ҳолда, ҳаво зичлиги камайишининг ўрнини бирмунча қопарди. Аммо ИЁД очикда ишлаганда атроф-муҳит ҳароратининг даражаси жихатдан табиат-иклим ва мавсум хусусиятлари билан боғлиқ бўлади. Бинобарин, агар атроф-муҳит ҳароратининг таъсирини ҳисобга олмай бўлсак, газ ҳолатининг тенгламасига кўра атмосфера ҳавосининг зичлиги баландлик ортиши билан пасаявчи атроф-муҳит босимида мутаносил бўлади. ИЁДнинг тўлдириш коэффициентини амалда атмосфера босимидаги газ бўлгани учун цилиндрни масса бўйича тўлдириш баландлигининг даражаси сатҳидан ортиши билан жадал равишда камаяди.

Тоғ шароитида ишлаётган дизелда ёнилғи насоси рейкаси тирага вазияти денгиз сатҳидаги баландликда ишлаётгандагидек бўлади. Ёнилғи аппаратларининг текисликка мослаб ростланиши сақланиб қолади. Бунда цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдириш камаяди, бундан циклик ёнилғи бериш тўлиқ ва юкланиш катта бўлганда ҳавонинг ортиклик коэффициенти кичиклашувига олиб келади. Натижада циклик иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади, чунки термодинамик кўрсаткич (иш жисмининг адиабат кўрсаткичи) камаяди ва аралашма ҳосил бўлиш шароити ёмонлашади. Аралашма ҳосил бўлиш шароитининг ёмонлашиши аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган усулига, ёнилғи камераси шакли ва турига, иш жараёнининг мукамаллигига ҳамда тўлиқ юкланиш ҳавонинг ортиклик коэффициенти қийматида боғлиқ. Шу сабабли дизеллар учун ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашиш жадаллиги кичик хилдир. Сикли охирида газ босимининг пасайиши натижада алангаланишнинг кечикиш даври узайиши туфайли ҳам иссиқлик фойдаланиш кўрсаткичлари ёмонлашади. Агар ёнилғининг пуркала бош пайти денгиз сатҳидагидек қолса (ёнилғи аппаратларининг ростланиш ўзгармаса), у ҳолда ёнилғи жараёни кечроқ авж олади ва кенгайиш жараёни ЮЧН дан анча ўтиб тугайди, шунга мос равишда индикатор кичиклашади. Ҳавонинг ортиклиги камайиши оқибатида ёнилғи жараёни чўзилиб кетиши ҳам шунга олиб келади.

Денгиз сатҳидан баландлик ортганда бензинда ишлайдиган ИЁДларда 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 аланга олишини ёмонлаштиради, бу ёмонлашув ёнишнинг цикллари барқарормаслиги ортишида ва кичик юкланишларда чакнашлар бўлмаслигида намоён бўлади. Бу ҳол ИЁД қувватини қўшимча равишда камайтиради ва ёнилғи тежамкорлигини ёмонлаштиради. Бундан ташқари, денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан жиклёрлардан ёнилғи оқиб чиқиш шароити ёмонлашади ва карбюраторнинг ростланиши бузилади, натижада одатда ёнилғи-ҳаво аралашмаси қуюқлашади.

Денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан ИЁДларнинг иккала тури учун ҳам ички исрофлар қуввати ўзгаришсиз қолади, шу сабабли атмосфера босимининг пасайиши туфайли индикатор қувватининг камайиши натижасида эффектив ф.и.к. кичиклашади ва ёнилғи тежамкорлиги янада ёмонлашади. Денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан дизел 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% камаяр ва ёнилғи тежамкорлиги 0,5-1,5% ёмонлашар экан. Агар дизел ишлаётганда жойнинг баландлиги ортганда ёнилғининг чекли узатилиши цилиндрни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг камайишига мутаносиб тарзда камайтирилса (ёнилғи аппаратларининг ростланишини ўзгартириш орқали), у ҳолда ҳавонинг ортиклик коэффиценти ўзгаришсиз қолади ва механик ф.и.к. кичиклашиши ҳисобибагина дизелнинг ёнилғи тежамкорлиги бироз ёмонлашади (ёнилғи беришни илгарилатиш моменти тегишлича ўзгартирилганда). Бунда қувватнинг камайиши циклик ёнилғи миқдори ўзгартирилмаган ҳолдагидан анча зиёд бўлади.



9.15-расм. Баландлик ортиши билан дизел кўрсаткичларининг ўзгариши:

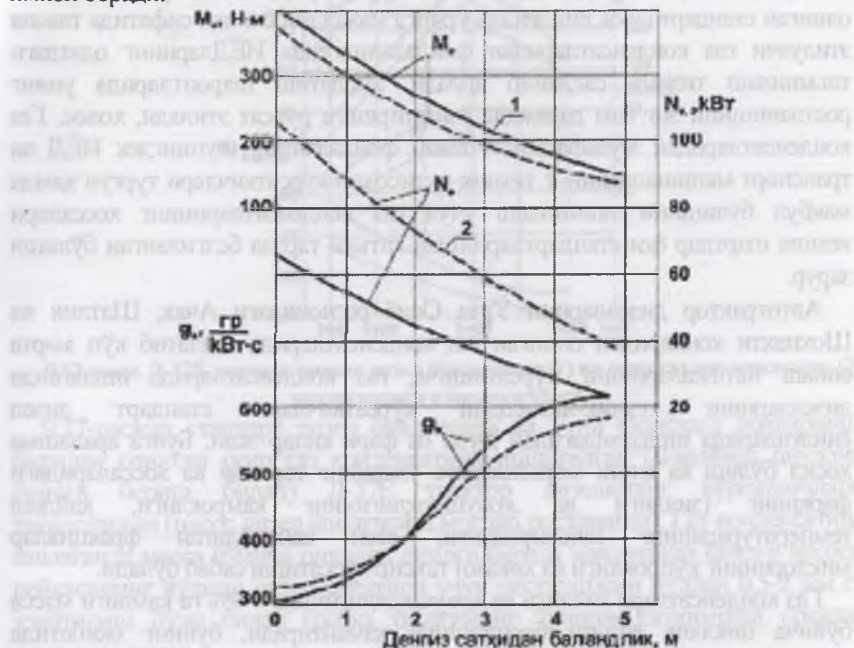
1-босим остида киритиш усули қўлланилган;

2-босим остида киритиш усули қўлланилмаган

Тоғ шароитида ишлаганда учқундан ўт олдириладиган ЗИЛ-130 двигатели кўрсаткичларининг ўзгариши 9.16-расмда тасвирланган. Денгиз сатҳидан баландлик ҳар 100 м кўтарилганда бензинда ишлайдиган ИЁД нинг қуввати 1,2—1,5% камаяди ва солиштирма ёнилғи сарфи 0,7—1,0% ортади.

Денгиз сатҳидан баландлик ўзгарганда ИЁДнинг иш кўрсаткичларини ўзгаришсиз сақлаб қолишнинг энг самарали усули босим остида киритиш усулини қўллашдир. 9.15-расмда таққослаш учун босим остида киритиш усули қўлланилган ва қўлланилмаган дизелларга оид маълумотлар келтирилган. Кўриниб турибдики, денгиз сатҳидан баландлик 5000 м гача ошганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД самарали қувватининг камайиши 43% ни ва солиштирма ёнилғи сарфининг кўпайиши 75% ни ташкил этса, босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар учун эса мос равишда 3% ва 10% ни ташкил этар экан. ИЁД кўрсаткичларининг киритишдаги ҳаво босимига кам боғлиқлиги босим

остида киритиш усулининг муҳим афзаллиги бўлиб, у дизелларда ва учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда мана шу усулдан кенг фойдаланишга имкон беради.



9.16-расм. Тоғ шароитида ЗИЛ-130 двигатели самарали кўрсаткичларининг ўзгариши: 1 - $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$; 2 - $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$

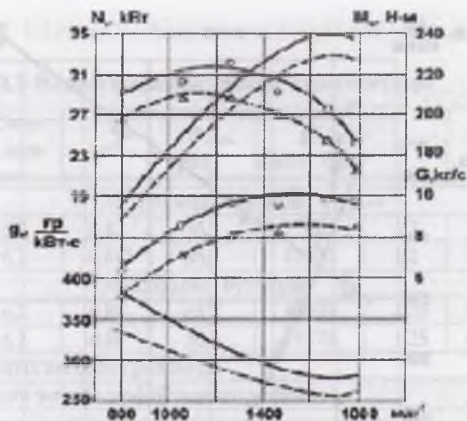
Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД кўрсаткичларининг денгиз сатҳидан баландликнинг ўзгаришига турғунроқлигининг асосий сабаби текислик шароитида ишлаганда ҳавонинг эркин жамғармаси мавжудлигидадир. Дизелларда бу жамғармадан катта юкланишларда деталларнинг иссиқликдан зўриқишини камайтириш, ёнилғи тежамкорлигини (циклда иссиқликдан фойдаланишни) яхшилаш мақсадида ҳавонинг ортиклик коэффициентини ошириш учун, шунингдек ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлигини пасайтириш ҳамда чиқариб ташланадиган захарли моддалар миқдорини камайтириш учун фойдаланилади. Денгиз сатҳидан баландлик ошганда мазкур жамғарма цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг, бинобарин, қувват камайтиришнинг ҳамда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашувининг ўрнини маълум даражада қоплайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизел 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 суюқ ёнилғилар ўрнига маҳаллий ёнилғи сифатида тавсия этилувчи газ конденсатларидан фойдаланилганда ИЁДларнинг одатдаги таъминлаш тизими сақланиб қолади. Ишлатиш шароитларида унинг ростланишини энг кам даражада ўзгартиришга рухсат этилади, холос. Газ конденсатларидан муваффақият билан фойдаланиш, шунингдек ИЁД 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 дизелларини Ўрта Осиё регионидagi Ачак, Шатлик ва Шохпахти конларидан олинган газ конденсатларида ишлатиб кўп мартагина натижаларининг кўрсатишича, газ конденсатларида ишлаганда дизелларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари стандарт дизел ёнилғиларида ишлагандагидан жуда оз фарқ қилар экан. Бунга аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларига уларнинг таркиби ва хоссаларидаги фарқнинг (зичлиги ва қовушқоқлигининг камроқлиги, ҳайдаш температурасининг юқориқлиги, осон қайнайдиган фракциялар микдорининг кўпроқлиги ва ҳоказо) таъсир кўрсатиши сабаб бўлади.

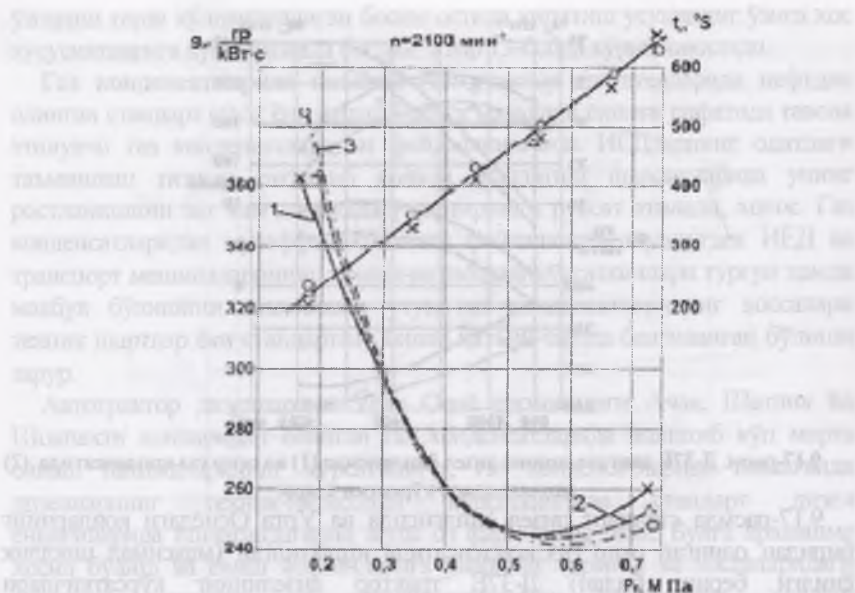
Газ конденсатлари зичлиги ва қовушқоқлигининг 4-9% га камлиги масса бўйича циклик ёнилғи берилишини камайтиради, бунинг оқибатида дизелнинг қуввати 2-8% камаяди. Газ конденсатлари фракцион таркибининг енгилроқлиги ва қовушқоқлигининг камроқлиги ёнилғининг яхшироқ тўзитилишини ва сиқиш камерасининг ҳажми бўйича яхшироқ тақсимланишини таъминлайди, алангаланишнинг кечикиш даврини бирмунча камайтиради ва ёнишни жадаллаштиради, натижада ИЁДнинг ёнилғи тежамкорлиги 1,5-3% ортади ҳамда дизелни ишга тушириш сифатлари яхшиланади. Оғир углеводород фракциялари микдорининг камроқлиги ва сўхта микдорининг анча камлиги тенг юкланишларда туташ даражасини 30% камайтиради, деталларнинг қурум босишини ҳамда форсунка тўзиткичи соплаларининг коксланишини камайтиради.



9.17-расм. Д-37Е двигателининг дизел ёнилғисид (1) ва оғир газ конденсатида (2) ишлагандаги кўрсаткичлари

9.17-расмда стандарт дизел ёнилғисид ва Ўрта Осиёдаги конларнинг биридан олинган оғир газ конденсатида ишлатилган (максимал циклик ёнилғи бериш билан) Д-37Е трактор дизелининг кўрсаткичлари таққосланган (насос дизел ёнилғисига мослаб ростланган). Газ конденсатида ишлаганда масса бўйича циклик ёнилғи бериш миқдорини ёнилғи насоси рейкасининг йўлини дизел ёнилғиси учун ростлашдаги йўлдан 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 дизел кўрсаткичларининг ўзгариши кўрсатилган. Кўриниб турибдики, газ конденсатларида эришилган энг катта юкланишлар (яъни берилган айланиш частотасидаги ИЁД қуввати) стандарт дизел ёнилғисид ишлагандагидан фарқ қилмайди, ёнилғи тежамкорлиги эса, пуракшнинг бирмунча узоқроқ давом этишига қарамадан, яхшироқдир. Бунда ишлатилган газларнинг туташ даражаси камроқ ва уларнинг ҳарорати деярли бир хил бўлган. Ўртача қувват билан



9.18-расм. ЯМЗ-236 двигателининг турли ёнилгиларда ишлагандаги
кўрсаткичлари: 1-дизел ёнилгисиди; 2-Шохпахта газ конденсати;
3 - Ачак газ конденсати

Учкундан ўт олдириладиган автомобил ИЁДларини октан сонлари ўзаро яқин бўлган стандарт бензин ва Ўрта Осиёдаги конлардан олинган газ конденсатларида ишлатиб қийсий 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 қийсланган. Бироқ, шуни назарда тутиш керакки, Ўрта Осиёдаги конлардан олинган газ конденсатлари ўз табиатига кўра юқори бўлмаган детонацияга қарши сифатларга эга, шу сабабли уларни танлаш ва сиқиш даражаси юқори бўлган замонавий ИЁДларда улардан фойдаланиш муайян қийинчиликларга дуч келиши мумкин.

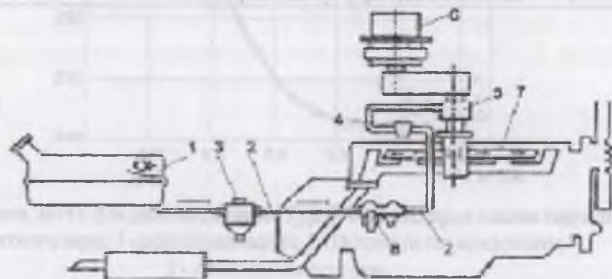
Ёнгилти	Сики- шот дара- жаси	α^*	$N^*_{\text{енгилти}}$ кВт	$g^*_{\text{енгилти}}$ К/кВт соат	α^{**}	$N^{**}_{\text{енгилти}}$ кВт	$g^{**}_{\text{енгилти}}$ К/кВт соат
$N=1200 \text{ мин}^{-1}$ булганда							
Бензин А-66	6,2	0,82	36,8	17080	1,2	31,3	13670
Газконденсати	6,2	0,815	36,3	17370	1,2	30,2	13780
$N=2000 \text{ мин}^{-1}$ булганда							
Бензин А-66	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 юкташш режимиде						
	** - Ёнгилти энг кам сарф буладиган режим						

10 БОБ. ЁНИЛҒИ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ ТИЗИМЛАРИ

10.1 Учқундан ўт олдириладиган, суяқ ёнилғида ишлайдиган ИЁДларнинг таъминлаш тизимлари

10.1.1. Умумий маълумотлар

Ёнгил суяқ ёнилғида ишловчи, учқундан ўт олдириладиган кўпгина ИЁДлар карбюраторли таъминлаш тизими билан жиҳозланади. Бу ИЁДларнинг маълум қисми ёнилғи пуркаладиган таъминлаш тизимига эга. Шу боис асосий эътиборни кўпроқ қўлланилувчи карбюраторли тизимни қўриб чиқишга қаратамиз. Транспорт воситаларининг ИЁДларига хос бўлган тизимнинг энг кўп учрайдиган тузилиши 10.1-расмда кўрсатилган.

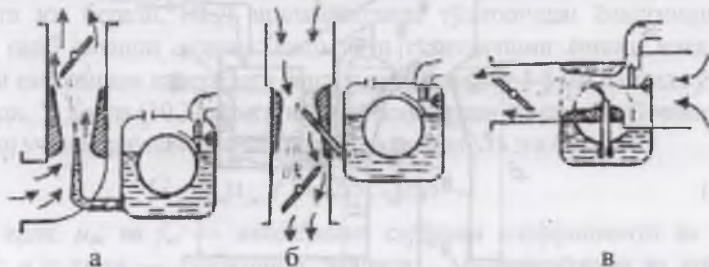


10.1-расм. Карбюраторли ИЁД таъминлаш тизимининг схемаси

Двигателнинг барча иш режимларида керакли таркибдаги ва зарур миқдордаги бир жинсли ёнувчи аралашма тайёрлашга мўлжалланган карбюратор 5 тизимнинг асосий элементидир. Қўриб 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 шароитларида ИЁДни ишончли ҳамда тез ишга тушириш имконини бериши, ИЁД горизонтга нисбатан оғганда, машина кескин шифов олганда ва секнлашганда аралашма ҳосил қилиш хусусиятларини ўзгартирмаслиги зарур. Карбюраторга ёнилғи резервуар 1дан ёнилғи найи 2 бўйлаб филтр 4 орқали, ёнилғи ҳайдаш насоси (бензонасос) ҳосил қилган 15—30 кПа га тенг босим билан келади. Карбюраторга ҳаво эса атмосферадан филтр 6 орқали келади. Карбюраторда ҳосил бўлган ёнилғи-ҳаво аралашмаси ИЁД 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.



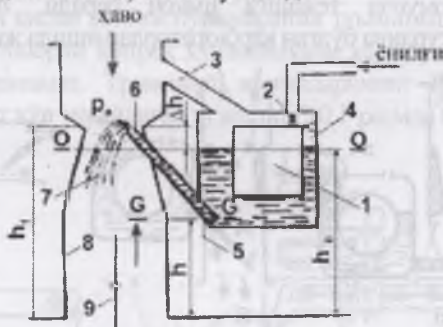
10.2-расм. Ҳаво ҳаракати пастдан юқорига (а), юқоридан пастга (б) ва горизонтал (в) бўлган карбюраторлар

Замонавий карбюраторлар анча мураккаб бўлиб, махсус тузилмаларга эга. Бу тузилмалар турли шароитларда ишлаганда ИЁДнинг 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 оқимига ёнилғи пуркашга мўлжалланган тўзиткич 6 ли ёнилғи жиклёр 5. Жиклёрнинг ўтиш кесими унча ва ундан кейинги босимлар фарқи берилган даражада бўлганда маълум миқдордаги ёнилғи сарфлашга мўлжалланган, шунинг учун у аниқ қилиб калибрланади;

— Вентури учлиги (насадкаси) шаклидаги диффузори 7 ва аралашма ўтадиган патрубogi бўлган аралаштириш камераси 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 берилишини ростлаш учун ҳам мўлжалланган;

— қўзғалмас ўққа шарнирли бириккан ички бўш қалқовичли ва беркитувчи игна 2 ли камера 4. Қалқовичли камера берилган режимда ишлаб жараёнида ёнилғи сатҳини ўзгаришсиз сақлаб, жиклер 5 орқали ёнилғининг бир хилда сарфланишини таъминлайди. Амалда ИЁД катта юкланиш билан ва юқори айланиш частоталарида ишлаганда қалқовичли камерадаги ёнилғи сатҳи ёнилғи кам сарфлангандагидан 6 - 10 мм паст бўлади. Қалқовичли камера тешик орқали атмосфера билан ёки кўпинча карбюраторнинг киритиш патрубогига (10.3-расмдаги канал 5) билан туташади.



10.3-расм. Ҳаво ҳаракати юқоридан пастга бўлган оддий карбюратор

Киритиш патрубогига туташган карбюратор (яъни мувозанатланган карбюратор) афзалроқ ҳисобланади, чунки у, ҳаво филтрининг тузилиш хусусиятлари ва ички қаршилигидан қатъи назар, жиклёр 5 орқали ёнилғининг бир меъёрга сарфланишини таъминлайди. ИЁДдан фойдаланиш жараёнида ҳаво филтрининг ифлосланиши оқибатида унинг ички қаршилиги анчагина ўзгариши мумкин. Бу ҳодиса серчанг шароитда айниқса сезиларли бўлиб, мувозанатланмаган карбюраторда аралашманинг таркиби ўзгаришига (қуюқлашувига) олиб келади;

— ИЁДга берилаётган аралашма миқдорини иш режимига қараб ростлашга мўлжалланган дроссел-заслонка 9. ИЁДнинг юкланишини (яъни буровчи моментини) камайтириш учун дроссел-заслонкани ёпиб аралашма оқими йўлидаги қаршилиқ оширилади, шунда цилиндрларга аралашма бериш камаяди (юкланишни миқдор жиҳатдан ростлаш принципи).

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 кийматдан кўпи билан 20 кПа миқдорда пасаяди. Шу сабабли ҳаво зичлиги ўзгаришининг таъсири одатда ҳисобга

олтинмайди ва ҳаво сарфи сиқилмайдиган суюкликники каби ҳисоблаб топилади:

$$G_x = \mu_o f_o \sqrt{2\rho_x} \sqrt{\Delta p_o} \quad (10.1)$$

бу ерда: μ_o — диффузорнинг сарфлаш коэффициенти;

f_o - диффузорнинг ўтиш кесими;

$\Delta p_o = p_x - p_o$ - ҳаво ўтаётганда диффузорда юзага келувчи сийракланиш;

$\rho_x = \text{const}$ - карбюраторнинг киритиш патрубогидagi ҳавонинг зичлиги.

Ёнилгининг 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 ёнилгининг ўз-ўзидан оқиб чиқиши олдини олиш учун тўзиткичнинг ёнилғи чиқадаган қирраси қалқовичли камерадаги ёнилғи сатҳидан $\Delta h = 4-8$ мм баланд кўтариб қўйилади. У ҳолда (10.3-расмга қаранг) жиклёрдан ёнилғи оқиб чиқишини аниқлаш учун Бернулли тенгламасига асосан ушбуга эга бўламиз:

$$G_{жс} = \mu_{жс} f_{жс} \sqrt{2\rho_x} \sqrt{\Delta p} \quad (10.2)$$

бу ерда: $\mu_{жс}$ ва $f_{жс}$ — жиклёрнинг сарфлаш коэффициенти ва ўтиш кесими; $\rho = \text{const}$ — ёнилгининг зичлиги; Δp — жиклёргача ва кейинги босимлар фарқи.

Оқиб чиқишнинг бошланғич босқичида $\Delta p = \Delta p_o - \Delta h \rho g$ бўлади (бу ерда g — ерга тортилиш тезланиши). $\Delta h \rho g$ катталиқ жиклёрдан ёнилғи оқиб чиқишини камайтирувчи гидростатик босимни ифодалайди. Кўриниб турибдики, Δp_o ана шу босим қийматидан катта бўлгандагина ёнилғи оқиб чиқа бошлар экан. Гидростатик босимнинг жиклёрдан ёнилғи оқиб чиқишига таъсири сийракланишнинг диффузордаги таъсирига нисбатан анча кичик бўлиб, ҳавонинг сарфи жуда кам бўлгандагина намоён бўлади.

Оддий карбюратор орқали таъминланадиган ҳавонинг ортиклик коэффициенти қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\alpha = \frac{G_x}{l_o G_{жс}} = \frac{1}{l_o} \cdot \frac{\mu_o}{\mu_{жс}} \cdot \frac{f_o}{f_{жс}} \sqrt{\frac{\rho_x}{\rho}} \sqrt{\frac{\Delta \delta_o}{\Delta \delta_o - \Delta h \rho g}} \quad (10.3)$$

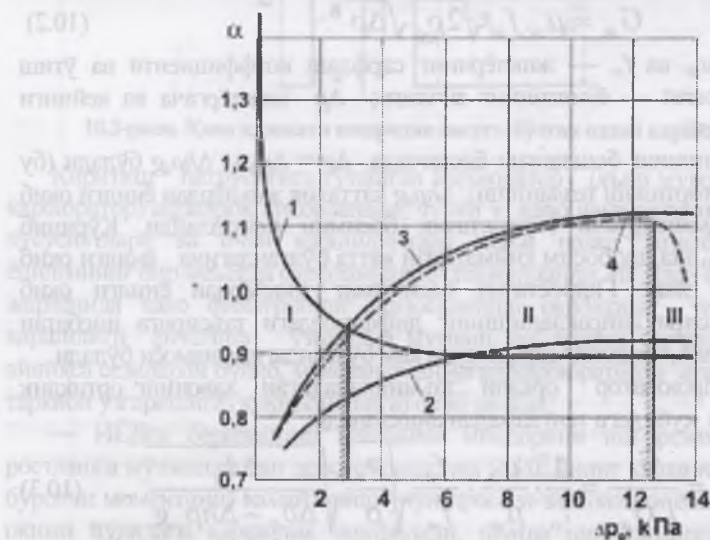
Оддий карбюратор воситасида таъминланадиган ёнилғи таркибининг ҳаво сарфига (ёки диффузордаги сийракланишга) боғлиқ ўзгариш қонуниятини унинг характеристикаси деб аталади. (10.3) формулада $1/l_o, f_o/f_{жс} =$

const ва $\sqrt{\frac{\rho_x}{\rho}}$ жуда кам (замонавий карбюраторларда одатдаги Δp_o

тебраниш доирасида) ўзгаришини ҳамда гидростатик босим жиклёр орқали

ёнилғи сарфига кам таъсир кўрсатишини ҳисобга олган ҳолда с карбюратор характеристикасининг шакли (формаси) асосан μ/μ_k н билан аниқланади, деган хулосага келиш мумкин.

10.4-расмда оддий карбюратор характеристикаси (эгри чизил келтирилган. Мазкур карбюраторда жиктёр ва диффузорнинг ўлчам шундай танланганки, натижада дроссел-заслонка охиригача очилганд нинг энг катта қиймати) суюқлиги қувватли таркибга яқин бўлган арал ҳосил бўлади. Расмда энг юкори қувватта эришиш (чизиқ 2) ва энг ёнилғи тежамкорлигига эришиш (чизиғи 3) шартидан келиб чиққан х ИЁД ни муайян тезлик режимида синаш натижасида олинган синов чизиқлари ҳам келтирилган. ИЁД валининг айланиш частотаси ор билан карбюратор орқали ҳаво сарфи кўпаяди ва аралашма ҳосил бў шароити яхшиланади. Бир жинслироқ ва турбулизацияланган арал ҳосил бўлади. Бунда синов эгри чизиқлари суюқ аралашмалар т силъийди, аммо уларнинг характери тахминан ўшандайлигича қолади.



10.4-расм. Оддий ва идеал карбюратор характеристикалари

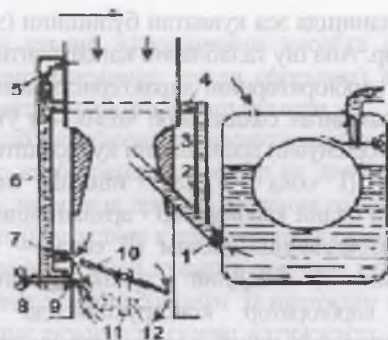
Оддий карбюратор характеристикасини ва синов эгри чизиқла ўзаро тақослаш шуни кўрсатадики, оддий карбюратор ИЁД таълабла кам мос келади, шунинг учун у тегишлича ўзгартирилиши керак. Бу учун эса карбюратор конструкциясига тегишли тузилмалар киритил лозим. Равшанки, кичик ва ўртача юкланишлар соҳасида карбюр

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 4га ўтилишини таъминлаш учун оддий карбюратор ёнувчи аралашмани қуюқлаштирувчи тузилма билан жиҳозланиши керак (I соҳа — салт ишлаш тизими). Ҳаво ўртача сарфланадиган соҳада оддий карбюратор аралашмани суюқлаштирадиган қурилма билан жиҳозланиши лозим (II соҳа — аралашма таркибини компенсациялаш тизими). ИЁДнинг тўлиқ қувват билан ишлашини таъминлаш учун карбюратор конструкциясида махсус тузилмадан фойдаланилади. У тежамкор қилиб ростлашдан қувватли қилиб ростлашга ўтиш эвазига ёнувчи аралашмани қуюқлаштиради (III соҳа — экономайзер).

10.1.3. Салт ишлаш тизими

Тизимнинг схемаси 10.5-расмда келтирилган. ИЁД салт ишлаётганда дроссел-заслонка 10 берк бўлади ва карбюратор диффузори (3) даги сийракланиш кам бўлгани туфайли асосий жиклёр 1 нинг тўзиткичи орқали ёнилги пуркалмайди. Киритиш тактида поршен ҳаракатланганида карбюраторнинг патрубогига, дроссел-заслонкадан пастрокда юқори даражада сийракланиш юзага келади. Ҳаво ушбу сийракланиш натижасида ҳаво жиклёри 5 ва тешик 7 орқали қиради, шунингдек салт ишлаш ёнилги жиклёри 2 орқали ёнилги оқиб чиқади. Ёнилгининг ҳаво билан аралашувидан юзага келган аралашма канал 6 дан ўтиб, тешик 7 соҳасида ҳаво таъсирида суюлади, винт 8 орқали ўтгач, карбюратор патрубогига чиқиб боради. Дроссел-заслонканинг қирраси билан патрубок девори орасидаги тиркишдан қираётган ҳаво зарур таркибли аралашма ҳосил бўлишини таъминлайди. Беркитувчи конусли винт 8 тешик 9 орқали чиқаётган ёнувчи аралашма микдорини ўзгартириш, бинобарин, унинг таркибини ростлаб туриш учун хизмат қилади. Винт бураб чиқарилганда аралашма ўтадиган тешик катталашади, натижада ёнувчи аралашма қуюқлашади. Тешик 7дан салт ишлаш режимдан кичик юкланишлар режимига ўтилганда аралашманинг таркибини ўзгартириш учун фойдаланилади.



10.5-рasm. Карбюратор салт ишлаш тизими

Дроссел-заслонка бироз очилганда ИЁДга келадиган ҳаво микдор тағйирланади. Бунда тешик 7 юқори сийракланиш соҳасига тушиб қолади, бундан эвазига карбюратор патрубогига ҳаво билан эришмиш аралашувчи ёнилғи-холоқ эмульсиясининг микдори кўпаяди ва аралашма керакли даражада қуюқлашади. Пунктир чизик билан кўрсатилган винт 12 салт ишлаш режимда дроссел-заслонканинг энг кўп ёпилишини чеклаб туради. Винт бураб киргизиш орқали дроссел-заслонка қирраси билан патрубок девори ўртасидаги тирқиш катталаштирилади. Шунда ИЁДга кираётган ёнилғи аралашма микдори кўпаяди, бу эса салт ишлаганда айланиш частотасини оширишига сабаб бўлади.

10.1.4. Аралашма таркибини компенсациялаш тизими

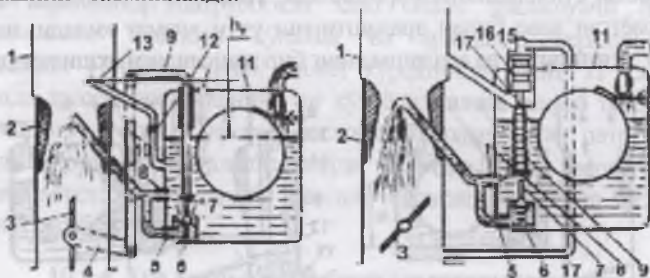
Ҳозирги вақтда карбюраторларда қўлланилаётган асосий дозаловчи тизимлар аралашма таркибини компенсациялаш тузилмалари билан жиҳозланади. Мазкур тузилмаларнинг иши ёнилғи жиклеридаги диффузордаги сийракланишларни, ёнилғи жиклёрининг ўтиш кесими ўзгартиришга асосланган.

Ёнилғи жиклеридаги сийракланишни ўзгартириш асосида ишлайдиган тизим энг содда бўлгани, ишончли ишлагани ва ёнилғининг ҳавода яхши тўзтилишини таъминлагани учун энг кенг тарқалган. Бундай тизимлар ЗиЛ-130 автомобили ва унинг модификацияларидаги К-88А карбюраторлари, Урал-375 автомобили ва унинг модификацияларидаги К-88Б карбюраторларида, ГАЗ-53 автомобили ва унинг модификацияларидаги К-12 карбюраторларида, шунингдек Россияда ишлаб чиқарилган қатор бошқа карбюраторларда қўлланилади. Ушбу тизимнинг принципаи схемаси 10.6-рasm, а да кўрсатилган. Тўзаткич 2 ли асосий жиклёр 1 нинг дозаловчи тизимига қўшимча равишда ҳаво жиклери 4 ли ва найча 5

10.6-расм, б да келтирилган тизим кўриб чиқилган тизимдан салт ишлаш тизими билан биргаликда ишланганлиги сабабли фарк қилади. Ҳаво сарфи кам бўлганда асосан салт ишлаш тизими ишлайди ва у аралашманинг керагича қуюқлашувини таъминлайди (10.6-расм, б даги характеристикага қаранг). Диффузордаги сийракланиш ортиб бориши билан тешиқлар 8, 10, 12 орқали компенсацияловчи қудуқча 3 га ҳаво кира бошлайди ва у жиклёр 1 дан оқиб чиқаётган ёнилғига аралашади. Бу ҳол ёнилғининг тузителиш сифатини яхшилайти ва зарур хусусиятли (эгри чизик б) аралашма ҳосил бўлгунга қадар уни қўшимча равишда суюлтиради.

10.1.5. Экономайзер

Экономайзерлар қўлланилганда карбюраторнинг асосий дозаловчи тизимини суёқ аралашмаларга мослаб ростлашга имкон туғилади, бу эса кўпгина иш режимларида ИЁДнинг ёнилғини юқори даражада тежаб сарфлашини таъминлайди.



10.7-расм. Экономайзер:

а-механик юритмали ва эконостати, б-пневматик

Бирок ИЁДли транспорт воситалари ишлаётганида кўпинча дроссел-заслонка тўлиқ очиклигидагина эмас, балки қисман очиклигида ҳам қуюқ аралашмалардан фойдаланишга эҳтиёж туғилади. Масалан, ИЁД нинг шиғов олишини ёки яхши қабулчанликни таъминлаш зарур бўлганда ана шундай эҳтиёж пайдо бўлади. Шу сабабли 10.7-расмда тасвирланган экономайзерлар икки турнинг 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 дроссел-заслонка қисман очик бўлганда, жиклёр 5 дан ёнилғи келмайди, чунки клапан 7 ёпиқ бўлади. Фақат компенсацияловчи қурилмали асосий

дозаловчи тизим (расмда кўрсатилмаган) ишлайди. Дроссел-заслонка 80—90% очилганда унга механик тарзда боғланган шток 9 клапан 7 ни босади ва жиклер 5дан ёнилғи ўтиш йўлини очади, натижада аралашма қуюқлашади. Пневматик юритматли тузилмадаги (10.7-расм, б) экономайзер жиклери 5 канал 17 даги сийракланиш поршен 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, дроссел-заслонканинг очилиш даражаси билан эмас, балки карбюратор патрубогидаги сийракланиш даражаси билан белгиланади. Дроссел-заслонканинг очилиш даражаси ўзгармас бўлганда айланиш частотаси қанча паст бўлса, сийракланиш ҳам шунча кам бўлади. Бинобарин, пружина 14 нинг берилган таранглигида тезлик режими қанча паст бўлса, дроссел-заслонканинг шунчалик кичик очилиш даражасида экономайзер ишга тушади. Механик юритматли экономайзерлар кўпинча енгил автомобилларда, пневматик юритматилари эса юк автомобилларида қўлланилади.

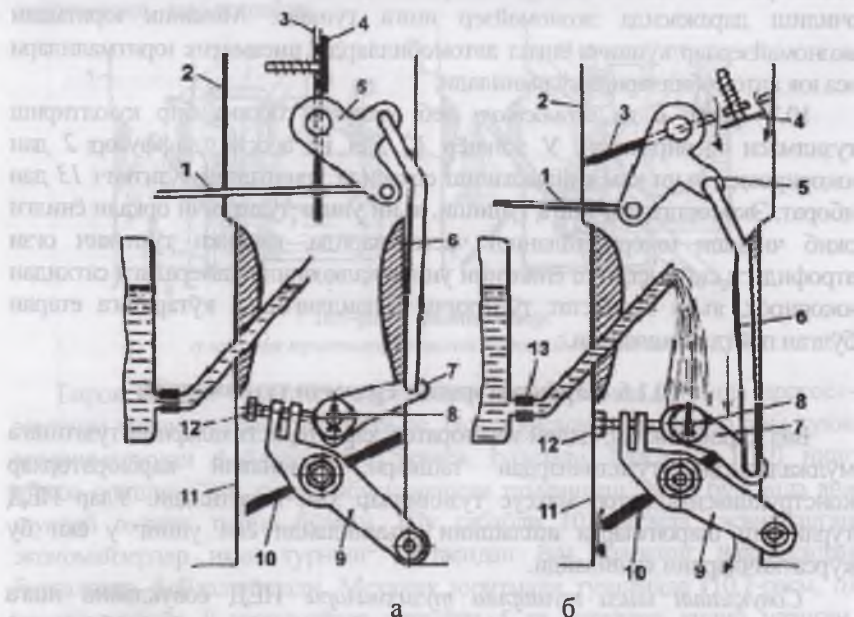
10.7- расм, а да *эконостат* деб аталувчи бошқа бир қуюлтириш тузилмаси тасвирланган. У жиклёр 12 дан ва асосий диффузор 2 дан юқорирокқа, яъни кам сийракланиш соҳасида ўрнатилган тўзиткич 13 дан иборат. Эконостатнинг ишга тушиши, яъни унинг тўзиткичи орқали ёнилғи оқиб чиқиши юқори айланиш частоталарида, қачонки тўзиткич оғзи атрофидаги сийракланиш ёнилғини унинг қалқовичли камерадаги сатҳидан юқорирок, 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 ИЁД турли иш шароитларда ишлашини таъминлайди ёки унинг у ёки бу кўрсаткичларини яхшилайдди.

Совуқлайин ишга тушириш тузилмалари. ИЁД 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 ИЁДни совуқлайин ишга тушириш мумкин бўлмай қолади.

ИЁД нинг совуқлайин ишончли равишда ишга тушишини таъминлаш учун карбюратор махсус тузилма билан жихозланади. Бу тузилма аралашманинг бугсимон 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 очик бўлади ва карбюраторнинг ишига деярли таъсир қилмайди. ИЁДни совуқлайин ишга туширишда заслонка асбоблар ўрнатилган бошқариш шчитидидаги қўл тугмаси ёрдамида беркитилади. Шунда ҳаво заслонкаси билан механик тарзда боғланган дроссел-заслонка 10 бироз очилади. ИЁДнинг тирсақли вали стартердан айланма ҳаракат олганда диффузор 6 да кучли сийракланиш юзага келиши натижасида асосий жиклёр 13 нинг тўзиткичи орқали ёнилғи оқиб чиқади. ИЁД ишга тушгандан сўнг ёнувчи аралашма сарфи ортиши керак, бунинг учун ҳайдовчи тугмани босиб ҳаво заслонкасини бироз очади.



10.8-расм. Ҳаво заслонкали ишга тушириш қўрилмаси

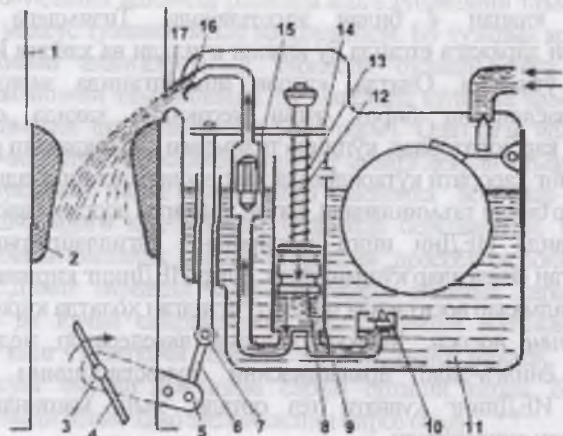
Бу иш муайян малакани талаб қилади, чунки аралашманинг ўта қуюқлашиши ёки ўта суюқлашиши ИЁДнинг тўхтаб қолишига сабаб бўлади. Аралашма берилишини бошқаришни энгиллаштириш ва унинг ўта қуюқлашувининг олдини олиш мақсадида ҳаво заслонкаси пружинали

автоматик клапан 4 билан жиҳозланади. Тизимдаги сийракланиш белгиланган даражага етганда бу клапан очилади ва ҳавони ИЁДга керакли микдорда ўтказди. Одатда, клапан ишлаётганида зириллаган товуш чиқариб заслонкани бироз очиш кераклиги ҳақида огоҳлантиради. Замонавий карбюраторлар, кўпинча тизимдаги сийракланиш ортиб кетганда ёки ИЁДнинг ҳарорати кўтарилганда ҳаво заслонкасини очадиган автоматик қурилмалар билан таъминланади. Баъзи ҳолларда асосан, ҳавонинг ҳарорати паст бўлганда ИЁДни ишга туширишни енгиллаштириш учун оson бўлганадиган ёнилғилар қўлланилади. Улар ИЁДнинг киритиш патрубогига махсус тузилмалар воситасида майда тўзитилган ҳолатда киритилади.

Тезлатиш насоси. Мазкур тузилма акселератор педалини кескин босганда ёнилғи-ҳаво аралашмасини қуюқлашишини таъминлайди. Натижада ИЁДнинг қуввати тез ортади, яъни машинанинг динамик хусусиятлари яхшиланади.

Одатда, дроссел-заслонка кескин очилганда (ИЁДнинг шиғов олиши) цилиндрларга энг аввал зичлиги ёнилғи бўғлариникига нисбатан камроқ ва инерцияси кичикроқ бўлган ҳаво киради. Натижада аралашма кескин суюқлашиб ИЁД қувватининг ортишига тўсқинлик қилади. Шу сабабли карбюратор конструкциясига механик насос киритилади. У акселератор педали кескин босилганда ҳавога маълум микдорда ёнилғи пуркайди. Агар насос поршенининг штогини бевосита дроссел-заслонканинг ўқиға бириктириб қўйилса, у ҳолда ёнилғи ҳаддан ташқари жадал пуркаладиган бўлади ва аралашма керагидан ортик қуюқлашиши мумкин. Шунинг учун насос поршени юритмасида ҳаво оқимиға ёнилғининг пуркалиш суръатини пасайтирадиган амортизацияловчи пружина кўзда тутилади.

Тезлатиш насосининг схемаси 10.9-расмда кўрсатилган. Карбюратор ишлаётган пайтда поршен 8 цилиндр 9 ичида оралик ҳолатни эгаллайди. Унинг бу ҳолати дроссел-заслонка 4 нинг очилиш даражасига боғлиқ бўлади. Поршеннинг ушбу ҳолатида қалқовичли камерадан киритиш клапани 10 орқали цилиндрға ёнилғи кириб уни тўлдиради. Дроссел-заслонканинг ўқи билан механик тарзда боғланган акселератор педали кескин босилганда шарча ёки диск шаклидаги клапан 10 поршеннинг насос тарзида ишлаши туфайли юзаға келган ёнилғи оқимининг босими таъсирида кескин кўтарилиб, қалқовичли камераға ёнилғи чиқадиган йўлни беркитиб қўяди.

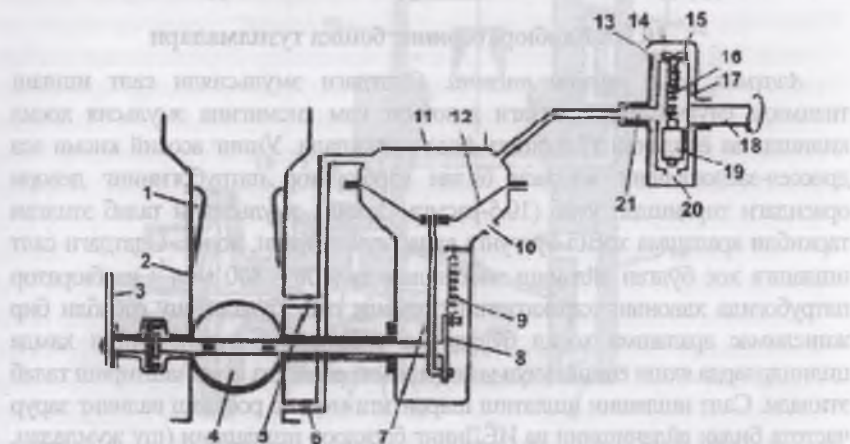


10.9-расм. Механик юритмали насос тезлаткич

Игнасимон чиқариш клапани 15 уясидан кўтарилади ва жиклёр орқали диффузор 2 га ёнилғи ўтиши учун йўл очади. Пружина 13 на импульсини амортизациялаб уни 1—2 с га чўзади. ИЁД юклани одатдагича ростланганида акселератор педали аста-секин босилса, клапан сал-пал кўтарилади ва пастки тешикни очиб ёнилғини қалковичли камерга ўтказиб юборади. Муайян массага эга бўлган клапан 15 уяси қўзғалмайди, шу сабабли жиклёр 16 орқали ёнилғи оқиб ўтмайди. Со вақтда двигателнинг шигов олишини таъминлаш учун кўп микдорда ёнилғи пурқалиши талаб этилади, шу боисдан серия 6 рычаг 5 нинг ўқ 3 дан узокда жойлашган тешигига олиб қўйилади (10.9-расмга қаранг). Дросел заслонка 4 деярли охиригача очик бўлганда (ИЁДнинг катта юкланиш биригиши) поршень 8 цилиндр 9 тубига тегиб туради ва заслонка янада қамал очилганда траверса 14 пружина 13 ни сикади, холос, бунда поршень сурилмайди ва ёнилғи ҳайдалмайди.

Айланиш частотасини чеклагич. ИЁД ишлаётганида турли сабаблар кўра тирсакли валнинг айланиш частотаси техник характеристикада қўйилган максимал қийматдан ортиб кетиши мумкин. Бунда механизмлар тез кўпайиб боради, механизмларнинг ишлаш шароити ва жараёнининг ростланиши бузилади, деталларнинг мойланиши ёмонлашади, айланиш кучаяди ва ИЁД тежамсиз ишлай бошлайди. Залворли ва оқим қўзғалувчан деталларга эга бўлган катта қувватли ИЁДларда валнинг айланиш частотаси ортиши натижасида инерция кучлари тез катталашади, шу кучлар келтириб чиқарадиган механик зуриқишлар ортади. Бу йўл қўймаслик учун ИЁДлар (асосан, юк автомобиллариники) максимал

айланиш частотасини чеклагичлар билан жиҳозланади. Айланиш частотаси кўзда тутилган чекли қийматдан ортиб кетганида бу чеклагичлар карбюраторнинг дроссел-заслонкасини берkitиб қўяди. Частота чеклагичлар ё карбюраторнинг ўзига ўрнатилади, ё бўлмаса у билан ўзаро боғланган алоҳида тузилма тарзида ишланади.



10.10-расм. Айланиш частотасини марказдан қочма вакуумли чеклагич

ЗИЛ-130 ва ГАЗ-53 двигателларида қўлланилувчи марказдан қочма-вакуумли чеклагичнинг схемаси 10.10-расмда келтирилган. Чеклагичнинг қўзғалмас *A* корпусида вакуумли камера 11 бўлиб, бу камера тешиклар 5 ва 6 орқали карбюраторнинг аралаштириш камераси 2 га, шунингдек марказдан қочма датчик *B* га туташган. Датчикнинг ротори 17ни ИЁД вали 18 айлантиради. Роторнинг айланиш ўқиға ростлаш винти 15 ли пружина 16 воситасида марказдан қочма юкча 19 маҳкамланган. ИЁД одатдагича ишлайётганда, яъни валнинг айланиш частотаси рухсат этилган энг юқори қийматдан ортиқ бўлмаганда роторнинг корпуси 17 датчик *B* корпуси 14 билан тешик 20 орқали туташади, шу тешикдан тешик 13 орқали вакуумли камерага атмосфера хавоси киради. Бунда диафрагма 12 пружина 9 нинг кучи таъсирида ва тортиқ 7 воситасида пастпа тортилиб туради, бу ҳол дроссел-заслонка 4 ни акселератор педалидан ричаг 3 ёрдамида бошқаришга имкон беради.

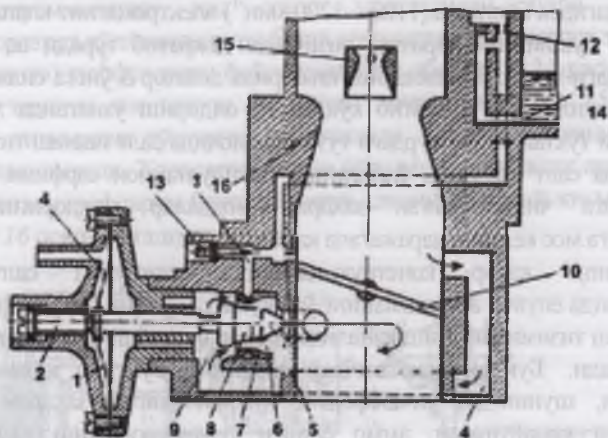
Айланиш частотаси энг юқори қийматга етганда марказдан қочма юкча 19 пружина 16 нинг қаршилигини енгитиб, тешик 20 ни берkitади ва ротор 17 бўшлигини атмосферадан ажратиб қўяди. Шунда камера 11 даги сийракланиш ортади, диафрагма 12 нинг иккала томонидаги босимлар

фарки уни юкорига букиб қўяди, натижада дроссел-заслонка 4 ёпилади эса ИЁД цилиндрларига ёнувчи аралашма узатилишининг кескамамайишига, бинобарин, айланиш частотасининг камайишига олиб келди. Винт 15 ёрдамида пружина 16 нинг таранглиги ростланади ва ИЁД валининг зарур рухсат этилган чекли айланиш частотаси ўрнатилади.

10.1.7. Карбюраторнинг бошқа тузилмалари

Алоҳида салт ишлаш тизими. Одатдаги эмульсияли салт ишлаш тизимида ёнувчи аралашмадаги ҳавонинг кам қисмигина эмульсия ҳолатида қилиниши ва ёнилғини тўзатишида фаол қатнашади. Унинг асосий қисми дроссел-заслонканинг кирраси билан карбюратор патрубогининг деворасидаги тиркишдан ўтиб (10.5-расмга қаранг), эмульсияни талаб этилган таркибли аралашма ҳосил бўлгунга қадар суялтиради, холос. Одатдаги ишлашга хос бўлган айланиш частоталарида (600 - 800 мин⁻¹) карбюратор патрубогиди ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги паст бўлади, шу сабабли жинслимас аралашма ҳосил бўлади ва у самарали алангаланиши ҳақида цилиндрларда яхши ёниши учун уни қўшимча равишда қуюқлаштириш таъмин этилади. Салт ишлашни ишлатиш шароитига мослаб ростлаш валининг эҳтиёт частота билан айланишини ва ИЁДнинг барқарор ишлашини (шу жумладан дроссел-заслонканинг вазияти кескин ўзгарганида ҳам) таъминлаш учун қўйилган. Натижада ёнувчи аралашма одатда ҳаддан зиёд қуюқлашади, карбюраторни қайта ростлаш давригача унинг таркиби анча ўзгаради. Оқибатда ёнилғи ортқича сарфланади, атмосферага захарли моддалар чиқариб қўпаяди, шунингдек ИЁДни ишлатиш давомида ана шу кўрсаткичларнинг барқарормаслиги ортади. Ҳозирги вақтда автомобилларда тобора кўлланилаётган алоҳида салт ишлаш тизимларида аралашма ҳосил қилиш кетадиган ҳавонинг деярли ҳаммаси ёнилғини тўзатиш ва таркиби қисмларини аралаштириш учун ишлатилади. Бу билан аралашманинг сифати яхшиланади. Бундан ташқари, бу турдаги қатор тузилмаларда салт ишлаш эксплуатацион ростлаш пайтида аралашманинг таркиби ўзгармайди. 10.1-расмда мисол тариқасида Россияда ишлаб чиқарилган «Озон» карбюраторларида қўлланилувчи «Каскад» номли алоҳида салт ишлаш тизими келтирилган. ИЁД салт ишлаётганда дроссел-заслонка 10 бутун бўлиб бериб бўлади ва тизимга ҳаво дроссел ортидаги бўшлиқдан канал 4 орқали ўтади. Одатдаги карбюраторлардагидек, ёнилғи жиклери 11 ва ҳаво жиклери 12 воситасида тайёрланган ёнилғи-ҳаво аралашмаси ҳаво билан аралаштириш жойига канал 3 бўйлаб, аралашма сифатини ростлаш винти 13 ёнидан ўтказилади. Втулка 7 билан дозатор 8 танаси орасидаги, шунингдек конуссимон дозатор билан дозаторнинг беркитувчи қисми 5 ўртасидаги тор айлана каналлари

аралашманинг ҳаракатланиш тезлиги кескин ортиб, унинг турбулизацияси ва аралашishi учун шароит яратилади. Ҳосил бўлган аралашма девордаги тешик орқали карбюратор патрубогига кириб, қўшимча равишда буралма ҳаракат олади.



10.11-расм. “Озон” карбюраторининг “Каскад” селт ишлаш тизими

ИЁДнинг селт иш режимида энг юксак самарадорлик билан ишлашини таъминлаш учун дозатор 8 нинг каллаги ва конуси яхшилаб профилланади. ИЁДни 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 захарли моддаларни текшириш асбобларидан (анализаторлардан) фойдаланилади. Шундан сўнг винт 13 плombaлаб қўйилади. Мазкур тузилма двигател селт ишлаётганида ёнилғи сарфини ва атмосферага чиқарилаётган захарли моддалар миқдорини камайтириш имконини беради.

Мажбурий селт ишлаш экономайзери. Ушбу тузилма айланиш частотаси одатдаги селт ишлашга хос бўлган қийматдан анча ортиқ бўлганда машинани двигател билан секинлатиш учун фойдаланиладиган мажбурий селт 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

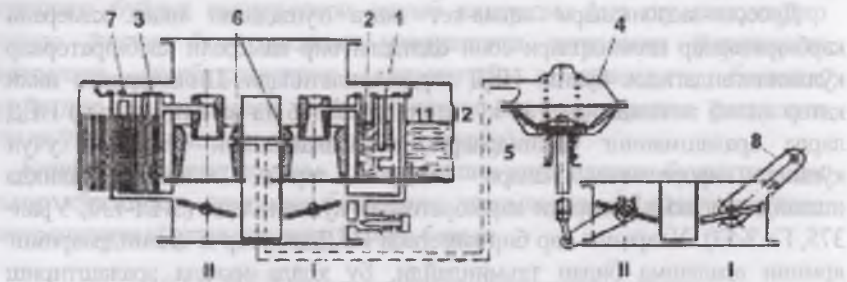
электромагнит клапан ёрдамида ростланади. Одатдаги салт ишлашда (n мин⁻¹) камеранинг чап бўшлиғи сийракланиш мавжуд бўлган кир коллекторига туташади ва дозатор 8 чап ҳолатда бўлиб, ИЁДга аралаштирилиши таъминлайди. Салт ишлашда айланиш частотаси тутилгандагидек бўлганда ($1100—1200$ мин⁻¹) электромагнит клапан камеранинг чап бўшлиғини киритиш тизимидан ажратиб туради ва унинг бўшлиғидаги кичик сийракланиш таъсирида дозатор 8 ўнгга силжиб, ИЁДга ёнилғи узатилишини тўхтатиб қўяди. Ўт олдириш узилганда ҳам ёнилғи узатилиши тўхтайди. Бу турдаги тузилма алоҳида салт ишлаш тизими билан биргаликда салт ишлашда ёнилғининг эксплуатацион сарфини 5 - 7% атмосферага чиқариладиган захарли моддалар миқдорини стандарт талабларига мос келувчи даражагача камайтиради.

ИЁДнинг қатор конструкцияларида мажбурий салт ишлаш режимларида ёнувчи аралашманинг ўта қуюқлашувини бартараф этиш таъминлаш тизими киритиш каналидаги сийракланишни чеклагичлар билан таъминланади. Бундай чеклагичлар мойнинг сўхтага айланиб ишлаш бўлишини, шунингдек атмосферага чиқариладиган захарли моддалар миқдорини камайтиради, аммо ёнилғи тежамкорлигини яхшиламайди. Шунингдек, дроссел-заслонканинг ёпилишини секинлатувчи тузилма ҳам қўлланилади. Улар акселератор педалини кескин бўшатганда ишлаш бу зса аралашманинг ўта қуюқлашувини бартараф этилиши ҳисобига ёнилғи маҳсуллари чиқаришни камайтиради.

Тўзаткич яқинида ҳавонинг ҳаракатланиш тезлигини ошириш тузилмалар. Ёнилғининг тўзитилиш сифатини ошириб янада бир жараёни аралашма ҳосил бўлишини, бинобарин, унинг ИЁД цилиндрда тақсимланишини яхшилаш учун замонавий карбюраторларда ёнилғини билан аралаштириш ва тўзаткичнинг чиқиш тешиги яқинида окимининг ҳаракатланиш тезлигини ошириш усули кенг қўлланилади.

Биринчи усул салт ишлаш ва аралашма таркибини компенсация тизимларини тавсифлашда эслатиб ўтилган эди. Айтиб ўтилганидек, тезлигини ошириш учун карбюраторларда гидродинамик қаршилигини тезлигининг квадратага мутаносиб бўлган диффузорлар қўлланилади.

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 усулларида бири замонавий карбюраторларда қўлланиладиган битта аралаштириш камерасида бир нечта (одатда иккита) диффузордан фойдаланишдан иборат (10.11-расмга қarang). Ҳавонинг тезлиги энг юқори бўладиган кичик диффузор 15 га асосий дозаловчи тизимнинг тўзиткичи киритилади. Ундан ёнилғини парчалаш учун фойдаланилади. Ҳаракатланишига бўладиган қаршилик аралаштириш камерасидаги исрофларни белгилайдиган ҳавонинг асосий қисми эса катта диффузор 16 орқали ўтади.



10.12-расм. Камерали кетма-кет уланадиган икки камерали карбюратор

Бу ерда ҳаво оқимининг тезлиги кичик диффузордагидан анча паст бўлади. Шундай қилиб, бир диффузорли тузилмага нисбатан бу тузилмада ёнилғининг тўзитилиш сифатини, ёки тўлдириш коэффициентини, ёхуд уни ҳам, буни ҳам ошириш мумкин.

ИЁДларда 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 тизими 1 га ва асосий дозаловчи тизим 2 га эга бўлган бирламчи камера I дан ҳаво сарфи кичик ва ўртача бўлганда фойдаланилади. Ҳавонинг тезлиги ортганда хусусий асосий дозаловчи тизим 3 га эга бўлган иккинчи камера II ишлатилади. Ушунга

бошлайди. Пневматик юритма қўлланилганда иккиламчи камеранинг тушиш пайти ИЁД орқали ҳаво сарфигагина боғлиқ бўлади ва паст айи частоталарида бирламчи камера заслонкасининг каттарок очилишига юқорирок айланиш частоталарида — кичикроқ очилишига мос к. Ҳавонинг худди мана шу тезлиги диффузордаги газодинамик исроф. бинобарин, ИЁДни янги заряд билан тўлдириш даражасининг камайи белгиллагани учун иккиламчи камера заслонкасининг пневматик тарзда тушиши афзалроқдир. Иккиламчи камера ишга тушганда карбюратор о ҳаво сарфи кўпаяди, шу сабабли аралашманинг суюқлашишини в туфайли содир бўладиган ИЁД ишидаги «бузилишларни» бартараф мақсадида аралашмани мана шу даврда қуюқлаштириб берадиган кў тизим 7 киритилади.

Дроссел-заслонкалари кетма-кет ишга тушадиган икки кам карбюраторлар цилиндрлари сони одатдаги бир камерали карбюратор қўлланилгандагидек бўлган ИЁД ларда ишлатилади. Цилиндрлари қатор қилиб жойлаштирилган кўп цилиндрли (6 та ва бундан кўп) ларда аралашманинг цилиндрларга тақсимланишини яхшилаш кўпинча дроссел-заслонкалари синхрон тарзда, яъни бирга ишлайдиган икки камерали карбюраторлар қўлланилади (ЗИЛ-130, 375, ГАЗ-53). Уларнинг ҳар бир камераси ИЁДдаги барча цилиндрла ярмини аралашма билан таъминлайди. Бу ҳолда иккала аралашт камераси қалқовичли камераси, экономайзери ва тезлатиш насоси ум бўлган иккита бир камерали карбюратор каби ишлайди. Икки бўли (секцияли) карбюраторнинг ҳар қайси бўлинмаси дроссел-заслонк кетма-кет очилувчи икки камерали конструкцияга эга бўлиши мумкин

10.1.8. Карбюраторни электрон бошқариш

Карбюраторли ИЁДларда ёнилғи узатиш хусусиятларини яхш мақсадида электроникадан фойдаланиш самарадорлиги мажбурий ишлаш тузилмалари кўриб чиқилганда қисман айтиб ўтилган эди. Эле тузилмаларнинг имкониятлари шу билан тугамайди, албатта. С конструкциядаги таъминлаш тизимларида электроникани кў карбюраторнинг тезкорлигини ошириш, яъни ёнилғи дозаланиш ўзгариш қонуниятларини ИЁД иш режимининг ўзгаришларига яхш мослаштириш, ишга тушириш ва қиздириш, шунингдек ўтиш жараё салт ишлаш ҳамда кичик юкланишларда унинг характеристикала

қолишга имконият яратилади. Мураккаб конструкцияли ва иш жараёнида ёйиладиган механик тузилмаларни ихчам электрон тузилмалар билан алмаштириш карбюратор нархини арзонлаштиришга, унинг ишончли ва барқарор ишлашини оширишга имкон беради.

Қайтар алокали таъминлаш тизимларидан фойдаланиш аралашманинг таркибини қатъий назорат қилиб бориш имконини, бу тизимлардан 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 захарли моддалар миқдорини кескин камайтириш имконини беради. Ушбу ҳолда бошқарув электрон блоки ИЁДнинг 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 игнали ўтиш кесимига таъсир кўрсатиш орқали).

Ёнилғи аппаратларига ҳам, ўт олдиришни илгарилатиш бурчагига ҳам таъсир кўрсатувчи комплекс бошқариш тизимларидан фойдаланилганда электроникани қўллаш энг катта самара беради.

10.1.9. ИЁД ни ишлатиш шароитининг ёнилғи тизими ишига таъсири

Ёнилғи тизими ИЁДнинг 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, ИЁДда аралашманинг туғри ҳосил бўлиши ёнилғи билан таъминлаш тизимининг иши билангина эмас, балки унга чамбарчас боғлиқ бўлган ҳавонинг узатилиши билан ҳам таъминланади. Шу боис зичловчи қистирмаларни алмаштиришда ёки ёнилғи тизимини қисмларга ажратишда шунини назарда тутиш лозимки, қистирмаларнинг четлари чиқиб қолиши ёки зичлигининг

ёмонлаштириши мумкин. Тузатиш ишларини бажараётганда, катта тарзиди тизими тўлдиришнинг керакли хусусиятларини олишга мослаб газодар тарзда созлаб қўйилганини, шу сабабли унинг таркибий қисмлар (тозалагич, карбюратор, ҳаво патрубоклари ёки шланглари)ни алмаштира ана шу созланишнинг ўзгаришига ва ИЁД кўрсаткичлари, энг кучватининг ўзгаришига олиб келишини ёдда тутиш зарур. Ўрта режими учун хос бўлган серчанг шароитда, айниқса, машиналар ҳаракатланганда, абразив зарралар карбюратор юритмаси элемент ўтириб деталларнинг ейилишини тезлаштиради ва узеллар таркишларни катталаштиради, натижада ИЁДни бошқариш бузилади. Ёнилғига уни қўйиш ва ИЁД ишлаётган пайтда ёнилғи бакларининг бўғзи орқали атмосфера ҳавоси билан бирга киради. Ёнилғига каттиқ абразив зарралар филтрлар тешикларини беркитиб жиклёрлар ва экономайзернинг қўзғалувчан қисмлари, тезлатиш насос калковичли камеранинг абразив ейилишига, беркитувчи элемент герметиклигининг бузилишига олиб келади.

Ёнилғи филтрларининг қаршилиги ортиши ёнилғи узатиш бузади, бу энг аввало таъминлаш тизимида ёнилғи сарфининг орта намоён бўлади. Қалқовичли камерадаги беркитувчи игнанинг қўйқолиши ёнилғи сатҳининг кўтарилишига, аралашманин қуюқлашувига, ИЁДнинг салт ишлаши барқарор бўлмаслигига бўлади. Ёнилғи жиклёрларининг ейилиши ва ифлосланиши ар таркибининг бузилишига олиб боради, натижада ИЁДнинг кўрсатки ёмонлашади. Тезлатиш насоси деталларининг ейилиши ва клапанлар зич ёпилмаслиги ИЁД қабулчанлигининг ва ўтиш режимлари кўрсаткичларининг ёмонлашувида намоён бўлади. Ёнилғи клапанларининг герметиклиги йўқолиши ҳайдаш босимини пасайти ҳарорат кўтарилганда ёки енгилроқ ёнилғиларда (масала конденсатларида) ишлаганда тизимда буг тикинлари пайдо бўлиши т ёнилғи узатилишининг бузилишига сабаб бўлиши мумкин. Алмаштириладиган элементли ҳаво тозалагич билан жиҳозланган д серчанг шароитда ишлаганда атмосфера чанги филтр тешик беркитиб қўяди, натижада тўлдириш коэффициенти ва ИЁД на камаяди, шунингдек хатто конструкцияси мувозанатланган карбюрот ҳам аралашма таркиби ўзгаради.

Ўрта Осиё учун хос бўлган атроф-муҳитнинг юқори ҳар карбюраторда ёнилғининг бўғланишини жаладлаштиради.

кириштириш тизимида суёқ парда ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлган яхшиланишлар камаяди, бу эса аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланишини таъминлайди. Айни пайтда, карбюраторда смола қатламлари ҳосил бўлиши тезлашади. Шу туфайли жиклёрлар ўтиш кесимининг кичиклашуви эса ИЁД қувватининг камайишига олиб келади. Экономайзер клапанида ва унинг уясида смола қатламлари ҳосил бўлиши клапан герметиклигининг йўқолишига ва шу туфайли ёнилғининг ортикча сарфланишига сабаб бўлиши мумкин.

Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши дроссел-заслонканинг берилган вазиятида карбюратор орқали ҳаво сарфини масса бўйича камайтиради, жиклёрлардан ёнилғи оқиб ўтиш шароитини анча ўзгартиради. Агар бунда (10.2) тенгламадан келиб чиқадиган бўлсак, куйидагиларни таъкидлаш мумкин:

- ёнилғининг ҳарорати кўтарилганда унинг қовушқоқлиги камаяди, бунинг оқибатида жиклёр орқали ёнилғи сарфи коэффициентлари катталашади;

- суёқликнинг иссиқликдан кенгайиши туфайли унинг зичлиги пасаяди;

- босимлар фарқи ҳам доимийлигича қолмайди. Босимнинг ўзгариш қонуниятлари карбюратор конструкциясининг хусусиятларига боғлиқ.

Буларнинг ҳаммаси шунга олиб келадикки, 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 ИЁД 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 кириштириш тизимида аралашма ҳосил бўлишига қулай шароит юзага келади. Аммо бунда газнинг зичлиги камайиши туфайли диффузор орқали ҳаво сарфи масса бўйича камаяди, бу ҳол ёнғичи 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 максалга мувофиқлаш. Шундай қилиб, унинг қўзғатиладиган

бўлиши мумкин. Бу камчиликни йўқотиш учун узок вақт тоғлар фойдаланиладиган ИЁД карбюраторлари, кўпинча, баланс корректорлари деб аталувчи махсус тузилмалар билан жиҳозланади. тузилмалар автоматик тарзда ёки қўлда бошқарилади ва улар аралашманинг кўзда тутилган қийматларигача суюклаштиришга ёрдам беради. Мазкур тузилмаларнинг иши аралашмани суюклаштириш ва бизга маълум усуллари: қўшимча ҳаво киритиш орқали диффузордаги сийракланишга камайтиришга ва қалқовичли камерадаги босимни ўзгартиришга ёрдам беради. Ёрдамчи қути билан боғланган игна ёрдамида ёнилғи жиклёрининг ўтқир кесимини кичрайтиришга асосланган.

10.1.10. Енгил ёнилғи пуркаш

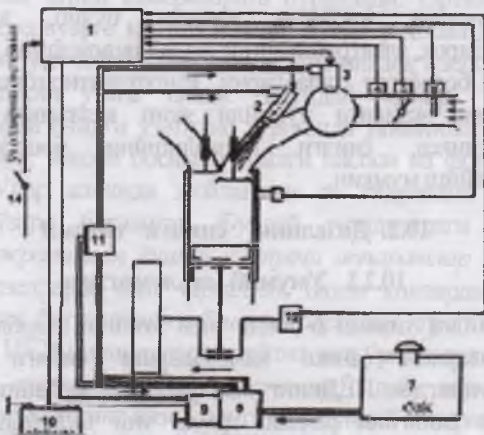
6-бобда айтиб ўтилганидек, енгил ёнилғи пуркаш усули билан аралашма ҳосил қилишни қўллаш карбюрациялашдагига қараганда ёнилғи узатиш босимларнинг каттароқ фарқидан фойдаланиш туфайли ёнилғини тўзитилиш майинлиги ва бир жинслилигини оширади, агар форсункалар бевосита ҳар бир цилиндрнинг киритиш клапани ёнида жойлашган бўлса. Аралашманинг цилиндрларга тақсимланишини яхшилайти ва ёнилғи узатилишини ИЁД иш режимининг ўзгаришига яхшироқ мослаштириш имкон беради, бу эса транспорт машиналари учун катта аҳамиятга эга.

Карбюрациялашдан ёнилғи пуркашга ўтишнинг бошқа афзалликлари ҳам бор. Масалан, киритиш канали деворларида суюқ парданинг юз келмаслиги уни қиздиришни тақозо этмайди, бу эса киритишда янги зарарли зичлигини оширади, бинобарин, цилиндрларнинг масса бўйича тўлиши яхшилайди. Бунга киритиш тизимида диффузорларнинг йўқлиги ҳам ёрдам беради, натижада тизимнинг гидравлик қаршилиги камаяди. Цилиндрда аралашма ҳароратининг пастроқлиги, шунингдек таркиб бўйича бир жинслироқлиги ҳамда ёнилғининг аниқ дозаланиши ёнилғининг оксидациясини оширмаган ҳолда сиқиш даражасини катталаштиришга имкон беради. Буларнинг барчаси ИЁД қувватини ошириш, турли режимларда ёнилғи тежамкорлигини 5—15% яхшилашга, атмосферага чиқариладиган захарли 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, ишда ишончлилигининг пастлиги ва ишлатиш давомида техник хизмат кўрсатишларга катта харажатлар қилиниши шулар жумласидандир. Аммо ёнилғи тежамкорлиги ва атмосферага чиқариладиган

захарли моддалар микдорини камайтириш масаласи энг долзарб масалалардан эканлиги туфайли карбюраторли тизимлар ўрнига ёнилғи пуркаш тизимларини қўллаш узлуксиз равишда кенгайиб бормокда.

Автомобил двигателларида қўлланиладиган енгил ёнилғи пуркаш тизимлари бошқарилиш усулига кўра механик ва электрон тизимларга бўлинади. Механик тизимларнинг ёнилғи дозаланишига таъсир қилувчи кўрсаткичларни ҳисобга олиш имкониятлари камроқ, аммо ишончлироқ ишлайди ва арзонроққа тушади. Электрон тизимлар ёнилғининг дозаланишини белгилловчи ўзгарувчиларнинг кўпроқ сонини назорат қилиш ва ҳисобга олишга, яъни ИЁДнинг иш режими ва шароитига (двигателнинг ҳарорати, атрофдаги ҳаво ҳолатининг кўрсаткичлари, ИЁД иш режимларининг ўзига хос хусусиятларидан келиб чикувчи эҳтиёжлар ва хоказо) қараб уларнинг энг мақбул қийматларини танлашга имкон беради. Бироқ улар мураккаброқ бўлиб, ишдаги ишончилиги камроқдир.

Ёнилғи ягона марказий форсунка ёрдамида ёки ИЁДнинг ҳар бир цилиндри ёнида жойлашган бир нечта форсунка ёрдамида пуркалиши мумкин. Биринчи схема анча содда ва арзон бўлса-да, аммо аралашманинг цилиндрларга яхши тақсимланишини ва ИЁДнинг катта қабулчанлигини таъминлай олмайди, шу сабабли мазкур схема кам қўлланилади. Бу тизим бўйича ёнилғи ё узлуксиз тарзда, ёки босимлар фарқи доимий бўлганда узлукли (импульсли) тарзда пуркалади. Иккинчи схема бўйича пуркалиш импульсининг давомийлиги циклиқ ёнилғи микдорини белгилайди. Пуркашнинг бу усулида ёнилғи сифатлироқ тўзитилгани учун у кўпроқ қўлланилади.



Енгил ёнилғи пуркаш тизимларининг мавжуд конструкциялари тумандир. 10.13-расмда электрон бошқарувли тизимнинг принциплари схемаси келтирилган. Электрон блок 1 бошқарувнинг марказий элементи ҳисобланади. У микрокомпьютер асосида яратилган электромагнитли форсункалар 2 га буйруқ сигналлари юборади, улар ҳар қайси цилиндрнинг киритиш патрубокларига узлукли равишда сигнал бериб пуркайди. Пуркаш циклининг давомийлигини белгиловчи буйруқ сигналларидан ҳаво сарфи датчиги 4 ва айланиш частотаси датчиги 12 нинг сигналлари асосида, атроф-муҳит ҳароратини (датчик 6), совитиш суюқлиги ҳароратини (датчик 13), дроссел-заслонканинг вазиятини (датчик 5) ва цилиндрларнинг кабиларни ҳисобга ҳолда ҳосил қилинади. Ёнилғи форсункаларга мотор 9 ли насос 5 воситасида 200—300 кПа босим билан узатилади. Босим ростлагич 11 ёрдамида ростлаб турилади. Ишга тушириш даврида форсунка 3 кўзда тутилган бўлиб, у киритиш коллекторининг марказига урнатилган.

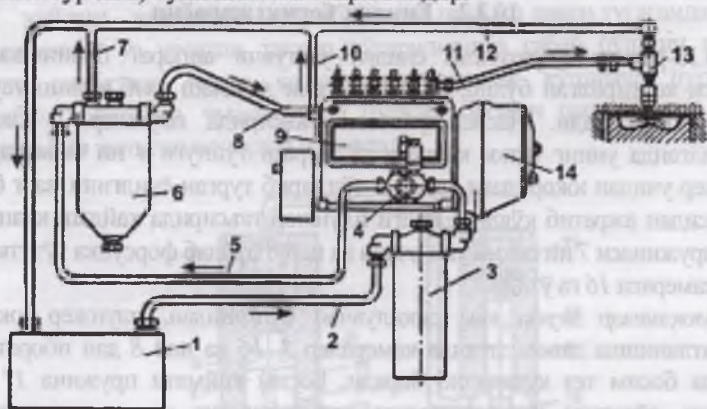
Енгил ёнилғи пуркашда электроникадан карбюраторлар (биргаликда фойдаланилгандаги каби комплекс электрон бошқарувли тизимларидан фойдаланилганда ҳам ИЁДнинг иш жараёни кўрсаткичларини яхшилаш борасида энг юқори натижаларга эришилади. Бундай тизимлар аралашма ҳосил қилиш жараёнига ва ўт олдиришга илгарилатиш бурчагига таъсир кўрсатади. Уларнинг таркибида ишлаб чиқариш газларнинг рециркуляцияланишини ва нейтрализаторларнинг иш режими бошқарувчи занжирлар бўлиши мумкин (11-бобга қараң). Ҳозирги кўлланилаётган карбюраторни ва ёнилғи пуркалишини электрон ёрдамчи бошқариш тизимлари нисбатан қиммат бўлиб, ҳозирча кўлланилмаётир. Бироқ, электрониканинг жадал ривожланиб бораётгани ва тобора ўсиб бораётган талабларни қаноатлантиришда унинг имкониятларга эга эканлиги туфайли яқин келажакда ундан ҳўжалигида, айниқса, ёнилғи пуркалишини бошқаришда фойдаланилади, дейиш мумкин.

10.2. Дизелнинг ёнилғи тизими

10.2.1. Умумий маълумотлар

Дизелнинг ёнилғи тизими 6-бобда баён этилган талабларга мувофиқ тарзда цилиндрларнинг ёниш камераларига ёнилғи берилиши таъминлайди, шунингдек ИЁДнинг маълум вақт мобайнида иш режими тартиб тартиб микдорда ёнилғини сақлаш ҳамда уни цилиндрларга пуркаш

ҳам бажаради. Дизел ёнилғи тизимининг 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.



10.14-расм. Дизелнинг таъминлаш тизими

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 форсункалар 13 га келади ва улар воситасида цилиндрларнинг ёниш камераларига пуркалади. Ортикча ёнилғи най 10 орқали яна резервуарга қайтиб келади, бунда у ҳосил бўлган буг ва ҳаво пуфакчаларини ўзи билан олиб кетади, шунингдек насос ишлашидан юзага келган иссиқликни ўзига олади. Шундай қилиб, ёниш камерасига қатъий миқдорда ёнилғи узатилиб туришида таъминлаш тизимининг икки таркибий қисми: юқори босимли ёнилғи насоси ва форсункалар бевосита катнашади. 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 ИЁД цилиндрлари устёпмасига ўрнатилади. Бу ҳолда ёнилғи аппаратлари ажратилмаган аппаратлар деб юритилади (масалан “Камминс” фирмасининг 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 тизимининг умумий тузилиши мос равишда ўзгартирилади.

10.2.2. Ёнилғи бериш жараёни

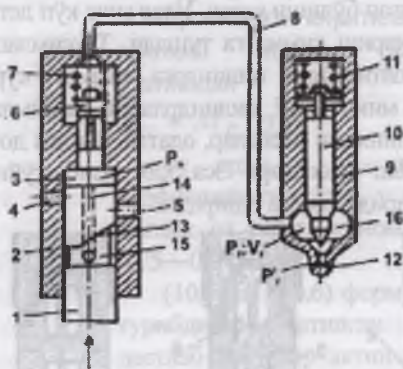
10.15-расмда ажратилган ёнилғи узатувчи аппарат бўлинмасининг схемаси келтирилган бўлиб, унда ёнилғини дозалаш узиб қўйиш усулида амалга оширилади. Насос кулачоғи таъсирида плунжер 1 юқорига кўтарилганда унинг устки қирраси тўлдириш туйнуги 4 ни беркитади ва плунжер учидан юқоридаги ҳажми тўлдириб турган 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 жуда кам сиқилувчан бўлганидан, плунжер юқорига ҳаракатланишда давом этганда камералар 3, 16 ва най 8 дан иборат беркитилган ҳажмда босим тез кўтарилиб боради. Босим қиймати пружина 11 нинг кучидан, тўзиткич ҳаракатланувчи деталарининг инерция кучидан ва ишқаланиш кучидан зиёдлашганида игна 10 ўз уясидан кўтарилади ва тўзиткич соплоси тешиклари 12 га ёнилғи ўтиши учун йўл очилади. Шунда ёнилғи камерасига ёнилғи берила бошлайди. Пуркаш давомида плунжернинг ҳаракат тезлиги ва ёнилғи ўтиши учун мўлжалланган кесими ўзгаради, шу сабабли бушлиқ 16 билан ёнилғи 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 бушлиқ 3 дан ёнилғи канал 14 ва плунжер танасидаги ўйикча бўйлаб паст босим линиясига чиқади. Бушлиқ 5да босим кескин пасаяди ва клапан 6 ёпилади. Най 8 ва камера 16 нинг ҳажмида босим тез пасаяди, бунга соғло тешиклари 12 орқали ёнилғи оқиб чиқиши давом этаётганлиги сабаб бўлади. Босимнинг пасайиши пружина 11 игна 10 ни уясига ўтқазиб тешиклар 12 ни камера 16 дан ажратиб қўйгунга қадар давом этади. Шу билан ИЁД 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 ҳама ҳаракатчан тарзда кечади. Ёнилғи эластик муҳитдан иборат бўлиб, унда босим товуқ тезлигида (1200—1600 м/с) тарқалади бунда ёнилғи билан

тўлдирилган гидравлик тизим ҳажмининг ҳатто жуда оз даражада ўзгариши ҳам босимнинг кескин ўзгаришига сабаб бўлади.

Ғалаёнлантириш манбаидан таркалаётган босим импульслари тизимнинг чеккаларида тўсикқа дуч келганида уларнинг бир қисми орқага қайтиб, *қайтар* ва *йиғинди* тўлқинларни 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 ёнилғининг қўшимча пуркалиши номақбул ҳодисадир, чунки бунда пуркаш босими паст бўлади, ёнилғи йирик ва бир жинслимас тарзда пуркалади.

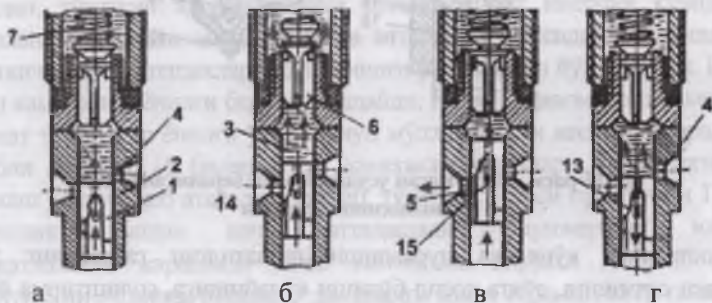


10.15-расм. Асраб турган усулда ёнилғи берадиган насос бўлимининг схемаси

Ёнилғининг қўшимча пуркалиши ишлатилган газларнинг туташ даражаси ортишига, сўхта ҳосил бўлиши кўпайишига, солиштирма ёнилғи сарфи ўсишига олиб келади ва тўзиткич тешикларининг коксланишига шароит яратади. Ёнилғи берилиши тўхтагач, юқори босим бушигида (насос штуцери — ҳайдаш найи — форсунка) тўлқинлар ҳаракати ва қайтиши энергиянинг ишқаланишига сарфланиши туфайли аста-секин сўниб боради ва бушлиқда қолдиқ босим қарор топади. Одатда, ёнилғи найи 8 қанча узун ва пуркаш импульслари частотаси қанча юқори бўлса, тизимдаги тўлқин ҳодисаларининг ёнилғи бериш хусусиятларига таъсири шунча кучли бўлади. Ҳайдаш найи бўлмаган насос-форсункаларда бу ҳодисаларнинг

10.2.3. Юқори босимли ёнилғи насоси

Юқори босимли ёнилғи насоси ёнилғи узатиш аппаратларининг асос ва энг мураккаб элементидир. Унинг ёрдамида ёниш камерасига ёнил киритишнинг талаб этилувчи қонуниятлари белгиланади, шунингдек ёнилғи дозалаш ва ана шу дозани дизелнинг иш режимига мослаб ўзгартириш ўлчанган дозани зарур босимгача сиқиш ҳамда уни форсункага узатиш амалга оширилади. Конструкциясига қўра юқори босимли ёнилғи насосла қўп бўлинмалли ва бир бўлинмалли тақсимлаш насосларига бўлинади. Буларнинг биринчиси оғир дизелларда энг кенг тарқалган бўлиб, уларда ҳар қайси иш бўлинмаси ИЕДнинг битта цилиндрига хизмат кўрсатади, шунин учун бўлинмалар иши двигател цилиндрларининг ишлаш тартиби билан мувофиқлаштирилган бўлиши керак. Улар анча қўп деталлардан тузилган бўлиб, уларни ишлаб чиқариш қимматга тушади. Тақсимлаш насосларида битта иш бўлинмаси олтигача цилиндрга хизмат кўрсатади, бинобарин ўлчанган ёнилғи миқдорини цилиндрларга тақсимлаш вазифасини ҳам бажаради. Қўп бўлинмалли насослар, одатда, ёнилғи дозалашни узиб қўйиш усулида, тақсимлаш насослари эса ҳам узиб қўйиш, ҳам киритиш дросселлаш усулларида амалга оширади.



10.16-расм. Насос бўлинмасининг иш цикли

Дозалашни узиб қўйиш билан амалга оширадиган насос бўлинмасининг иш цикли 10.16-расмда келтирилган. Расмдаги *а* қўринишда плунжер 1 ни юқорига ҳаракатланишининг бошланғич босқичи тасвирланган бўлиб, бунда ёнилғи кичрайиб боровчи ҳажм 3 дан паст босим бўшлиғига ўтади; қўриниш тўлдириш туйнуги 4 нинг плунжер чети билан тўлиқ беркилиши билан ёнилғи дозалаш ва ёнилғи узатилишининг геометрик бошланиши (УГБ) деганга аталади; *в* қўриниш плунжер қирраси 13 нинг узиб қўйиш туйнуги 5 ни оқиб кетиши билан ёнилғи дозалаш ва ёнилғи узатилишининг геометрик охири (УГО) деганга аталади.

Бунда плунжернинг УГБдан УГОгача 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:

$$V_{\Gamma} = f_{\text{юз}} \cdot S_a \quad (10.5)$$

бу ерда: $f_{\text{юз}}$ — плунжер кўндаланг кесимининг юзи;

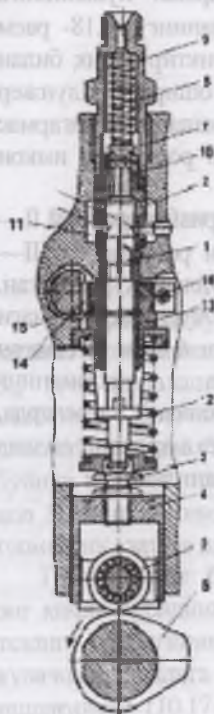
S_a — плунжернинг актив йўли.

Цилиндрга киритиладиган ёнилғининг ҳақиқий миқдори (дозаси) геометрик узатишдан анча фарк қилади:

$$V_{\Pi} = M_{\Gamma} \cdot \eta_c \quad (10.6)$$

бу ерда: η_c — тизимнинг узатиш коэффициенти бўлиб, у қўлгина 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 ИЁД 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



10.17-расм. Юқори
Босимли куп
плунжерли насоснинг
иш бўлиниши

Втулка 13 тишли сектор 15 билан маҳкамлаб қўйилган, рейка 14 тасодифан бурилишдан сақлайди. Насоснинг барча бўлинмалари учун бундай булган танланган геометрик узатиш қиймати шу йўсинда сақлаб турилади. Рейка 14 акселератор педалига ёки дизелнинг айланган частотасини ростлагичдаги ричагга боғланган бўлиб, циклик узатиш ўзгартириш учун насос корпусида у ёки бу томонга силжитилади. Бундай насосдаги ҳамма иш бўлинмаларнинг плунжерлари бир йўла бурилади.

10.18-расмда (I вариантыда) конструкцияси жиҳатидан 10.17-расм буйича ясалган плунжер юқори қисми ён сирти ёйилмасининг, втулкада тўлдириш ҳамда узиб қўйиш тўйнуғи a га нисбатан вазияти тасвирланган. Плунжернинг дастлабки ҳолатдан соат миллининг ҳаракат йўналиши билан тескари томонга бурилиши (10.17-расм буйича) ёйилманинг (10.18-расм буйича) ўнгга 2 вазиятга бурилишига мос келади (пунктир чизик билан кўрсатилган). Бу ҳол актив йўл ва геометрик узатишни оширади. Плунжернинг кирраларининг кўрсатилган конструкцияси пуркаш бошланиши ўзгартириш бўлгани ҳолда УГОни ўзгартириш орқали актив йўлни ростлашга имкон беради. Ҳозирги вақтда у энг кенг тарқалган.

10.18-расмда ростлашнинг мумкин булган бошқа вариантлари ҳам: II ва III УГОни ўзгартирмаган ҳолда УГБни ўзгартириш билан ростлаш ва III ва IV УГБни ҳам, УГО ни ҳам ўзгартириш орқали ростлаш йўллари кўрсатилган. Чизикли катталиги берилган бўлганда кулачокнинг бурилиш бурчига буйича актив йўлнинг давомийлиги насос вали кулачоғи b нинг танланган профилли билан (10.17-расмга қараган) ҳамда профилнинг фойдаланиладиган иш қисми билан белгиланади. Замонавий насосларда одатда, ён сирти тўғри чизикдан (тангенциал профил) ёки кабарик айланма ёйидан (кабарик профил) иборат булган кулачоклар қўлланилади.



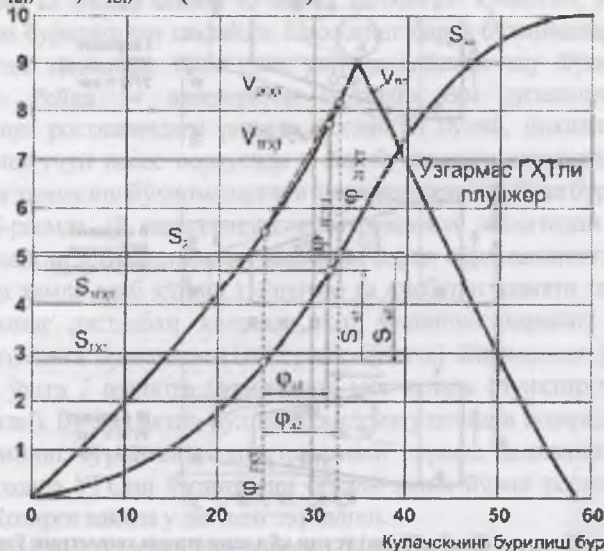


10.18-расм. Отсечка (узиб қўйиш) усули қўлланилганда геометрик узатишнинг узгариш схемаси: а-втулка дарчаси; б-плунжер калагининг развёрткиси

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 қиймати ўзгармаган ҳолда 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 нуктасига нисбатан (масалан, плунжернинг кулачок таъсирида ҳаракатлана бошлаш нуктасидан) УГБ нинг бир хил бўлишига эришиш учун фойдаланилади.

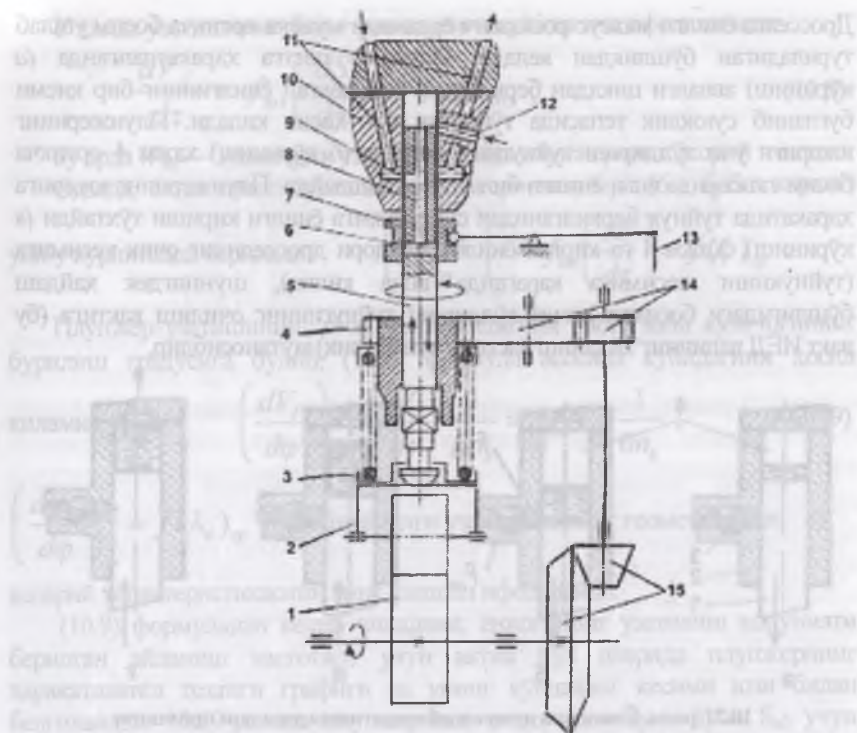
$S_{пл}$ мм; $V_{пл}$ м/с (1000 мин⁻¹)



$S_{пл}$ -плунжер йўли; $V_{пл}$ -плунжер тезлиги

10.19-расм. Плунжер ҳаракатининг кинемагикаси ва тангенциал профилли кулачок ишлатилганда геометрик узатишнинг ўзгариши

10.20-расмда НД тақсимлаш насосининг схемаси келтирилган. Схемада унинг ишлаши ва махсус муфта ёрдамида узиб қўйиш йўли билан ёнилғини дозалашни тасвирланган. Плунжер 5 куп 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 босим бўшлиғига туташган тўлдириш канали 12 беркилгандан сўнг ёнилғи плунжер тепасидаги ҳажмда сиқилади.

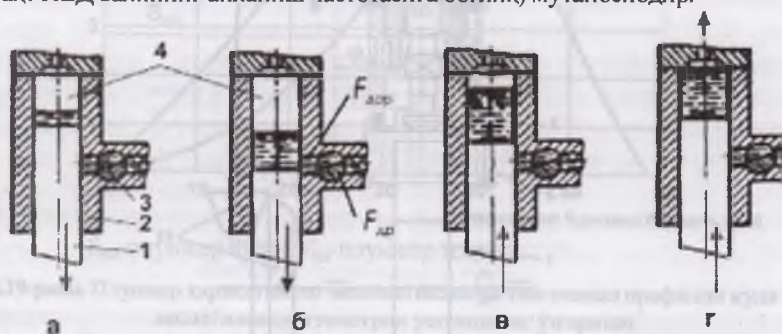


10.20-расм. НД типидagi таксимлаш насосининг схемаси

Плунжернинг диаметрал канали 6 дозаловчи муфта 7 нинг юкориги учи чегарасидан ташқарига чиққан лахзада ёнилғи узатилиши узилиб қолади. Муфта 7 нинг вазияти, бiнобарин, ёнилғи дозасининг ростланиши акселератор педали боғланган рычаг 14 билан (ёки айланиш частотасини ростлагич рычаги билан) ўзгартирилади. Плунжер 5 корпус 10 ичида айланиб, ўлчанган ва сиқилган ёнилғи дозаларини тешик 9 тегишли радиал тешиклар йўналишига мос келган пайтда каналлар 11 воситасида форсункалар билан туташувчи штуцерларга таксимлайди. Муфта 7 қанчалик баланд ўрнатилган бўлса, цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдори шунча кўп бўлади. Демак, бу ҳолда ёнилғининг дозаланиши ўзгармас УТБ ва ўзгарувчан УГОда содир бўлади.

10.21- расмда ёнилғини киритишда дросселлаш орқали дозалаш

Дросселга ёнилғи махсус ростлагич ёрдамида муайян ортикча босим уштуруладиған бушлиқдан келади. Плунжер пастга ҳаракатланганда (кўриниш) аввалги циклдан берк ҳажм 4 да қолған ёнилғининг бир қисми буғланиб суюқлик тепасида тўйинган буғ ҳосил қилади. Плунжер юқориги учи тўлдириш тўйнугини очганда (6 кўриниш) ҳажм 4 ортқ босим таъсирида янги ёнилғи билан тўла бошлайди. Плунжернинг юқор ҳаракатида тўйнуқ беркилганидан сўнг ҳажмга ёнилғи кириши тўхтайди (кўриниш). Ҳажм 4 га кирган ёнилғи миқдори дросселнинг очиқ кесими (тўйнуқнинг кесимиға қараганда анча кичик), шунингдек ҳайбушлиғидаги босимға ҳамда тўлдириш тўйнугининг очилиш вақтиға вақт ИЁД валининг айланиш частотасиға боғлиқ) мутаносибдир.



10.21-расм. Ёнилғини дросселлаб киритишда дозалаш принципи

Плунжернинг юқорига бундан кейинги ҳаракатида ҳажм кичиклашади, ундаги босим кўтарилади ва буғсимон ёнилғи суюқ ҳосил бўлгунга қадар конденсацияланади. Шундан сўнг (2 кўриниш) сиқилган ёнилғи босими кескин кўтарилади ва дозалаш узиб қўйиш усули амалға ошириладиган насосдагига ўхшаш, форсункаға ёнилғи узати бошлайди. Узатилаётган ёнилғи миқдори дросселнинг вазиятини рост орқали ўзгартирилади. Ушбу ҳолда циклик ёнилғи миқдори узатилишининг камайиши ёнилғи пуркала бошлашининг кечикиш томи силжиши билан биргаликда кечади. Айланиш частотаси ортганда ҳажмнинг тўлишиға кетадиган вақт қисқаради, шу сабабли циклик ёнилғи миқдорини ўзгаришсиз сақлаб қолиш учун ҳайдаш бушлиғидаги босим мос равишда ошириш зарур. Аввал айтиб ўтганимиздек, юқори босим насос ёнилғининг талаб этилган қонуният бўйича узатилиш таъминлайди. Дарҳақиқат, актив йўл даврида плунжернинг ниҳоятда кичик силжиши учун ушбута эға бўламиз:

$$dV_r = dS_a f_{юз} \cdot 1$$

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 тезлиги.

Одатда, ёнилғининг пуркалиш характеристикалари (6 - бобга қаранг)

ушбу кўринишда берилади:

$$\left(\frac{dV_{\text{нyp}}}{d\varphi} \right)_{\text{cp}} = f_{\text{юз}} \left(\frac{dS}{d\tau} \right) = f(\varphi)_{\text{cp}} .$$

Плунжер узатишнинг геометрик тезлигини насос вали кулачогининг бурилиш градусига бўлиб, (10.8) формула асосида қуйидагини ҳосил

қиламиз:

$$\left(\frac{dV_r}{d\varphi} \right)_{\text{cp}} = \frac{dV_r}{d\tau} \cdot \frac{1}{6n_k} = f_{\text{юз}} W_{\text{юз}} \frac{1}{6n_k} ; \quad (10.9)$$

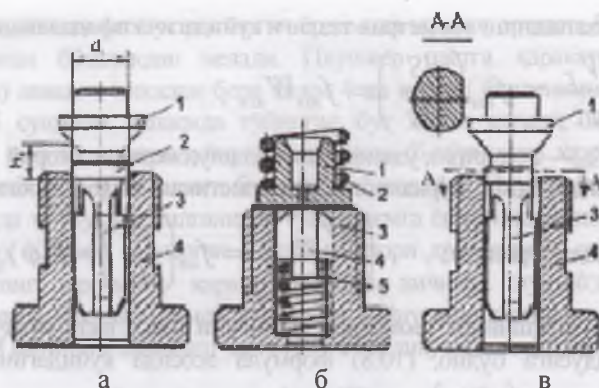
$$\left(\frac{dV_r}{d\varphi} \right)_{\text{cp}} = f(\lambda_k)_{\text{cp}} \text{ функция ёнилғи узатилишининг геометрик ёки}$$

назарий характеристикасини аниқ-равшан ифодалайди.

(10.9) формуладан келиб чиқадики, ёнилғининг узатилиш қонуниятини берилган айланиш частотаси учун актив йўл даврида плунжернинг ҳаракатланиш тезлиги графиги ва унинг қўндаланг кесими юзи билан белгиланади. 10.19-расмда плунжернинг актив геометрик йўли $S_{\text{акт}}$ учун мазкур характеристиканинг шакли пунктир чизик билан кўрсатилган. Ёнилғи узатилишининг ҳақиқий характеристикаси кўпгина омиллар таъсирида, хусусан, ёнилғи узатиш аппаратларининг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлган омиллар таъсирида узил-кесил шаклланади.

10.2.4. Ҳайдаш клапани

Конструктив жиҳатдан ҳайдаш клапани юқори босимли насоснинг чиқариш штуцерида жойлашиб (10.17-расмдаги 7), ёнилғи узатилиш даврида плунжер тепасидаги ҳажми 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 тизимидаги қолдиқ босимни пасайтиради, баъзан эса ундан насос валининг айланиш частотасига кўра циклик ёнилғи миқдори узатилишининг ўзгариш



10.22-расм. Ҳақикӣй клапанлари: а-бушаткич белбоғли кузикоринсимон вазиқали клапан; в-корректор клапан

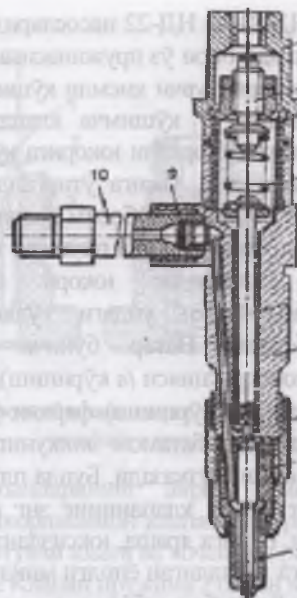
Ҳайдаш клапанларини айрим конструкциялари 10.22-кўрсатилган. Кузикоринсимон клапан (а кўриниш) энг кўп қўллан конуссимон беркитувчи юзага ва хочсимон (крестсимон) кўндалан қўйрук қисмга эга. Клапан пружина 8 билан юкланган (10.17-расм) у 1,5— 2 МПа га тенг очилиш босимини таъминлайди. Клапан беркитувчи юзасидан пастроқда прецизион ён сиртли цилиндр юксизлантириш белбоғи 2 бор, у ёнилғи узатилиши охирида найидаги қолдиқ босимни пасайтиришга мўлжалланган. Плунже узатилишини узиб қўйгандан сўнг клапандан пастроқда босим те ва пружина таъсирида клапан ўз уяси томон пастга тушаётиб белбо юқориғи ва пастки бўшлиқларни бир-бирдан ажратади. Клапан давом этиб уясига ўтиргунга қадар, юқориғи бўшлиқдаги ҳажмни чалик катталаштиради. Бу ҳажм юксизлантириш ҳажми деб юр Бунинг натижасида ҳайдаш найидаги ва форсункадаги босим пасаяди, бу ҳол тўлқин ҳодисалари туфайли тўзиткич игнаси кўтарилишининг олдини олади.

Юксизлантириш ҳажми $V_{ю}$ ҳаддан ташқари катта бўлганд босим бўшлиғида ҳаво ва ёнилғи буглари билан тўлган бўшлиқ келиши мумкин, бу бўшлиқлар кейинги циклда ёнилғи узатиш ж бузади. Шунинг учун юксизлантириш ҳажмининг катталиги аппаратлари иш режимларининг бутун мажмуини ҳисобга олг синчиклаб танланади. Юксизлантириш ҳажми мавжуд бўлганда

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. Плунжер 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 найидаги қолдиқ босим ҳамда тўлқинсимон босим импульслари таъсирида клапан 4 очилиб, ёнилғининг бир қисмини яна плунжер тепасидаги ҳажмга ўтказиб юборади. Бундай клапанлар юқори босим тизимини 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 тешиқдан батамом чиққунига қадар ёнилғини форсункага сегментсимон йўл орқали ўтказди. Бунда плунжернинг ёнилғи узатиш тезлиги нечоғлик паст бўлса, клапаннинг 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 плунжер 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 пуркайди ва уни ёниш камерасининг турли жойларига етказиб беради. Бундан ташқари, у ёнилғи пуркаш характеристикасининг узил-кесил шаклланишига катта таъсир кўрсатади.



10.23-расм. Ёпик форсунканинг бўйлама қирқими

Замонавий дизелларда гидравлик бошқариладиган ёпик форсункалар қўлланилади. Бундай форсункаларда сопло тешиклари ёнилғи бериш цикллари орасидаги даврда беркитувчи орган - пружина билан юкланган ҳаракатланувчи игна ёрдамида ёнилғи тизимининг юқори босимли линиясидан ажратилган бўлади. Ҳозирги вақтда электромагнит ёрдамида бошқарилувчи мослашувчанроқ форсункалар яратиш устида иш олиб борилмоқда. 10.23-расмда ёпик форсунканинг умумий қўриниши келтирилган. Форсунканинг энг муҳим қисми тўзаткичдир. Унинг сопло тешиклари бўлган тумшуги бевосита ёниш камерасига кириб туради ва юқори ҳароратлар, шунингдек қизиган қимёвий актив газлар таъсирида бўлади. Тўзаткичнинг 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 тўзаткичлар қўлланилади (10.24-расм, а). Камералари ажратилган ИЕДларда, одатда, штифтининг диаметри 1—3 мм ва конусининг бурчакли 4—15° бўлган штифтли тўзаткичлар қўлланилади (10.24-расм, б). Форсунка орқали градус бўйича жорий ёнилғи берилиши Бернулли тенгламасига асосан ушбу қўринишга эга:

$$\left(\frac{\alpha V_{mp}}{\alpha \phi} \right)_{\pi} = \frac{\alpha V_{mp}}{\alpha \tau} \cdot \frac{1}{6n_{\kappa}} = f_m \sqrt{2 / \rho_{\kappa}} \sqrt{p_{\phi} - p_{\kappa}} \cdot \frac{1}{6n_{\kappa}}, \quad (10.10)$$

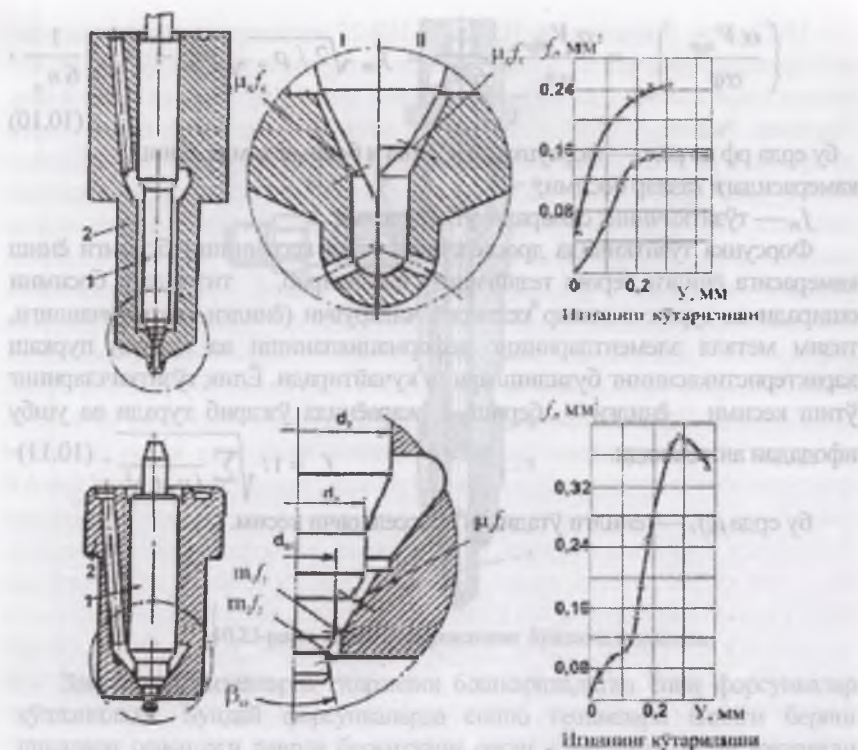
бу ерда рф ва рё.к — форсункадаги ёнилғи босими ҳамда ёниш камерасидаги газлар босими;

f_m — тўзиткичнинг самарали ўтиш кесими.

Форсунка тўзиткичида дросселловчи ўтиш кесимининг борлиги ёниш камерасига ёнилғи бериш тезлигини пасайтириб, тизимдаги босимни оширади ва турли омиллар келтириб чиқарувчи (ёнилғи сикилувчанлиги, тизим металл элементларининг деформацияланиши ва ҳоказо) пуркаш характеристикасининг бузилишларини кучайтиради. Ёпик 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 $\mu_i f_i$ — ёнилғи ўтадиган дросселловчи кесим.



10.24-расм. Форсунка тузиткичлари ва уларнинг характеристикалари:
а — шпифтсиз; б — шпифтли

Тузиткичда (10.24-расм, а) иккита дросселловчи ўтиш кесими $\mu_c f_n$ ва $\mu_c f_c$ бор. Булардан биринчиси ўзгарувчан бўлиб, игнанинг кўтарилиш баландлигига боғлиқ. Бу — игнанинг беркитувчн конуси билан уя орасидаги кесимдир. Ўзгармас иккинчи кесим эса сопло тешикларининг кесимидир. Игна кўтарилишининг бошида ва у ўз уясига ўтириш пайтда, яъни $\mu_c f_n < \mu_c f_c$ бўлганда биринчи кесим ҳал қилувчи бўлиб ҳисобланади [(10.11) формулага қаранг], ёнилғи беришнинг ўртасида, қачонки кўтарилган игна тиракда турган ва $\mu_c f_n > \mu_c f_c$ бўлган пайтда иккинчи кесим ҳал қилувчи бўлиб ҳисобланади. Шпифтли тузиткичда (10.24- расм, б) учта ўтиш кесими ($\mu_1 f_1$, $\mu_1 f_2$ ва $\mu_2 f_2$) дросселловчи бўлади. Улар ёнилғи бериш давомида ўзгариб туради, бу эса тузиткич гидравлик характеристикаси $f_m = f(y)$ нинг ўзига хос кечиш хусусиятларини белгилаб беради.

(10.10) формуладан кўриниб турибдики, тўзиткичнинг гидравлик характеристикаси ёнилғи пуркалишининг турли босқичларида ёниш камерасига ёнилғи пуркаш жадаллигига ҳам таъсир кўрсатар экан.

Бирок, форсунка хусусиятларининг ёнилғи 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 ёнилғи босимининг пасайиши ва пуркаш тезлигининг секинлашувига (10.25-расм), плунжернинг ёнилғи узатиш жадаллиги унча катта бўлмаганда (айланиш частотаси паст бўлганда) эса игна ўз уясига ўтириши туфайли характеристикада сусайиш бўлишига ва ҳатто ёнилғи узатилишида вақтинчалик узилиш бўлишига олиб келади. Бу ҳолда форсунка майдаловчи иш режимига ўтиши, яъни тўзиткичдаги игна даврий равишда тебраниши туфайли ёнилғи импульсли, узлукли тарзда пуркалиши мумкин. Бунда ёнилғининг пуркалиш ва тўзитилиш характеристикалари тамоман ўзгаради.

Пружина билан юкланган игнанинг мавжудлиги шунга олиб келадики, ёниш камерасига ёнилғи 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, ёнилғи пуркаш характеристикасининг шаклини анчагина ўзгартиради (ихчамроқ қилади), ёнилғининг 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 парчинланиш ва ёйилишнинг ортишига олиб келади. Ёнилғи пуркаш тезлиги паст бўлганда пружинани ҳаддан ташқари таранглаб юбориш ёнилғи пуркаш характеристикаси ҳамда пуркалишнинг бошланиши нобарқарор бўлишига сабаб бўлиши мумкин. Пружинани таранглаш даражаси частоталар ва юкланишларнинг 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 ёнилғи пуркаш характеристикасига катта таъсир кўрсатади. Уларнинг массаси катталашганда ёнилғи босимини енгиб ўтиши лозим бўлган инерция

пасаяди, бу эса пуркаш характеристикасининг шаклини ўзгартириш пуркаш даврини узайтиради ва тўзиткичдан чиқаётган ёнилғи охири бўлакларининг тўзитилишини ёмонлаштиради, шунингдек соқат тешикларининг коксланишига шароит яратади. Ана шу камчиликларни камайтириш ва форсунканинг ишончли ишлашини ошириш учун ҳаракатланувчи деталлар массасини ҳар қандай йўл билан (штанга, конструкциялар қўллаш, ихчамроқ форсункалар яратиш ва ҳок.ш.) камайтиришга ҳаракат қилинади. Дизелнинг номинал тезлик режимида оширишда мазкур омилнинг долзарблиги янада ортади.

10.2.6. Ёнилғи пуркаш характеристикасининг шаклланиши

Цилиндрга ёнилғи пуркалишнинг ҳақиқий характеристикасини шаклланишида ёнилғи узатиш аппаратларининг ўзига хос томонлари, дизелнинг иш режими ва ёнилғининг хоссалари билан боғлиқ бўлган кўп омиллар катнашади. Дастлаб, ёнилғи узатиш қонуниятлари ёнилғи насосининг бўлинмаси билан белгиланади. Форсунка пуркаш характеристикасига мувофиқ ўзгартишлар киритади. Бу ўзгартишлар унинг конструкциясига боғлиқ бўлади. Аммо ёнилғи насосининг ўзидаёқ ёнилғи дозаланиши ҳайдалишининг амалга ошириш геометрик қонуниятдан фарқ қилади. Наъсан бўлинмасининг ишлаш принципини кўриб чиқаётганда биз, содда бўлиб, учун, вақт омилини ҳисобга олмаган ҳолда, плунжер втулканинг тўлдир тўйнуғини батамом беркитганидан кейингина ёнилғи пуркала бошлайди, яъни фарз қилган эдик. Амалда эса тўйнуқ батамом беркитилганига қадар плунжер ҳайдаш клапанига ва кейин форсункага ёнилғи узата бошлайди. Бу ёнилғининг дросселланиши сабаб бўлади, чунки вақтнинг қисқалиғи тўйнуқ ўлчамларининг кичиклиги туфайли ёнилғи паст босим бўшлиғида вақтда чиқиб улгурмайди. Плунжернинг ёнилғи ҳайдаш тезлиги қанчалик юқори бўлса (яъни унинг диаметри ва ҳаракат тезлиги қанча катта бўлсин) ёнилғининг ҳақиқий берила бошлашининг мазкур илгариллаши шунча кўп бўлади.

Ўзиб қўйиш усулини кўриб чиқаётганда биз, плунжернинг винтсимон қирраси втулканинг ўзиб қўйиш тўйнуғини оча бошлаган вақтда Ўйинли бўлади, деб тахмин қилган эдик. Амалда эса ёнилғининг дросселланиши оқибатида плунжер тепасидаги бўшлиқда босим бунча кескин пасаймайди ва ҳайдаш клапани УГОдан кечроқ беркилади. Плунжер втулкаси тўйнуғида ёнилғининг дросселланиши ёнилғининг ҳақиқий узатилиш фазаси геометрик фазага нисбатан кенгайишига ва цикл давом эттириладиган ёнилғи микдорининг қўлайишига олиб келади. Наъсан бўлинмаси конструкциясининг хусусиятларига боғлиқ бўлган бу ҳол

айланиш частотаси ортиши билан, қўпчилик юқори босимли насосларда эса циклик узатиш миқдори камайиши билан ўсиб боради (чунки бунда ёнилғининг қўпроқ миқдори қайта ўтказилади). Ёнилғининг дросселланиши ҳайдаш клапанида ва форсунка тўзиткичида ҳам содир бўлади. Буларда у ўтиш кесимларининг очилиш даврида намоён бўлади. Муайян массага эга бўлган ва пружина билан юкланган ҳайдаш клапани насос жуфтлиги белгиладиган ёнилғи узатилиш 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 клапаннинг ўз уясидан сакраб қўтарилиши ёнилғи узатилишининг насос импульсини юзага келтиради. Ушбу импульсдан баъзан ёнилғининг ҳатто дастлабки (ўт олдирувчи) миқдорини пуркаш учун фойдаланилади.

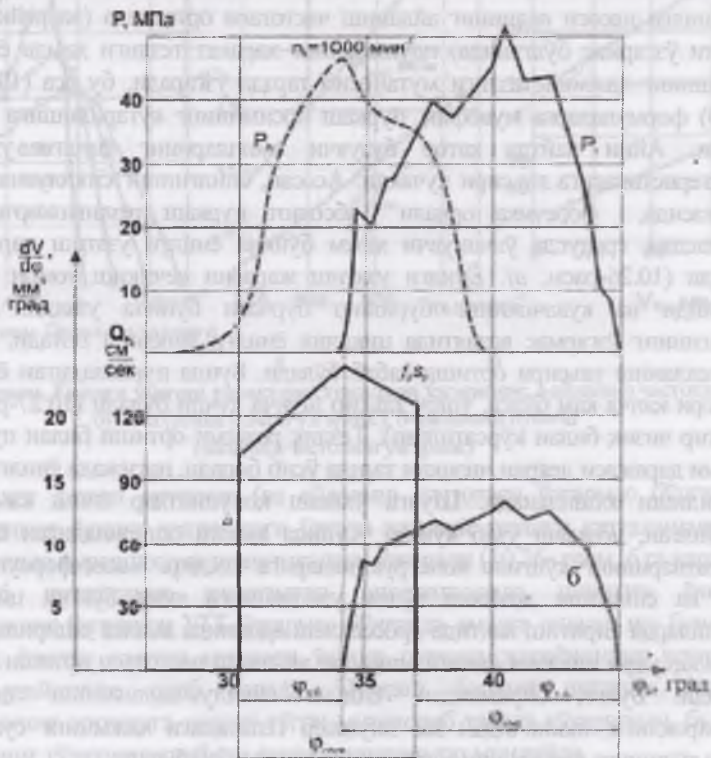
Навбатдаги бузувчи омил ёнилғининг сикилувчанлигидир. Одатда, у сикилувчанлик коэффиценти $\alpha = \Delta V / \Delta p \cdot 1/V$ билан баҳоланади (бу ерда: $\alpha = \Delta V / V \cdot p$ босим ўзгарганда ҳажмнинг ўзгариши; V - суюкликнинг ҳажми). Суюкликларнинг сикилиш коэффиценти қиймати унча катта эмас (дизел ёнилғисиники $0,65 \cdot 10^{-9} \text{ Па}^{-1}$ га, бензинники $2 \cdot 10^{-9} \text{ Па}^{-1}$ га тенг) ва босим қўтарилиши билан кичиклашади. Аммо дизелларнинг, айниқса, ёниш камералари ажратилмаган дизелларнинг ёнилғи тизимларига хос бўлган юқори босим шароитида ($35\text{—}150 \text{ МПа}$) ёнилғининг сикилувчанлиги ёнилғи пуркаш характеристикасига кучли таъсир қилади. Тизимдаги босимнинг қўтарилиш даврида, плунжер тепасидаги ҳажми, насос штуцерини, ҳайдаш найи ва форсунка бўшлиғини тўлдириб турган ёнилғи сикилади, шу сабабли унинг тўзиткичга узатилиш тезлиги сикилмайдиган суюкликникка нисбатан паст бўлади. Шунга мос равишда тизимдаги босим ҳам пасаяди. Бунда ёнилғи пуркалишининг ҳақиқий бошланиш вақти кечикиш томонга силжийди.

Тизимдаги босим пасайганда (пуркашнинг якуний қисми) сикилган ёнилғи кенгайди ва ёнилғининг сопо тешиклари орқали ҳақиқий узатилиш тезлиги сикилмайдиган суюкликникка караганда паст бўлади. Тўзиткичдан ёнилғи оқиб чиқиш тезлигининг ортишида ҳайдаш клапанидан кейин, яъни штуцерда, юқори босим найида ва форсункада кенгаювчи ёнилғи катнашади. Плунжер тепасидаги ҳажмда жойлашган ёнилғининг кенгайиши эса паст босим бўшлиғига оқиб ўтиш тезлигини ўстиради, аммо пуркаш характеристикасининг шаклланишида катнашмайди. Оқибатда пуркаш

айтиб ўтилган ҳажмларнинг муносабати билан аниқланади, бунда цикл ёнилғи миқдори камайиши ҳам, деярли ўзгармаслиги ҳам мумкин. Тизимнинг ҳажми, ёнилғининг сикилувчанлик коэффициенти, пуркаш босими ва унинг вақт бўйича градиенти (ўзгариши) нечоғлик катта бўлади. Ёнилғи сикилувчанлигининг таъсири шунчалик кучли намоён бўлади. Ёмилнинг бузувчи таъсирини камайтириш мақсадида насос штуцеридан форсунка ва ҳайдаш найидаги ҳажмларнинг ёнилғи билан тўлиш даражасини 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 ортганда билан ёнилғи сикилувчанлигининг таъсири ҳам ошади. Насос форсунокларда бу таъсир анча кам бўлади, шу сабабли улар пуркаш босими ва циклик ёнилғи узатиш частотаси юқори бўлган тезюрар дизелларда кўп қўлланилади.

Юқори босим линиясида юз берадиган тўлқин ҳодисалар ёнилғи узатиш жараёнининг бузилишига катта таъсир кўрсатади, айланиш частотаси ортганда бу ҳодисаларнинг роли кучаяди. Юқори пуркаш босими билан ишлайдиган ёнилғи тизимларида аппаратларнинг металл қисмлари эластик деформацияланиши оқибатида ёнилғи пуркаш жараёни сезиларли даражада ўзгаради. Насос кулачоқли валининг эгилиши ва буралиб қолиши плунжернинг бўйламасига сиқилиши ва унинг втулкаси кенгайиши билан чиқариш штуцери ўлчамларининг ўзгариши ҳамда найининг кенгайиши тизимда босим кўтарилган даврда ёнилғи узатиш тезлигини пасайтиради. Жараённинг охири қисмида уни оширади, бу пуркаш босимини пасайишига, узатишнинг кечикиш томон силжишига, унинг кулачоқли бурилиш бурчаги бўйича узайишига ҳамда циклик ёнилғи миқдорини ўзгаришига олиб келади. Бунинг салбий оқибатларини камайтириш мақсадида аппаратлар деталларининг бикрлиги оширилади, насос кулачоқли валининг диаметри катталаштирилади, унинг таянчлари оралтириб кичрайтирилади, қалин деворли (2—2,5 мм) ҳайдаш найлари, фойдаланилади, уларни тайёрлаш учун мустаҳкам ва қовушқунли пўлатлар ишлатилади. Тўзиткич пружинаси ва игнасининг тебранган 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 тўзиткич игнаси бўйлаб ёнилғи сизишининг пуркаш характеристикасига ва циклик ёнилғи миқдорига таъсири тобора ошиб боради. Қовушқунли паст бўлиши

ёнилғилар (бензин ва газ конденсатлари) ишлатилганда ҳамда Ўрта Осиё регионига хос бўлганидек ҳарорат кўтарилганда бу ҳодиса кучаяди. Циклик ёнилғи бериш микдори кам бўлганда ИЁДнинг барқарор ишлашини ва циклдан-циклга, шунингдек ИЁДнинг турли цилиндрларига ёнилғи пуракш характеристикаларининг бир хилда бўлишини таъминлашда катта аҳамиятга эга бўлган ёнилғи сизишларни 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.



10.25- расм. Ёнилғи аппаратлари орқали ёнилғи узатиш характеристикаси:
а — геометрик (назарий); б — ҳақиқий

Кўриб чиқилган бузувчи омиллар таъсири шунчалик мураккаб ва турли-

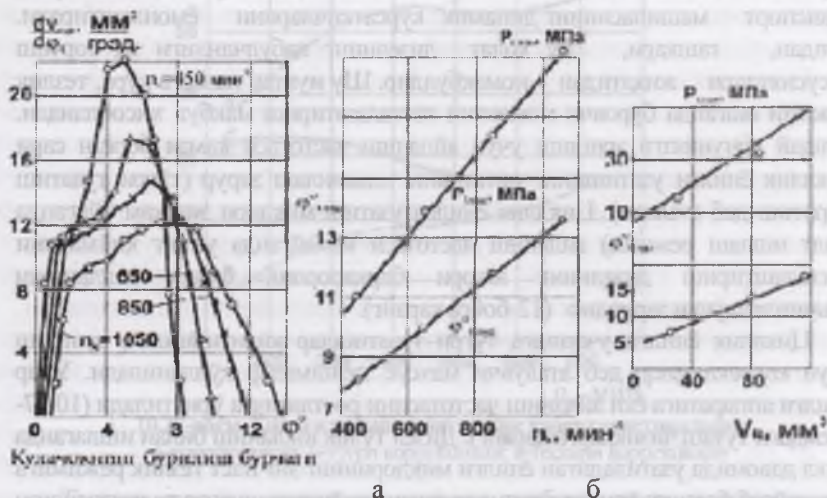
фойдаланишга, аппаратларнинг ўзини ва уларнинг иш кўрсаткичларини созилашда эса тажриба усулларини кенг қўллашга тўғри келади. 10.25-расмда ёнилғи пуркашнинг геометрик ва ҳақиқий характеристикалари, шунингдек форсунка тўзиткичи бўшлиғидаги босимнинг ўзгариш диаграммаси келтирилган. Айнан бир хил вариантдаги аппаратлар учун пуркаш кўрсаткичлари айланиш частотасига ва циклик ёнилғи миқдорига (яъни ИЁДнинг 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 сиклиувчанлиги натижасида, форсунка орқали абсолют пуркаш тезлиги ортишига қарамадан, градусда ўлчанувчи ҳажм бўйича ёнилғи узатиш даражаси пасаяди (10.26-расм, *а*). Ёнилғи узатиш жараёни кечикиш томон бироз силжийди ва қулачокнинг 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 чизикли тарзда ўсиб боради, натижада ёнилғининг тўзитилиши яхшиланади. Шунга ўхшаш қонуниятлар ёниш камераси ажратилган, дозалаш узиб қўйиш усулида амалга ошириладиган ёнилғи аппаратларининг кўпгина конструкцияларига ҳосдир. Насос-форсункалар учун ва ёнилғини дозалаш тўлиқ узатишларга яқин бўлган циклик узатишларда киритиш вақтида дросселлаш ёрдамида амалга ошириладиган тизимлар учун циклик ёнилғи миқдори айланиш частотаси ортиши билан камаяди. Бунга, биринчидан, ёнилғи сиклиувчанлигининг таъсири юқорироқлиги, иккинчидан эса плунжер тепасидаги ҳажмнинг суюқлик билан тўлишига ажратилган вақтнинг камлиги сабаб бўлади.

10.26- расмда кўриниб турганидек, дизел валининг айланиш частотаси ортганда ёнилғининг узатила бошлаш вақти қулачокнинг бурилиш бурчаги бўйича деярли ўзгаришсиз қолади, ҳолбуки, циклда иссиқликдан энг яхши фойдаланиш шартидан келиб чиқадиган бўлсак, у илгарिलाш томон силжиши керак. Шу мақсадда иш частоталарининг доираси кенг бўлган

дизеллар тезлик режими ортиши билан ёнилғи беришни илгарилатиш бурчагини автоматик йўсинда катталаштирувчи тузилмалар билан жиҳозланади. Ёнилғи насоснинг кулачокли валини унинг юритмаси вали билан бириктирувчи *туркасини марказдан қочма илгарилатиш муфтаси* шу йўналишдаги энг кенг қўлланиладиган содда тузилмалардан бири ҳисобланади.



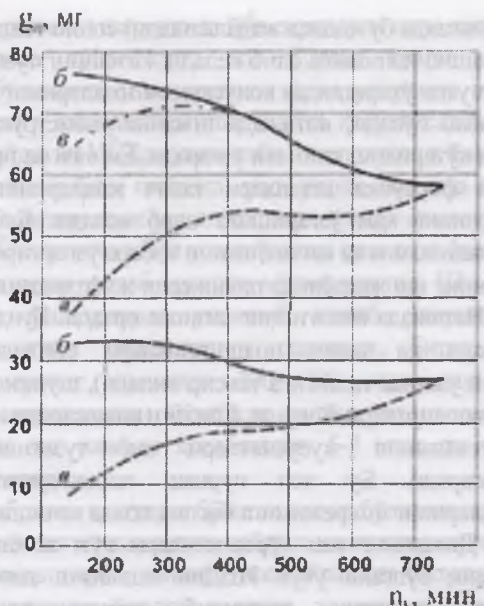
10.26-расм. Ёнилғи узатиш характеристикалари ўзгариши: а-айланиш частотаси бўйича (рейка ҳолати ўзгармас); б-юкланиш бўйича (айланиш частотаси ўзгармас)

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 боисдан циклик ёнилғи узатиш миқдори ўсиши пуркаш жараёнининг кечикиш томон узайишига олиб келади. Пуркаш босими циклик ёнилғи миқдорининг ортишига деярли тўғри мутаносиб тарзда қўтарилади, бу ҳол ёнилғининг тўзитилиш сифати яхшиланишини таъминлайди.

10.27- расмда кўрсатилган циклик ёнилғи узатишнинг тезлик режими бўйича кечиш қонуниятини ишлатиш шароитларида дизел кўрсаткичларининг мақбул тарзда ўзгаришини таъминлай олмайди. Уни тўлдириш

камайганда ҳавонинг ортиклик коэффициенти катталашади ва цикл давомида бериладиган исиклик миқдори ортади. Бу - циклда исикликдан фойдаланиш даражасининг яхшиланиши ва аралашма ҳосил бўлиши муаммоларининг осонлашуви нуқтаи назаридан маъбулдир. 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 номаъбулдир. Шу нуқтаи назарга қўра, тезлик режими ошганда буровчи моментни катталаштириш маъбул 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 аппаратига ёки айланиш частотасини ростлагичга ўрнатилади (10.27-расмдаги туташ чизикларга қаранг). Дизел тўлиқ юкланиш билан ишлаганда цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорининг энг паст тезлик режимига қадар ўсиб бориши ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашуви ва ишлатилган газларда тутун миқдори ортишига олиб келиши мумкин, чунки айланиш частотаси кам бўлганда тўлдириш коэффициентни кичиклаша бошлайди. Бундан ташқари, айланиш частотаси кам бўлганда аралашма ҳосил бўлиш энергияси анчагина камаяди ва исикликдан фойдаланишнинг қониқарли бўлишига эришиш қийинлашади. Паст айланиш частоталарни кўриб чиқиладиган мақсадга мўлжалланган дизелларда кўпроқ қўлланилгани сабабли уларнинг кўрсаткичларини ошириш учун кўпинча паст айланиш частоталари соҳасида циклик ёнилғи узатишга тўғри тузатиш киритиш суайитирилади ёки корректорлар ёрдамида тесқари тузатиш киритиш усулидан фойдаланилади. Бунда корректорлар тезлик пасайганда циклик ёнилғи узатишни камайтиради.



10.27-расм. Ёнилғи узатишнинг тезлик характеристикалари:
а-коррекциясиз; б-туғри коррекцияли; в-тескари коррекцияли

Тескари тузатиш киритиш усулидан турбонаддувли дизелларда ҳам ИЁД 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 дизел ёнилғи тизимининг ишига таъсири

Ёнилғи узатиш аппаратларининг иш жараёнида қизиган газлар ёниш камерасининг ичига туртиб чиккан форсунка тўзиткичининг тумшугига даврий равишда тегиб ўтади ва ҳатто унинг ичига кириб қудукчадаги ва сопо тешиқларидаги ёнилғини оксидлайди. Агар солин сўхта тўланиб

зичлиги етарли бўлмаганда бу ходиса жадаллашади) сопло тешиклари ўтириш кесимининг кичиклашиб қолишига олиб келади. Игнанинг тўзаткич уясига ўрилиши (игнанинг уяга ўтиришида) конуссимон юзаларнинг ейилиши ва парчинлашувига сабаб бўлади, натижада игнанинг конструкцияда қўзда тутилган энг баланд кўтарилиш киймати 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 сизиши 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 юксиланиш хусусиятлари ва тузатиш киритиш самарадорлиги ўзгаради. Бу ҳол пуркаш характеристикаларининг ўзгаришига ҳамда уларнинг иш режимига боғлиқ ҳолда кечилишига сезиларли таъсир кўрсатади. Дизелнинг иш кўрсаткичлари кўп жиҳатдан ёнилғи аппаратларига боғлиқ бўлгани учун ИЁДни ишлатиш давомида вақт-вақтида уларнинг ҳолатини текшириб туриш ва дастлабки ростланишларини тиклаб туриш лозим.

Ўрта Осиё регионига хос бўлган атроф ҳавосининг юқори ҳарорати ва жадал қуёш радиацияси биргаликда тизимдаги ёнилғининг ҳароратини анча оширади, оқибатда унинг зичлиги ва қовушқоқлиги пасаяди.

Таъриба маълумотларига кўра, ёнилғи сизишининг кўпайиши ва зичлигининг камайиши оқибатида циклик ёнилғи узатиш ёнилғи ҳароратининг ҳар 10° кўтарилишида $1,5\%$ камаёди, регионнинг ёмғирли мавсумида ёнилғининг ҳарорати дизел филтърларида $73-78^{\circ}\text{C}$ га, ёнилғи насосида $85-90^{\circ}\text{C}$ га етади, бу эса Россиянинг ўрта минтақасига хос ҳароратдан $40-50^{\circ}$ зиёддир. Фақат ана шу омилнинг таъсири ИЁД 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 микдорини ошириб юборади, бунинг оқибатида ёнилғининг сиқилувчанлик коэффициентини катталашади, бинобарин, ушбу омилнинг пуркаш характеристикасига

Ўрта Осиё регионини шароитида йўл сиртидаги ҳаво қатламининг 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 ИЁДлардаги каби дизелларнинг ёнилғи тизимига ҳам чанг унга ёнилғи қуйиш пайтида, шунингдек машина ишлаётган вақтда ёнилғи баки бушагани сари унинг қопқоғи орқали атмосфера ҳавоси билан бирга киради. Ёнилғини майин тозалайдиган стандарт филтёрлар 3 мкм дан йирикрок зарраларни ушлаб қолишга мўлжалланган. Шу сабабли чангнинг асосий қисми филтёрларда ушланиб қолиб уларнинг тешиқларини беркитади ва ички қаршилиқини оширади. Бирок тажриба шуни кўрсатадики, серчанг шароитда 200—300 соат ишлагандан кейинок филтёрлар 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 барабар тезлаштириб, айниқса, паст айланиш частоталари ҳамда кичик циклик узатишларда ёнилғи пуркаш характеристикаларини батамом бузади. Абразив чанг тўзиткичининг йўналтирувчи игнаси, конуссимон беркигувчи юзалар ва соғло тешиқларининг ейилишига ҳам шунга ўхшаш таъсир кўрсатади. Таъминлаш тизимида механик қўшилмаларнинг юқори даражада майин тозаланишини таъминлайдиган ёнилғини майин тозалаш филтёри мавжуд бўлганида форсункалар серчанг шароитда ҳатто узоқ вақт ишлаганида ҳам абразив зарралар таъсирида ейилиш жуда кам бўлиши, ҳолбуким, ифлосланган ёнилғи ишлатилганда 200-300 соатдан кейинок тўзиткич батамом ишдан чиқиши мумкинлиги аниқланган.

Машиналар серчанг шароитда ишлаётганида (йўл қурилиши, очик кон, мелиорация, кишлок хўжалиги ишларида) ёнилғи аппаратлари ҳаддан ташқари ейилишининг олдини олиш мақсадида филтёрлаш элементларини алмаштириш муддатларини қисқартириш, ёнилғини бақка қуйишдан олдин 8—10 кун давомида тиндириб қўйиш йўли билан дастлабки тозалашдан фойдаланиш, ҳар куни филтёр ва бақлардаги қуйқани тўкиб ташлаш зарур. Махсус филтёрлар ёки узунрок ҳаво киритиш найларидан фойдаланиш орқали ёнилғи қуйиш бўғизларининг қопқоғини герметиклаштириш ва ёнилғи бақларида ҳолати суюқлик сатҳига қараб ўзгарувчи қабул қилишларни йўллаш ИЁДга киритиш ифлослаштилар ҳисобланади.

чўкишини камайтириш ва мос равишда филтрларнинг самарали иш муддатини узайтириш имконини беради.

Ёнилғининг ҳарорати ўзғариб турадиган шароитда унга сув аралашини жиддий муаммодир. Бу ҳодиса биринчи навбатда дизелларнинг ёнилғи тизими учун хосдир. Ёнилғида сув миқдори кўпайишининг асосан сабабларига тизимдан қайтаётган иссиқ ёнилғининг бакка ёки филтр кўйилишини, ҳавода, бак деворларида ва ёнилғи сиртидаги намнинг су айланишини кўрсатиш мумкин. Сув ёнилғи филтрларининг филтр хусусиятини ёмонлаштиради, аппаратларнинг коррозиясини кучайтиради, ёнилғининг қовушқоқлигини ўзгартиради ва унинг мойлаш хусусиятини пасайтиради, унинг ифлосликлар тўпланишига ҳамда уларда микроорганизмлар миқдорининг кўпайишига мойиллигини оширади. Ўсиё регионига хос бўлган охириги таъсир ёнилғининг коррозия хусусиятини кўшимча равишда кучайтиради. Сув ёнилғининг лойқалан ва кристалланиш нукталарини кўпайтиради, унинг паст температураларда ҳайдалувчанлиги ва филтрланувчанлигини камайтиради.

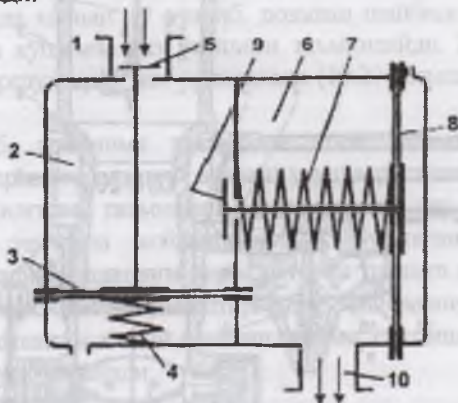
Трактор дизелларидан амалда фойдаланиш жараёнида ёнилғини май тозалаш филтрларининг 10—18% га яқини ёнилғида сув борлиги туфайли шишади ва деформацияланади. 35% га яқини эса шу сабаб туфайли муддатидан илгари ишга яроқсиз бўлиб қолади. Айрим ҳолларда май тозалаш филтрларининг муддати 1500 дан 200—300 соатгача камаяди. Сув коррозия ва ишқаланиш туфайли тўзиткич соплоси тешикларини кўйилишини тезлаштиради, дизел ишламай туриб қолганида ёнилғи бакка деворларининг ва насос плунжери ҳамда втулки прецизион сиртларини занглашига сабаб бўлади. Механик ифлосликлар каби сув ҳам филтр баклар туби яқинидаги қатламларга чўқади, шу сабабли унинг миқдори камайтириш учун юқорида айтилган тадбирларни кўриш лозим. Бундан ташқари, ёнилғи бакининг конструкцияси такомиллаштирилиши, яъни у кир ва намни тўтиб қоладиган мосламалар ўрнатилиши керак. Оғир конденсатлари дизел ёнилғисидан енгилроқлиги ва қовушқоқлигини камлиги билан ажралиб туради. Ёнилғи аппаратларининг зичлов жуфтликларидан ёнилғи сизилишининг ортиши ва ёнилғи зичлигини кичиклиги энг кўп циклик ёнилғи узатишнинг масса бўйича 7—10% камайишига, шунга яраша ИЁДнинг ҳам қуввати камайишига, шунингдек энг юқори пуркаш босимининг ҳамда умумий ёнилғи узатиш босимининг 2—8% пасайишига сабаб бўлади. ИЁД қуввати камайишининг ўрни қоплаш учун ёнилғи насосининг рейкаси йўлидаги тиракни стандарт диаметр ёнилғисига мослаб ростлашдагига нисбатан узатиш кўпаядиган томонга 1—2 мм силжитиб қўйиш мумкин.

Ёз мавсумида газ конденсатларидан фойдаланилганда тизимда буг тикинлари пайдо бўлиши сабабли тизимнинг ёнилғи билан таъминланиши бузилиши мумкин. Буни бартараф этиш учун тизимдаги ёнилғи ҳайдаш босими оширилади. Газ конденсатларининг мойлаш хусусиятлари дизел ёнилғисиникидан пастроқлиги туфайли ёнилғи аппаратларидаги прецизион деталларнинг мойланиш шароити ҳам ёмонлашади. Бу ҳол айниқса деталлар ва ҳавонинг ҳарорати юқори бўладиган шароитда чегаравий ишқаланиш пайдо бўлишига ва ейилишларнинг кучайишига мойилликни оширади.

10.3. Газда ишлайдиган ИЁДларнинг ёнилғи тизимлари

Газда ишлайдиган двигателлар таъминлаш тизимларининг конструктив хусусиятлари газ жамғармасининг машинада сақланиш усулига ҳамда ИЁД нинг газ ёнилғисида ишлашга мослашганлик даражасига боғлиқ. 10.28-расмда суюлтирилган пропан-бутан газида ишлайдиган автомобиль двигатели таъминлаш тизимининг типавий схемаси келтирилган. Газ жамғармаси (запаси) юпқа деворли пўлат баллон 16 да 1,57 МПа га тенг босим остида сақланади. Баллондан чиқаётган газ магистрал вентил 15 дан ўтиб, ИЁД совитиш тизимининг (найлар 4, 5) суюқлиги таъсирида исийдиган буглаткич 6 га келади ва бу ерда бугсимон ҳолатга ўтади. Кейин филътр 12 оркали редуктор 11 га киради, ундан зса босими бироз пасайгани ҳолда газ аралаштиргич 3 га келади. Манометрлар 13 ва 14 редуктор ва баллондаги газ босимини кўрсатади. ИЁДнинг таъминлаш тизимида газ бўлмаганда ёки газ тизими бузилганда ИЁДнинг ишлашини таъминлаш учун суюқ ёнилғининг резервуар 8 дан кабюратор 1 га узатилиши кўзда тутилган. Редуктор 11 тизимдаги газ босимини энг юқори қийматдан атмосфера босимига нисбатан ± 10 дан ± 50 мм сув устунига қадар пасайтириш учун мўлжалланган.

томон эгилиб пружина 7 ни сикади ва клапан 9 орқали патрубок 10 га газ ўтиши учун йўл очади.

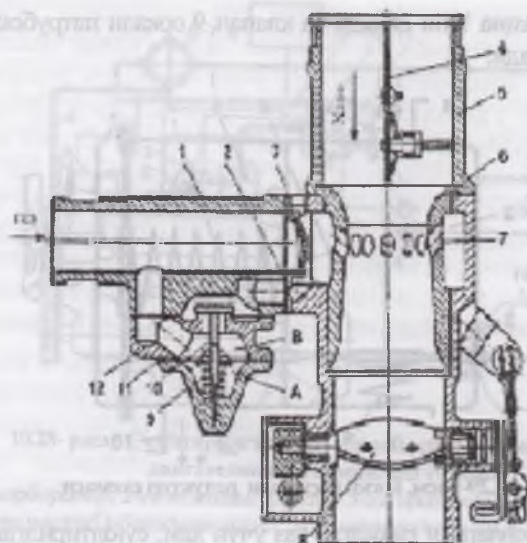


10.29-расм. Икки босқичли редуктор схемаси

Бундай редукторлардан сикилган газ учун ҳам, суюлтирилган газ учун ҳам фойдаланилади. Газларнинг таркиби ва хоссалари ўзгариб туришини ҳисобга олиб, редукторлар купинча *дрессел - дозаторлар* билан ускуналанади.

Улар редукторнинг иссиқлик хусусиятига қараб газнинг узатилишини ростлаб туради. ИЁД ишламаётганда аралаштиргичга газ ёриб киришининг олдини олиш учун тизимларда одатда вакуумли, электровакуумли ёки электромагнитли беркитувчи тузилмалар кўзда тутилади. Электр тузилмалари одатда ўт олдириш тизими билан блокировкаланади ва ўт олдириш узилганда газ узатилишини тўхтатади.

Газ-ҳаво аралаштиргич конструкцияси анча содда бўлади, чунки икки хил газдан аралашма ҳосил қилиш газ ва суюқликдан аралашма ҳосил қилишга қараганда анча осондир. Бундан ташқари, газ ёнилгилари 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 хавонинг 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 қаршиликнинг пасайишига эришилади ва тўлдириш коэффициенти юқори бўлиши таъминланади.



10.30-рasm. Автомобил ички ёнув двигателининг газ-хаво аралаштиргичи

А - экономайзернинг вакуумли қисми; Б - экономайзернинг газли қисми; 1 - киритиш труба; 2 - дозаловчи шайба; 3 - қисмий юкланиш режимлари учун дозаловчи шайба; 4 - тескари клапан; 5 - ҳаво кирадиган бугизнинг корпуси; 6 - газ чиқариш учун тешиклар билан диффузор; 7 - аралаштиргич камерасининг корпуси; 8 - экономайзер қопқоғи; 9 - пружина; 10 - экономайзер клапани; 11 - мембрана; 12 - экономайзер корпуси

Автомобил двигателларида одатда ҳамма цилиндрларга хам бир хил қўрсатувчи битта аралаштиргич ўрнатилади. Газ-хаво аралаштиргич конструкцияларидан бири 10.30-рasmда кўрсатилган. Дастлабки аралаштиргич газ ўтиши учун радиал тешиклар билан диффузорда содир бўладиган тешиклар газнинг патрубок 5 орқали келаётган ҳавода бир текс тарқатилади. Аралаштиргичда тескари клапан 3 бўлиб, экономайзер ишлаганда киритиш тизимига газ узагилишига ва газнинг тешикларига йўл қўймайди. Дроссел-заслонка 8 узатилаётган ёнилғи миқдор жиҳатдан ростлаш учун хизмат қилади. ИЁД кичик ва ўрта юкланиш билан ишлаганда ҳаво заслонкаси 4 дан аралашма таркиб қўшартириш учун фойдаланилади. Аралаштиргич тўлиқ юкланиш билан аралашмани қуюқлаштириш учун мўлжалланган вакуумли экономайзер билан таъминланган. Диафрагма 11 экономайзер бўшлиғини А камераларга ажратади. А камера дроссел ортидаги бўшлиқ билан туташ

сийракланиш клапан 10 ни ёпиқ ҳолатда тутиб туради. Дроссел-заслонка 5 охиригача очик бўлганда 4 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-расмдаги позиция 10 га қаранг).

Шундай қилиб, аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган, газда ишлайдиган ИЁДларда юкланишни аралаш усулда ростлаш қўлланилади. Қўпгина икки ёнилғили таъминлаш тизимларида газ аралаштириш тузилмаси махсус тагликда жойлаштирилади. Бу таглик бензин-ҳаво аралашмасини узатадиган одатдаги карбюраторли тизимга киради. Баъзан аралаш гарздаги карбюратор-аралаштиргичлар тайёрланиб, улар газда ишлаш учун мўлжалланган асосий дозалаш тизими, салт ишлаш тузилмаси ва эконостат билан ускуналанади.

11-БОБ. ИЁД ИШИНИНГ ЭКОЛОГИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

11.1. Заҳарли моддаларнинг чиқариб ташланиши

11.1.1. Умумий маълумотлар

Кўпгина саноат ва энергетика қурилмалари, шунингдек транспорт машиналари, шу жумладан, ИЁДли 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 бузди ва аҳоли учун ноқулай шароитни юзага келтиради. ИЁДли машиналар паркиннг узлуксиз кўпайиб ва саноатнинг тез ривожланиши бориши муносабати билан кейинги ўн йилликларда заҳарли моддалар ифлослантиргичларнинг атмосферага чиқариб ташланиши жуда кўпайди, 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 тугдирди. Атмосфера ва атроф-муҳитнинг заҳарланиши ифлосланиш муаммоси саноати ривожланган мамлакатларда 60-йиллардан эътиборан анча долзарб масалага айланди. 1959 йилдан бошлаб АҚШ, Ғарбий Европада атмосферага чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг чекли нормативлари жорий этилди. Уларда, хусусан, автомобил ёки ИЁДли чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини тегишли усуллар билан албатта текшириш кўзда тутилган. Ўша пайтдан эътиборан ҳозирга қадар турли мамлакатлар ва районларда юзага келган вазиятларни ҳисобга олган ҳолда, баъзи ҳолларда эса ёниги тежамкорлиги ҳамда автомобил ИЁДларини ишлаб чиқариш таннархи жиҳатдан зарар кўриш ҳисобига бўлган ҳам, чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг жоиз чекли нормаларини тобора қатъийлаштирилмоқда. Айни вақтда атроф-муҳитни ифлосланишини камайтириш чоралари программалари ишлаб чиқиляётган.

РОССИЯ да автомобил двигателлари учун чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг чекли миқдорлари 1971 йилда қонун тарикаси билан жорий этилган. Ўша пайтдан ҳозирга қадар бу нормативлар бир неча барча қатъийлаштирилди. Ҳозирги вақтда стандартларда янгитдан ишлаб чиқариляётган барча енгил ва юк автомобиллари, автобус ҳамда тракторларнинг двигателлари чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдорини белгиланган усуллар билан мунтазам равишда текшириб тури-

миқдорини, шунингдек автомобил дизелларида ишлатилган газлардаги тутун миқдорини даврий равишда текшириб туриш жорий этилган. ИЁДли транспорт машиналарининг атроф-муҳитни ифлослантиришига қарши кураш комплекс программаси ишлаб чиқилди ва амалга оширилмоқда. Унда халқ ҳўжалигини илмий асосда ташкил қилишнинг афзалликларини ҳисобга олган ҳолда қатор чора-тадбирларни амалга ошириш кўзда тутилган. Жорий этилган чеклашлар ва кўрилаётган чора-тадбирлар атмосферага чиқариб ташланадиган захарли 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 аҳамиятта эга бўлиб қолаётир.

11.1.2. ИЁДлар чиқариб ташлайдиган асосий захарли моддалар

ИЁДлар атмосферага чиқариб ташлайдиган ёниш маҳсуллари ёки ёнилғи ва мойнинг чала оксидланиш маҳсуллариининг одам организмни захарлайдиган ва атроф-муҳитни ифлослантирадиган ўнлаб компонентлари ичидаги асосий моддаларга CO , азот оксидлари, ёнмай қолган углеводородлар, альдегидлар, олтингугурт бирикмалари, кўрғошин бирикмалари ва курумни кўрсатиш мумкин. CO углеводородли ёнилғилар кислород етарли бўлмаган шароитларда ёнганида ҳосил бўлади. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда куюқ ёнувчи аралашмалардан фойдаланилганда атмосферага чиқариб ташланадиган CO миқдори карбонат ангидрид миқдорига тенг бўлиши ва барча ёниш маҳсулотлари ҳажмининг 10% ига етиши мумкин. Аралашма ҳосил қилишнинг ташкил этилиши мукамал бўлмаганда стехиометрик ёхуд ҳатто суюқлашган ёнилғи ёниши натижасида, яъни аралашманинг маҳаллий куюқлашиши мавжуд бўлганда (ёнилғи пардасининг ёки ёнилғининг чала буғланиши таъсири) ҳам CO юзага келиши мумкин. Аралашма ҳатто сифатли ҳосил қилинганда ва ёнилғининг ёниши учун кислород миқдори етарли бўлганида ҳам CO маълум миқдорда чиқиши мумкин. Мазкур ҳодиса карбонат ангидрид молекулаларининг диссоциацияланиши ҳамда карбонат ангидридга қайта рекомбинацияланиш (CO зарраларининг «музлаш» ҳодисаси) учун шарт-шароитларнинг мавжуд эмаслиги натижасида содир бўлиши мумкин. Дизелларда CO аралашма ҳосил бўлишидаги камчиликлар ва аралашманинг ўта куюқлашуви туфайли, шунингдек совуқ алангали реакцияларда углеводород молекулаларининг ўзгариши оқибатида ҳосил бўлади. Ёнилғининг кейинги ёниши давомида углерод оксиднинг кўп қисми

Углерод (II)-оксид (CO) гемоглобин ҳосил қилувчи фаол марр ишини тўхтатиб қўяди, бунинг оқибатида инсон организмда оксидл жараёнлари бузилади, бу эса ўлимга олиб келиши мумкин. Углеро оксиднинг ҳавода ҳажм бўйича миқдори 0,01% дан зиёд бўлганда орг сезиларли даражада захарланади. Бунда биринчи босқичда бош с пайдо бўлади, юрак уриши тезлашади, нафас қисади, одам қайт к Иккинчи босқичда кишини уйқу босиб, кейин ҳушдан кетиши мумкин миқдордаги CO билан сурункали захарланиш ҳодисасига ал эътиборни қаратиш зарур. Бундай ҳол CO нинг ҳавода ҳажм б миқдори 0,01% гача бўлганда юзага келади. Ҳайдовчилар, йўл хар хизмати ходимлари, катта шаҳарлардаги пиёдалар ана ш захарланишга дучор бўлишлари мумкин. Сурункали захарланиш оғриғи, қулоқ шангиллаши пайдо бўлишида, нафас олиш қийинлаши умумий ҳолсизланиш ва ҳаёт тонуси пасайишида намоён бўлади.

Азот оксидлари. Ёниш доирасига ҳос ҳароратларда, яъни 2400—2 дан баланд ҳароратда нейтрал азот оксидланади, натижада асосан NO келади ва жуда кам миқдорларда азотнинг бошқа оксидлари ҳосил б. Азот оксидлари аланга ортида, эркин кислород мавжуд бўлганда келади. Бунда ёниш ҳарорати қанча юқори бўлса, шунча кўп миқдорд оксидлари ҳосил бўлади. Аралашманинг таркиби $\alpha = 1,05-1,07$ га бўлганда азот оксидлари энг кўп миқдорда ҳосил бўлади. Одатда, жараёни жадаллашуви билан азот оксидларининг юзага келиши о. Ёнишдан сўнг газ ҳароратининг тез пасайиши цилиндрда кен бўлганда энг кўп миқдорда юзага келган азот оксидларининг «музла олиб келади. Кейинроқ, чиқариш тизимида ва атмосферада азот (II)- NO_2 ҳамда N_2O_5 га айланади, бунда азотнинг валентлилиги ортиши азот оксидларининг захарлилик даражаси зиёдлашади. Охирги оксид ангидрид) нам билан бирикиб кучли захарли нитрат кислотани қилиши мумкин. Бу кислота ўпка тўқималарини емириб, суру касалликларга сабаб бўлиши мумкин. Азот (II)-оксид кўзнинг ш пардасини, ўпкани яллиғлантиради, юрак-қон томир тизимида ту бўлмайдиган ўзгаришларга сабаб бўлади ва ҳоказо. Азот оксидлар жуда кам миқдори ҳам $(1-2) \cdot 10^{-4}\%$ хавфли ҳисобланади. Азот окси углеводородлар билан бирикиб захарли нитроолефинлар ҳосил қ. Уларнинг организмга зарарли таъсирини ҳеч қандай воситалар йўқотиб бўлмайди.

Углеводородлар. Зарядда ҳаддан ташқари қуюқ ёки суюқ аралаш

бундай зоналарда ёниш жараёни етарли тезлик билан ёки етарлича тўлиқлик билан тугаллана олмайди. Бундан ташқари, улар цилиндрда маълум сабабларга қўра алангаланиш бўлмаганда ҳам юзага келади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларда аланга совуқ деворга тегадиган жойда (қалинлиги 0,005–0,35 мм ни ташкил этадиган ўчиш зонасида) кўп миқдорда ёймай қолган углеводородлар пайдо бўлади. СН нинг кўп миқдорда юзага келишига поршен туби билан цилиндр устёзмасининг ҳаво (газ) сиқиб чиқаргичи орасидаги тиркиш, поршен каллагига атрофи бўйлаб устки компрессион халқага қадар бўшлиқ, шунингдек бошқа тор «чўнтаклар» ва тиркишлар мавжудлиги сабаб бўлади.

Мажбурий салт ишлаш режимларида киритиш тизимидаги юқори босим туфайли, айниқса, клапанларнинг бир йўла очиб бўлиш даври узайиб кетганда, янги аралашма ишлатилган 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 буғланиши, шунингдек таркибида мой ҳамда ёнилғи буғлари ва парчаланиш маҳсуллари бўлган карбюратор газларининг чиқиши (картерни сапун орқали шамоллатувчи берк тизим бўлмаганда) бензинда ишлайдиган ИЁДларда атмосферани ифлослантирувчи қўшимча манбалар ҳисобланади.

Дизелларда углеводородлар ёнилғининг ёмон тўзителилиши ҳамда чала ёниши туфайли салт ишлаш режимида ва жуда кичик юкланишларда атроф-муҳитга чиқариб ташланиши мумкин. Пуркаш охирида тўзиткич соплоси тешиклари орқали ёнилғи сизиши углеводородлар чиқишининг катта манбаларидан биридир. Бунда форсунка игناسининг беркитувчи конусидан қуйирокдаги қудуқчанинг ҳажми катталашганда тешиклар орқали ёнилғи сизиши ортади. Совуқлайин ишга тушириш режимларида ва ИЁД киздирилмасдан ишлатилганда ёниш камерасининг паст ҳароратли деворлари ёки бошқа соҳаларига ёнилғи тушиши оқибатида ёнмай қолган углеводородлар кўп миқдорда ажралиб чиқади. Улар сув буғлари билан бирикиб ок тутун ҳосил қилади, Умуман, дизел мунтазам равишда ишлаб турганида углеводородлар кам ажралиб чиқади. Ёнмай қолган углеводородлар бир неча юз кимёвий бирикмалар аралашмасидан иборатдир. Аралашма ёкимсиз ҳидга эга бўлиб, кўпгина сурункали касалликларни келтириб чиқаради. Айрим ароматик углеводородлар кучли заҳарлаш хусусиятларига эга бўлиб, қон ҳосил бўлишига, шунингдек

асаб тизимига наркотик таъсир кўрсатади. Атмосферага чиқариб ташланган углеводородлар тутун билан биргаликда смог (узоқ вақт тарқалмайдиган аччиқ тутун) ҳосил қилади. Куёш нури таъсирида углеводородлар азот оксидлари билан фотохимёвий реакцияга киришиб, одам организмига кучли заҳарловчи ва яллиғлантирувчи таъсир кўрсатиш хусусиятига эга бўлган озон ва пероксидларни ҳосил қилади.

Курум. Дизеллар ишлаганда қора тутун чиқиши ишлатилган газлар, курум борлиги билан тушунтирилади. Курум зарраларининг бошланғич ўлчамлари 0,02–0,2 мкм га тенг ва углерод ҳамда оғир углеводородларда ташкил топади. Улар углеводородли ёнилғиларнинг чала ёнилғи маҳсулларидир. Улар диффузион ёнишда аралашманинг бир жинсли бўлмаслиги натижасида юзага келади, чунки бундай шароитда ёнилғи оқиб тарзида тўзитилганда кислород етишмайдиган маҳаллий зоналар ҳамма вақт мавжуд бўлади. Аланганинг мавжудлиги уларда 1300 К дан юқори ҳароратда ёнилғи парчаланиб (пиролиз), қаттиқ углерод юзага келиши учун шароит яратади. Қаттиқ углероднинг кўп қисми ёнишнинг кейинги босқичларида карбонат ангидридга айлангунга қадар оксидланади, қанчалик қисми эса мос шароит юзага келганда йириклашиб, 0,4—50 мкм ва бундан катта ўлчамли тутун зарраларига айланади. Ёнилғининг охириги қисмлари ёмон пуркалганда (пуркаш босими паст бўлганда, тўзиткичдан ёнилғи томиганда ва ҳоказо), яъни ёниш жараёни охирилашиб, цилиндрдаги ёнилғи ёниб тугаётганида қора тутуннинг пайдо бўлиш эҳтимоли ортади.

Бензинда ишлайдиган ИЁДлардан курум кам чиқади ва унинг миқдори нормаланмаган. Курум, масалан, детонацион ёнишда пайдо бўлиш мумкин. Курумнинг ўзи одам организми учун заҳарли эмас, аммо у дизелда аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларининг амалга ошиш сифатини тушунингдек ёнилғи аппаратларининг ростилаиш даражаси ҳамда ҳолатини кўрсатувчи индикатор сифатида қаралади. Бироқ, курум қатор заҳарли углеводородлар, шу жумладан, ИЁД жуда кам миқдорда чиқарадиган канцероген сифатида қараладиган бензпирен адсорбенти сифатида ҳавфли ҳисобланади.

Альдегидлар таркибида (структурасида) кислород молекулалари бўлади ва улар қисман оксидланган углеводородларга киради. ИЁДларнинг ишлатилган газлари таркибида асосан формальдегид ва акролеинлар бўлади. Дизелларда альдегидлар алангаланишнинг кечикиш даврида алангаланиш олтидан бўладиган реакциялар давомида юзага келади, аммо кейинчалик деярли батамом ёниб кетади, шу сабабли уларнинг ишлатилган газларда

шунингдек форсункадан ёнилғи берилиши тугагандан сўнг тўзиткичдан томаётган ёнилғининг оксидланиши альдегидлар манбаи бўлиши мумкин. ИЁД кичик юкланиш билан ишлаганида ёки совуқлайин ишга туширилганида альдегидлар энг кўп миқдорда чиқарилади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларда улар детонацон ёнишда ҳам ажралиб чиқади. Кислородли углеводородлар — формальдегид ва акролеинлар нафас олиш йўллари ва шиллик пардаларни яллиғлантиради. Формальдегид марказий асаб тизими, жигар, буйракни шикастлайди ва олтингугурт бирикмалари билан димоғни ёрадиган ёкимсиз ҳид тарқатади.

ИЁД ишлаганида атмосферага чиқариладиган олтингугурт бирикмалари унинг цилиндрларида амалга ошувчи жараённинг ўзига алоқадор бўлмасдан, таркибида у ёки бу турдаги олтингугурт бўлган ёнилғилардан фойдаланилганда юзага келади. Бунда ёниш жараёнида сульфит ангидрид ва водород сульфид ҳосил бўлади. Олтингугурт (II)-оксид нам билан бирикиб сульфат кислота ҳосил қилади. Бу кислота одам организмини захарлабгина қолмасдан, балки ёнилғи аппаратларининг деталларини, цилиндрлар юзасини, клапанлар ва уларнинг уясини емиради ҳам. Олтингугурт бирикмаларини асосан дизеллар чиқариб ташлайди, чунки уларда ишлатиладиган арзон ёнилғилар таркибида олтингугурт кўпроқ бўлади. Сульфит ангидрид қон ишлаб чиқарувчи органлар—илик ва қоражигарни яллиғлантириб, углеводлар алмашувини бузади. Унинг кичик-кичик миқдорлари билан сурункали равишда захарланиш бош оғриғини, уйқусизликни келтириб чиқаради, шиллик пардани яллиғлантиради, баъзи ҳолларда эса бронхит, кўз шиллик пардасининг яллиғланиши (конъюнктивит) каби касалликларга сабаб бўлади.

Қўрғошин бирикмалари. Қўрғошин бензинга унинг детонацияга чидамлилигини ошириш учун қўшиладиган этил суюқлигида (тетраэтилқўрғошин) кимёвий боғланган тарзда бўлади. Цилиндрдаги аралашма ёнганида қўрғошин захарли бирикмалар ҳосил қилади. Бу бирикмалар атмосферага чиқарилади (қўрғошиннинг миқдорига кўра 80% гача қисми) ёки сўхта билан бирга ёниш камерасининг деворларига ўтиради. Шу боисдан қўрғошин бирикмалари фақат атрофдаги аҳоли учунгина эмас, балки автомобилларни ишлатадиган ва ИЁДларга техник хизмат кўрсатадиган кишилар учун ҳам хавфлидир. Улар организмда тўпланиб, моддалар алмашинувида ва қон ҳосил бўлиш жараёнларида бузилиш бўлишига олиб келади. Шу сабабли кейинги вақтда бензинларда этил суюқлиги миқдори кескин чеклаб қўйилди, йирик шаҳарларда

маҳсулотларини термохимёвий усулда қайта ишлаш йўли билан ёнилғиларнинг октан сонини ошириш қўлланилаётир.

ИЁД чиқариб ташлайдиган кўпгина захарли моддалар одатда организмнигина захарлаб қолмасдан, балки табиатга салбий таъсир кўрсатади, ўсимликларнинг ривожланишини секинлаштиради ернинг ҳосилдорлигини камайтиради. Чунончи, сульфид ангидрид хлорофил доналарини емиради, кўрғошпин ва унинг бирикмалари ўсимликларнинг тўпланиб, уларни инсон ва ҳайвонот дунёси учун хавфли қилиб қўяди. Углеводородлар пардаси сув бетини қоплаб оксидланиш жараёнларини тезлаштириб, кийинлаштиради, тирик организмларга салбий таъсир кўрсатади. Азот оксидлари ўсимликлар учун захарли бўлиб, озон ҳосил бўлишига шароит яратлади, у эса, ўз навбатида, ўсимлик дунёси учун зарарли бўлиб бирикмаларни ҳосил қилади. Моддаларнинг захарлилиқ даражаси уларнинг ҳавода санитария нормалари бўйича рухсат этилган чекли микдоридан боғлиқ. Бу нормалар турли мамлакатларда маҳаллий шароитнинг ўзига хос хусусиятларини эътиборга олган ҳолда белгиланади. Масалан, Россияда амал қилувчи нормаларга кўра, ИЁД чиқариб ташлайдиган газлар баъзи таркибий қисмларининг нисбий захарлилиқ даражаси ушбу нисбатда аниқланади:

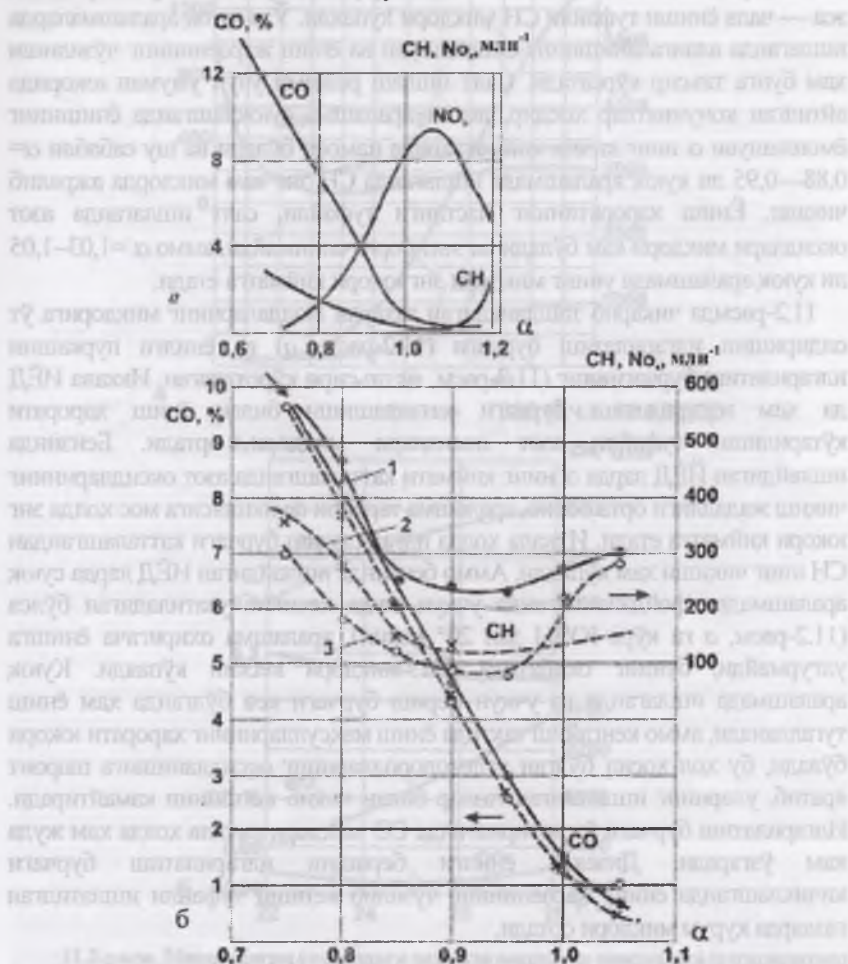
$$\text{CO} : \text{NO}_x : \text{CH}_4 : \text{SO}_2 = 1 : 75 : 2 : 60.$$

11.1.3. ИЁД чиқариб ташлайдиган моддаларнинг захарлилиқ даражаси

Ишлатилган газларда захарли моддаларнинг борлиги уларнинг микдори билан аниқланади. Бу микдор ҳажм бўйича фоизда, миллион улушларида 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 двигателнинг ишлатилган газларидаги захарли моддаларнинг микдори иш жараёнида ўзгариб туради ва унинг ростланишлари, иш режими ҳамда техник ҳолатига боғлиқ бўлади. 11.1-расмда бензин ишлайдиган ИЁД тўлиқ юкланиш билан ишлаганда (11.1-расм, а) ва сақлаб ишлаганда. (11.1-расм, б) чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг микдорининг аралашма таркибига қараб ўзгариши кўрсатилган. Кўриниб турибдики, двигател тўлиқ юкланиш билан ишлаганда, яъни камерадаги ҳарорат юқори бўлганда ва ёниш маҳсулотларида ҳаводаги азотнинг оксидланишига ёрдам берувчи ортиқча кислород мавжуд бўлганда атмосферага энг кўп микдорда азот оксидлари чиқарилган бўлади. Бу ҳодиса суяк аралашмада ишлаганда бўй беради. Аралашма янада суяклашган

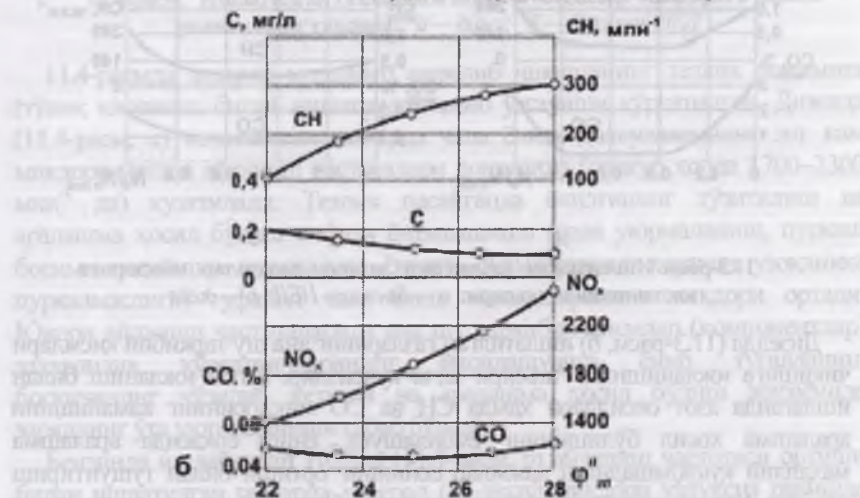
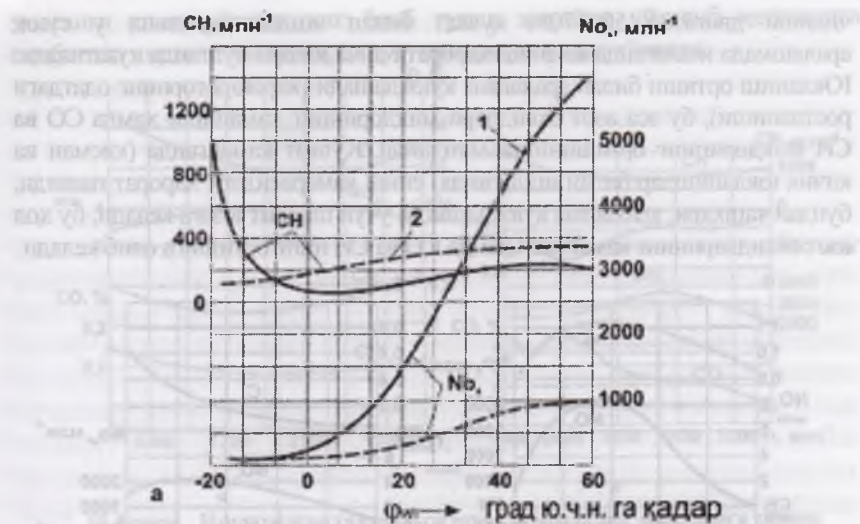
микдори камаяди. Куюк аралашмалардан фойдаланилганда ёниш маҳсулларида эркин кислород бўлмайди, бу ҳам азот оксидлари ажралиб чиқишининг камайишига сабаб бўлади.



11.1-расм. Бензкли ИЁД нинг ишлатилган газларидаги захарли моддалар микдорининг аралашма таркиби бўйича ўзгариши: а - тула юкланишда; б - салт ишлатишда; 1- $n = 600 \text{ мин}^{-1}$, 2 - $n = 700 \text{ мин}^{-1}$, 3 - $n = 800 \text{ мин}^{-1}$

бирмунча суюк бўлганда ($\alpha=1,08-1,12$) ундаги СН миқдори энг кам бўлади, бунда ҳавонинг ортиқлиги ошиб бориши билан ёнилғи алангаланишининг ёмонлашуви ва ёнишининг секинлашуви туфайли, аралашма қуюк бўлганда эса — чала ёниши туфайли СН миқдори кўпаяди. Ўта қуюк аралашмаларда ишлаганда алангаланишнинг ёмонлашуви ва ёниш жараёнининг чўзилиши ҳам бунга таъсир кўрсатади. Салт ишлаш режими учун умуман юқорида айтилган қонуниятлар ҳосдир, лекин аралашма суюклашганда ёнишнинг ёмонлашуви α нинг кичик қийматларида намоён бўлади ва шу сабабли $\alpha=0,88-0,95$ ли қуюк 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 қуюк 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 ИЁД да ҳам илгарилатиш бурчаги катталашиши билан ёниш ҳарорати кўтарилиши туфайли азот оксидлари миқдори ортади. Бензинда ишлайдиган ИЁД 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 ИЁД ларда суюк 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. Қуюк аралашмада ишлаганда ва учқун бериш бурчаги кеч бўлганда ҳам ёниш тугалланади, аммо кенгайиш тактида ёниш маҳсулларининг ҳарорати юқори бўлади, бу ҳол ҳосил бўлган углеводородларнинг оксидланишига шароит 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.

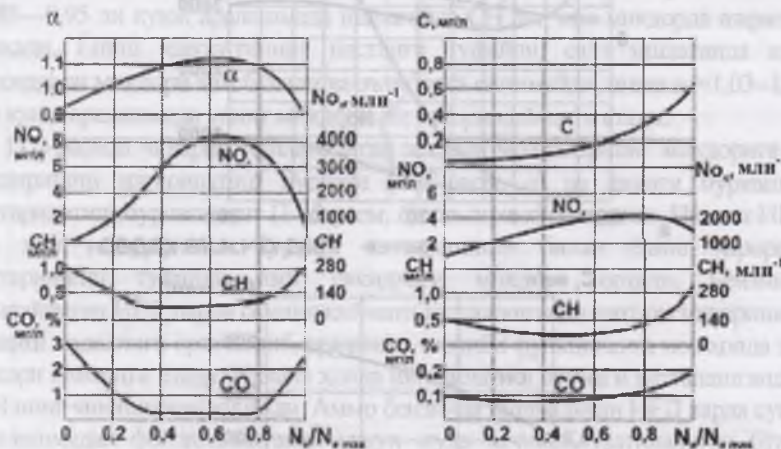


11.2-расм. Ишлатилган газлардаги захарли моддалар микдорига илгарилатиш бурчаги $\phi_{\text{ил}}$ нинг таъсири:

а-бензинли ИЁД: 1- $\alpha=0,9$, 2- $\alpha=0,82$; б-дизел

11.3-расмда айланиш частотаси ўзгармас бўлганда ИЁД юкланишининг

чикиши двигател 50—70% қувват билан ишлаганда, яъни у сун аралашмада ишлаганда ва ёниш ҳарорати анча юқори бўлганда кузатилад. Юкланиш ортиши билан аралашма куюклашади (карбюраторнинг одатда ростланиши), бу эса азот оксидлари миқдорининг камаиши ҳамда CO ва CH миқдорининг ортишини таъминлайди. Қувват камайганда (қисман кичик юкланишлар билан ишлаганда) ёниш камерасидаги ҳарорат пасаяд бундан ташқари, аралашма куюклашиши учун шароит юзага келади, бу ҳ азот оксидларининг камаиши ҳамда CO ва CH нинг ортишига олиб келади.



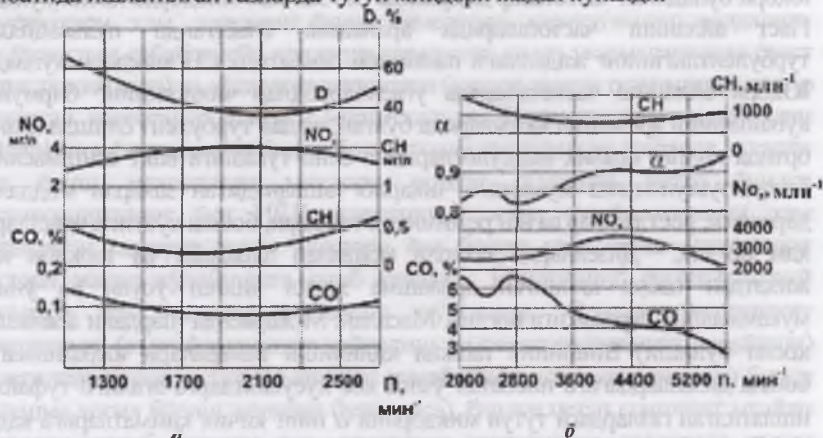
а

б

11.3-расм. Ишлатилган газлардаги захарли моддалар миқдорига юкланишнинг таъсири: а — бензинли ИЕД; б — дизел

Дизелда (11.3-расм, б) ишлатилган газларнинг ана шу таркибий қисмлар чиқишига юкланишнинг таъсири анча кучсиздир. Катта юкланиш билан ишлаганда азот оксидлари ҳамда CH ва CO миқдорининг камаиши аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашуви, ёниш соҳасида аралашма маҳаллий куюклашадиган ҳажмлар сонининг ортиши билан тушунтириш мумкин. Қувват камайганда (юкланиш кичик бўлганда) азот оксидларининг камаиши, шунингдек углерод (II)-оксид ва углеводородларнинг ортиши ёниш ҳароратининг пасайиши ҳамда ёнилғи түзителишининг сифат ёмонлашуви ва камерада ёнилғининг тўлиқ ёниши учун ноқулай шароит (ҳавода ёнилғи миқдори кам) соҳаларнинг нисбий ҳажмий катталашуви сабаб бўлади. Қувват ортиши билан камера бўйича умумий ҳа

эмаслиги ҳамда ёнилғининг ёниб тугаш жараёни чўзилиб кетганлиги оқибатида ишлатилган газларда тутун миқдори жадал кўпаяди.



11.4-расм. Ишлатилган газлардаги захарли моддалар миқдорига тезлик режимининг таъсири: а—дизел; б—бензинли ИЕД

11.4-расмда захарли моддалар ажралиб чиқишининг тезлик режимига (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 min^{-1} да) кузатилади. Тезлик пасайганда ёнилғининг тўзителилиш ва аралашма ҳосил бўлиш сифати ёмонлашиши (чала уюрмаланиш, пуркаш босими пасайиши натижасида ёнилғи оқимларининг керакли узокликка пуркалмаслиги) туфайли чала ёниш маҳсулларининг миқдори ортади. Юқори айланиш частоталарида ана шу таркибий қисмлар (компонентлар) захарлилик кўрсаткичларининг ёмонлашувига ёниб тугалланиш босқичининг чўзилиб кетиши ва аралашма ҳосил бўлиш жараёнида заряднинг ўта уюрмаланиши сабаб бўлади.

Бензинда ишлайдиган ИЕДда (11.4-расм, б) айланиш частотаси ортиши билан ишлатилган газларда углерод (II)-оксид миқдори узлуксиз равишда камайиб боради. Бунини ёнишнинг жадаллашуви ва ҳаво ортиқчилигининг 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

бурчагининг катталиги билан уйғунлашишига боғлиқ. Ёниш ҳарорати эн юқори бўладиган частоталар доирасида СН энг кам миқдорда 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 алан ортида қолган оралиқ 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 жihatдан қабул қилинган аралашма ҳосил қилиш усули ва уни мукаммаллик 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 миқдорини α нинг кичик қийматларига қадам қамайтириш учун шароит юзага келади. Шу билан бирга, жадал ва яхши ташкил этилган ёниш жараёни кўп миқдорда азот оксидлари чиқишини шароит яратади. Дизел 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 ИЁД ларникига қараганда пастроқ бўлади. Синтез 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 қамайишини аралашма ҳосил бўлиш жараёни икки босқичли ва жадалроқ эканлиги билан тушунтириш мумкин. Азот оксидлари чиқишининг қамайишига сабаб шуки, ёнишнинг бошланғич босқичи ёрдамчи камерада кислород етишмаган шароитда ўтади; газлар асосий камерага чиқариб ташлангандан 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 ёнилги билан ўта қуюқлашади ёки ўта суёқлашади. Биринчи ҳолда қурум, СО ва СН ҳосил бўлади, иккинчи ҳолда эса ёнилги тўлиқ

ишлатилган газларда тутун ҳамда чала ёниш маҳсуллари кескин кўпаяди. Дизелнинг тезлик режими ўзгарганида ёнилғининг пуркалиш ва тўзителиш хусусиятлари ҳам, ҳавонинг ёниш камерасида 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. Купинча ҳатто ёнилғи тежамкорлигининг ёки ИЁД қувватининг жуда оз ёмонлашуви ҳам ишлатилган газларда тутун миқдори ёки бошқа чала ёниш маҳсуллари миқдори жадал кўпайишига олиб келади. Ёнилғининг физик-кимёвий 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.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда заряднинг цилиндрда ҳаракатланиш тезлиги жадаллашуви ва унинг тартибсиз ҳаракатланиши ёниш жараёнини тезлаштиради, суёқ ёнувчи аралашмалардан фойдаланишга имконият яратади, натижада СО ва СН чиқиши камаёди. Бирок 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 тиркишларда 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, суёқ аралашмалардан фойдаланилганда азот оксидлари чиқишининг кўпайишига олиб келади. Тулиқ оксидланиш қийин бўлган металл сиртлар орасидаги тиркишларда тўпланадиган аралашма улушининг ортиши ва кенгайиш охирида ёниш маҳсуллари ҳароратининг пасайиши (натижада СН нинг қўшимча оксидланиши учун шароит юзага келади) оқибатида СН миқдори ортади.

Киришиш жараёни бошида клапанларнинг бир вақтда очиб бўлиши ҳам

ёниш хароратининг пасайиши ва кислород ортиклигининг камайиши олиб келади, натижада ишлатилган газларда азот оксидлари миқдор камаяди, аммо СН чиқиши ортади. Бу таъсир бир хилда бўлмасдан, ҳар хил юкланиш ва айланиш частоталарида турлича намоён бўлади.

Чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг умумий миқдоридан транспорт машиналарининг двигателлари ишида катта ўринни эгалловчи ўтиш жараёнлари муҳим рол ўйнайди. 11.1-жадвалда автомобил дизели (Д) ва бензинда ишловчи ИЁД (Б) га хос баъзи режимларда ишлаганда бир неча захарли моддаларнинг ишлатилган газлардаги миқдорлари келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, аксарият режимларда дизелнинг ишлатилган газларида захарли моддалар миқдори кам бўлади. Секинлашган режимда (мажбурий салт ишлашда) ва паст айланиш частотаси билан салт ишлаш режимда захарли моддалар миқдори орасидаги фарқ айниқса катта бўлади.

11.1-жадвал
Ишлатилган газлардаги захарли моддалар концентрацияси

Захарли моддалар	Ўлчов бирлиги	ИЁДнинг ишлаш режими							
		Салт ишлаш		Тирсакли валнинг ўзгармас айланиш ҳолатида		Тезланиш жала плаштирилган		Секинлашган-рилган	
		Б	Д	Б	Д	Б	Д	Б	Д
Углерод (II)-оксиди (ис.гази)	%	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
Алдегидлар	«	30	10	20	20	10	10	300	30

Бензинда ишлайдиган ИЁДда дроссел-заслонка берк ҳолатида бўлганда харорат ва босим паст бўлгани туфайли ёниш тезлиги пастлиги, янги аралашманинг қолдиқ газлар қўшилиб суюқлашиши, қуюқ ёнувчи аралашмадан фойдаланилиши оқибатида чала ёниш маҳсуллари (СО, СН ва альдегидлар) кўп миқдорда чиқади. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДда шиғов олиш режимда ва ўзгармас айланиш частотаси билан тўли

юкланишда ишлаш режимида ҳам қуюқ ёнувчи аралашма ишлатилади. Бу аралашма чала ёнганда заҳарли моддалар чиқиши кўпаяди.

Атмосферанинг ифлосланиш ва заҳарли моддаларнинг зарарлилик даражаси уларнинг нисбий заҳарлилиги ҳамда ишлатилган газлардаги миқдори билангина эмас, балки атмосферага чиқариб ташлаш жадаллиги билан ҳам белгиланади. Бу кўрсаткич эса куч агрегатининг иш режими ва қувватига боғлиқ. Машиналар ишлаётганда ИЁД чиқариб ташлайдиган моддаларнинг заҳарлилик даражасини энг аниқ тарзда баҳолаш учун амалдаги стандартларда кўзда тутилган тўлиқ синов цикллари ИЁДнинг турли иш режимларини ўз ичига олади. Бу режимлар енгил автомобиллар учун шаҳарда ҳаракатланиш шароитига 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 автомобил 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-жадвал

Ишлатилган газлардаги заҳарли моддалар миқдори

Заҳарли моддалар	Солиштирма чиқинди, г/кВт-соат		Ҳажм бўйича концентрация, %	
	бензинли ИЁД	дизеллар	бензинли ИЁД	дизеллар
Углерод (II)-оксиди (ис газ)	70—180	4—5,5	6 гача	0,2 дан кам
Азот оксидлари	27	12—19	0,5	0,25
Углеводородлар (жам)	14—140	2—4	0,05 гача	0,01 дан кам
Алдегидлар	3,4	0,14—0,2	0,03	0,002
Олпинугурт	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	-	-

11.2- жадвалда дизеллар ва бензинли ИЁДлар номинал режим ишлаганда чиқариб ташланадиган захарли моддалар миқдорига доир ўртача қийёсий маълумотлар келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики ишлатилган газларнинг захарлилигини белгиловчи асосий таркибий қисмлар бензинда ишлайдиган ИЁДларда азот оксидлари ва углерод (II) оксиддан, дизелларда эса азот оксидлари ва қурумдан иборат экан (турли хил захарли моддаларнинг ҳавода жоиз чекли миқдорига доир санитария нормаларига қаранг). Шундай қилиб, ушбу жадвал, биз юқорида айтган дизеллар ишлатилган газларининг захарлилиқ даражаси бензинда ишлайдиган ИЁДларникига қараганда пастроқ бўлади, деган хулосамизнинг тўғрилигини тасдиқлайди.

11.1.4. Чиқариб ташланадиган захарли моддалар миқдорини нормалаш

РОССИЯ да ишлаб чиқариладиган, умумий ишларга мўлжалланган енгил ва юк автомобиллари, автобуслар, тракторларнинг двигателлари чиқариб ташлайдиган захарли моддалар миқдори тегишли тармоқ стандартлар томонидан қатъий тарзда белгилаб қўйилади. Бу стандартларда синнов режим ва шароитлари, шунингдек қўлланиладиган аппаратлар ҳамда чиқариб ташланадиган ёниш маҳсулларининг асосий таркибий қисмлари СО, СН, азот оксидлари ва қурумнинг жоиз чекли миқдорлари (ишлатилган газларнинг тутунлилиқ даражасига кўра) кўрсатилади. Стандартлар захарли моддаларнинг жоиз чекли миқдорларини босқичма-босқич камайитири боришни кўзда тутди. Енгил ва кичик юк автомобиллари, шунингдек 1 тагача йўловчи учун мўлжалланган микроавтобуслар БМТ ЯЭК нинг 15 сонли Қоидаларига мувофиқ айланиш барабанлари бўлган маҳсулотларда, 4 марта такрорланувчи юриш цикли бўйича синовда ўтказилади. Мазкур Қоидаларда машиналарни шиғов олдириш, секинлатиш ва барқарорлашган режимларда синаш кўзда тутилган. Нормалаш автомобилнинг массасига қараб табақалаштирилган. Сапг ишлаш режимид СО миқдорини ва қартер газлари билан бирга чиқиб кетадиган СН миқдорини (қартерни очик усулда шамоллатиб турадиган тизимлари бўлган ИЁДлар учун) аниқлаш ҳам кўзда тутилади. Тулиқ массаси 3,5 т да ошадиган юк автомобилларининг ва ўриндиқлари сони 12 тадан кўп бўлган автобусларнинг бензинда ишлайдиган двигателлари моторли стендларда, 4 марта такрорланадиган (2 марта киздирилаётган ҳолда ва 2 марта иссиқ ҳолда) 9-режимли цикл бўйича синаб кўрилади. Чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг солиштирма миқдори синовнинг ҳар бир режим

программасига энг кичик айланиш частотаси билан ва номинал частотанинг 60% ини ташкил этувчи частота билан салт ишлаганда чиқариладиган СО миқдорини аниқлаш киради. Автомобил дизеллари стендларда 13 босқичли цикл бўйича синовдан ўтказилади. Бундан ташқари, ташқи тезлик характеристикаси 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 захарли моддаларнинг ўртача солишпирма миқдори юк автомобилларининг бензинда ишлайдиган двигателлариники сингари, синовлар цикли давомида чиқадиган захарли моддаларнинг умумий миқдоридан келиб чиққан ҳолда ҳисоблаб аниқланади.

Фойдаланишда бўлган, бензинда ишловчи ИЁДларнинг асосий қисми ГОСТ 17.22.03—77 га мувофиқ текширувдан ўтказилади. Бунда уларни минимал частотада ва номинал частотанинг 60% ига 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 жоиз чекли миқдорларга мос келиш-келмаслиги текширилади. Автокорхоналарда мазкур текширув 2-ТХК (техник хизмат кўрсатиш) дан сўнг, автомобил тузатиладиган ёки ИЁД нинг таъминлаш тизими ростлангандан кейин, ГАИ томонидан ўтказиладиган техник кўрувлар пайтида, шунингдек автомобилларни тузатиш корхоналарида ўтказиладиган техник кўрувлар пайтида амалга оширилади. Фойдаланилаётган автомобил 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 тизимларни тузатишдан ёки ростлашдан сўнг ўтказилади. Синов ишлари ИЁДни капитал тузатувчи заводларда ўтказилади (ГОСТ 19025—73). Ушбу стандарт ёнилғи

циклнинг 10 марта такрорлаган ҳолда айланиш частотасини энг кийматдан энг катта кийматга ошириш орқали кўпи билан 15 с ор ўтказилади. Тутун ўлчагичнинг кўрсаткичлари охириги тўрт циклда, стрелкасининг энг кўп оғиши бўйича ўлчанади. Энг юқори ай частотасида ўлчаш ишлари асбобнинг кўрсатишлари турғунлашганда олиб борилади.

11.1.5. ИЁД чиқариб ташлайдиган заҳарли моддалар миқдор камайтириш усуллари

Умумий ишларга мўлжалланган транспорт машиналарининг двигат чиқариб ташлайдиган заҳарли моддаларни камайтиришга қаратилган тадбирлар атроф-муҳитнинг муҳофаза қилинишини, кишиларнинг яшаш шароитлари соғломлаштирилишини, чиқариб ташланадиган з моддалар миқдорининг тегишли стандартларда белгилаб қўйилган миқдорларга ёнилғи тежамкорлигини жиддий ёмонлаштирмаган, чиқариш ва техник хизмат кўрсатиш нархини оширмаган ҳолда му келишини, энг юқори қувватга эришишни ҳамда оммавий фойдаланишни таъминланмоғи лозим. Махсус ишларга мўлжалланган атроф-муҳитта чиқариб ташланадиган моддаларнинг тозалиги жуда аҳамиятга эга бўлган шароитда (ер ости ва тоғ конларида, ёпиқ бинолар жумладан, омборлар, трюмлар, цехлар ва ҳоказоларда) ишлар машиналарнинг двигателлари учун ҳимоя чораларининг тулар қимматроқ комплекслари қўлланилиши мумкин. Уларнинг ҳажми ва мувофиқлиги муайян шароитга қараб аниқланади.

Заҳарли моддаларни камайтириш учун ҳозирги вақтда қўлланил усуллари уч туркумга ажратиш мумкин: иш жараёнини, биринчи нав аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларини такомиллаштириш жараёнини махсус ростлаш ва ИЁД конструкциясига тегили ўзгартишлар киритиш; мақсадга қаратилган чораларни қўллаш. Була ичида биринчи туркум чора-тадбирлари энг мақбули ва т хисобланади, чунки улар деярли ҳамisha ИЁДнинг барча кўрсаткич чунончи, ёнилғи тежамкорлигини яхшилашга қаратилгандир. жараённинг, конструкциянинг ёки заҳарли моддалар чиқишининг ўзи хусусиятлари билан боғлиқ бўлган дастлабки икки туркум чора-тадб дизеллар ва учкундан ўт олдириладиган ИЁД лар учун турли Муаммонинг ўткирлигини ёки заҳарли моддалар ҳосил бўлиш умумий қонуниятларини акс эттирувчи учинчи туркум чоралари

Дизелларда ишлатилган газларнинг захарлилик 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 ёнилғи пуркаш хусусиятлари: пуркаш босими ва давомийлиги, тўзитилиш майинлиги, ёнилғи оқимларининг сони ҳамда пуркаш масофаси билан мувофиқ бўлиши муҳим аҳамиятга эга эканлиги айтиб ўтилган эди. Аралашма ҳамж бўйича пардали усулда ҳосил бўладиган дизелларда ёнилғи оқимларининг поршендаги ўйикча баландлиги бўйича йўналганлиги, тўзиткич тумшуги 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 назаридан, аралашма ҳосил бўлиш жараёни энг мақбул тарзда ташкил этилганда ёниш тезлиги юқори бўлади, бу ҳол ишлатилган 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 бунда 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 жараённинг ростилалишини шу тарзда ўзгартириш ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллигини ва циклнинг энг юқори босимини пасайтиришга имкон беради. Агар дизел 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 кўрсаткичларини яхшилаш учун ЮЧН да поршен тепасидаги тирқиш кичрайтирилади. Аммо бунинг учун дизел деталларини янада аниқ қилиб тайёрлаш, бинобарин, ишлаб чиқариш технологиясини ўзгартириш ёки

камайтиришдан, шунингдек ёнилғининг қўшимча пуркалишларини ёнилғи охириги порцияларининг берилиши чўзилиб кетишини бартар этишдан иборат. Бу усул ёнилғи аппаратлари элементларини конструкциясини ўзгартиришни тақозо этади.

2. Аралашма ҳосил қилишнинг энг мақбул усулларини қўллаш. Аралашма ҳосил қилишнинг қабул этилган усули ва ёниш жараёнини мукамаллиги тутун ҳамда заҳарли моддалар чиқишига катта таъсир кўрсатади. Биз камералари ажратилган ва ажратилмаган дизелларни мазкур кўрсаткичлар бўйича юқорида таққослаган эдик. Аммо ҳатто камераларда бир хил бўлган ИЁДлар туркумида ҳам тулиқ юқланиш билан ишлаш режимида чиқадиған қурум ва азот оксидлари миқдорида фарқ бўлиши мумкин. Шу сабабли дизелли транспорт машиналаридан фойдаланиш талабларидан келиб чиқиб, баъзи ҳолларда заҳарли моддаларнинг энг катта миқдорда чиқишини таъминлайдиган аралашма ҳосил қилиш усуллари қўлланиладиган ИЁДлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин.

3. Туташга қарши қўшилмалар ишлатиш. Таркибида ишқорий металллар, айникса, барий бўлган ва ёнилғига масса бўйича 0,5—1% миқдорда қўшиладиған айрим махсус қўшилмалар ишлатилган газларда тутун миқдорини 2—3 марта ва альдегидлар ҳамда бензпирен чиқишини анчагина камайитириш хусусиятига эга. Улар дизелнинг асосий кўрсаткичларига таъсир қилмайди ва атмосферага чиқариладиган нейтрал бирикмалар ҳосил қилади. Мазкур қўшилмаларнинг камчилиги шундаки улар ёниш камераси ва тузиткичларда қатламлар ҳосил қилади, шу сабабли улар ёнилғига 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 шароитда алюминий, кремний ва магний оксидлари асосида яратилган, қайта тикланиш (регенерация) хоссасига эга бўлган ғовак филтрлар қўллаш орқали қурум зарралар миқдори самарали тарзда камайитирилиши мумкин. Дизел ишлаётган филтр ғовақларининг қурум билан беркилиб қолиши натижасида уларнинг ички қаршилиги ортади ва ишлатилган газларни тозалаш самарадорлиги пасаяди. Шу сабабли қурум вақт-вақтида қуйдириб 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 ИЁДнинг нархига қимматлаштириб юборади.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁД лар чиқариб ташлайдиган заҳарли 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 нобарқарорлигини циклдан-циклга камайтиришга имкон беради. Бунда циклнинг ф.и.к. яхшиланиши билан бир қаторда чала ёниш маҳсуллари (СО, СН ва альдегидлар) нинг чиқиши анча камаяди ҳамда азот оксидларининг чиқиши сезиларли даражада ортади (айниқса $\alpha \geq 1$ бўлганда).

ИЁД чиқариб ташлайдиган азот оксидлари миқдори чекли миқдорларга мос келиши учун шу мақсадга қаратилган тузилма ва усуллардан фойдаланилади. Улар қуйида кўриб чиқилади.

2. Карбюраторли ИЁДда аралашма ҳосил бўлишини яхшилаш. СО ва СН 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 тўзитилиши яхшиланади, шунингдек карбюратор ортидаги киритиш коллекторининг қизитилишини ИЁДнинг иш режимида қараб ростланадиган қилиш ҳисобига суюқ парда бартараф қилинади.

Одатдаги конструкцияли карбюраторлар ўрнатилган ИЁДларнинг салт ишлаш режимида ишлатилган газларнинг заҳарлилигини камайтиришга салт ишлаш тизимини 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. Россияда ишлаб чиқарилган «Каскад» қурилмасига ўхшаш алоҳида салт ишлаш тизими бўлган карбюраторлардан фойдаланилганда яхши натижаларга эришилади. Карбюраторни бошқаришнинг электрон тизимларини қўллаш турли иш шароитларида ёнилғининг дозаланиш аниқлигини оширишга ва иш режими ўзгарганда унинг сарфини ўзгартиришга кетадиган вақтни қисқартириш ҳисобига чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларни камайтиришга имкон беради.

3. Ёнилғи пурқаш тизимлари. Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усули айтиқса электрон бошқариш тизими билан биргаликда фойдаланилса, заҳарли чала ёниш маҳсуллари чиқиши камаяди. Бу қуйидагича содир бўлади:

ИЁД нинг доимий иш режимларида — ёнилғининг цилиндрларга с
текис тақсимланиши яхшиланиши ва киритиш коллекторини
деворларидаги суюқ парда бартараф этилиши ҳисобига;

оралик режимларда (ИЁДнинг тезлашуви ва секинлашуви)— реж
ўзгарганда ёнилғи сарфини ўзгартиришга (корректировкалашга) кетади
вақтнинг қисқариши гуфайли;

двигател билан секинлатилганда (мажбурий салт ишлаш)—ёнил
беришни узиб қўйиш эвазига;

салт ишлаш режимида — ИЁДнинг иссиқлик ҳолати ўзгариши
шунингдек атрофдаги ҳавонинг босими ва ҳарорати ўзгаришини ҳисоб
олган ҳолда ёнилғининг аниқ дозаланиши ҳисобига.

4. Мажбурий салт ишлаш тузилмалари. Двигател билан секинлат
режимларида аралашманинг ўта қуюқлашуви оқибатида ёнилғи ча
ёнади, аралашма алангаланмай қолади ва цилиндрларга кўп миқдорда м
сўрилади, натижада СО, СН ҳамда альдегидлар кўп миқдорда чиқарила
Бунга қарши курашиш учун сийракланишни ростлагичлар ва дроссел
заслонканинг ёпилишини секинлаткичлардан фойдаланила
Ростлагичлар аралашмани киритиш каналига кираётган қўшимча ҳ
билан суюлтиради, секинлаткичлар эса дроссел-заслонка кескин ёпилган
каналдаги сийракланишнинг ортиш тезлигини секинлатади. Иккала ҳол
ҳам сийракланишнинг камайиши натижасида цилиндрга мой кири
камаяди. Кўп ҳолларда карбюраторлар мажбурий салт ишлашда ИЁД
ёнилғи берилишини тўхтатадиган ва айланиш частотаси одатдаги са
ишлашга мос келувчи қийматга қадар камайганда ёнилғи бериш
улайдиган тузилмалар билан таъминланади (юқорида қайд этилган са
ишлаш экономайзерлари).

5. Учкундан ўт олишни жадаллаштириш. Транзисторли ва тиристорли
олдириш тизимлари учкун разряди қувватининг ошишини таъминлай
Бунинг натижасида ИЁД айниқса дросселлаш режимларида ишлаганда
суюқ аралашмалардан фойдаланилганда аралашманинг ишончли равиш
алангаланишига эришилади. Бу ҳол СО ва СН лар чиқаришни
камайишига олиб келади. Тиристорли тизимлар учкун разрядида кучлани
ўсишининг анча тик олд фронтини ҳосил қилади, бу эса ўт олдири
свечаси сўхта ва мой билан ифлосланганда ўт олишнинг ишончлилиги
оширади. Бирламчи ўт олдириш занжирини узувчи контакто
тизимларини қўллаш ИЁДни ишлатиш жараёнида унинг ишонч
ишлашини оширади, чунки бунда кулачокларнинг ейилиши, контактл
қуйиши, узгич ростланишининг бузилиши (булар ёнувчи аралашмани

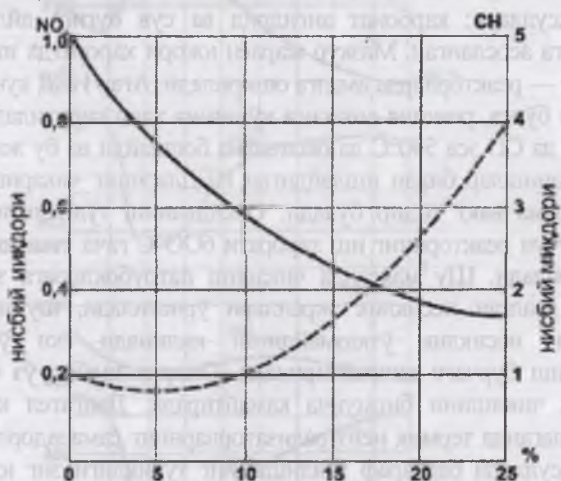
коникарсиз алангаланишига олиб келувчи сабаблардир) ўз-ўзидан йўқолади.

Баъзан ўт олишнинг ишончилигини ошириш ва ёнишнинг циклдан-циклга унумсиз бўлиб боришини камайтириш учун (айниқса, суюқ аралашмалардан фойдаланилганда ёки аралашма ёниш маҳсуллари қўшилиб суюқлашганида) ёниш камерасига бир хил тарзда ишловчи иккита ўт олдириш свечаси ўрнатилади. Бу ҳол ёниш жараёнинн тезлаштириши ва камеранинг детонацияга қарши хусусиятларини яхшилаши билан бирга СО ва СН лар чиқишини камайтиради. Айни чоғда азот оксидлари чиқиши ортади.

6. Ўт олдиришни илгарилатишда электрон бошқариш тизимларини қўллаш. Двигателнинг иш шароитлари ўзгарганида тезда ишга тушадиган бу тизимлар ИЁД НИНГ ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш билан бир каторда, кўп сонли омилларни ҳисобга олган ҳолда учкун чиқаришнинг энг мос лаҳзаларини танлашга имкон беради. Агар ИЁДга детонация датчиклари ўрнатиладиган бўлса, улар, бир томондан, қўлланиладиган ёнилғи хоссаларидан келиб чиқиб, сиқишнинг энг юқори чекли даражаларидан фойдаланиш, иккинчи томондан эса, курум, СО ва СН чиқишининг кўпайишига ҳамда ёнишнинг бузилишига олиб келувчи детонацияга барҳам бериш имконини беради. Бу тизимларни ёнилғи беришни бошқаришнинг электрон тизимлари билан бирга қўллаш иш жараёнини созлаш аниқлигини оширишга имкон беради. Бу эса чиқариб ташланадиган заҳарли моддаларнинг миқдори кўплиги билан ажралиб турувчи режимлар, хусусан, салт ишлаш режими учун жуда муҳимдир.

7. ИЁД ни газсимон ёнилғида ишлашга ўтказиш. Учкундан ўт олдириладиган ИЁД ларда ёнилғи сифатида газлардан фойдаланиш суюқ аралашмаларда ишлашга имкон беради, натижада ёниш камерасидаги ҳарорат пасаяди. Газ ёнилғилари ишлатилганда, бундан ташқари, анча бир жинсли ёнувчи аралашма ҳосил бўлади, унинг цилиндрларга тақсимланиши яхшиланади ва ИЁДнинг киритиш тизимида суюқ парда мутлақо пайдо бўлмайди. Натижада чиқариб ташланадиган СО миқдори 3–5 марта, азот оксидлари икки мартагача камаяди, СН миқдори анчагина камаяди, шунингдек, ИЁД совуқлайин ишга тушприлганда ва у қиздирилмасдан ишлатилганда ишлатилган газларнинг заҳарлилик даражаси пасаяди. Табиийки, бунда газ билан таъминлаш тизими герметик бўлиши ва унинг нозик жойларидан атмосферага газ чиқишининг олди олиниши керак.

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, куп ҳолларда эса куп билан 10% ни ташкил этади. Тажириба маълумотларига кўра, ишлатилган газларнинг 5% қисми қайта киргизилганда азот оксидларининг чиқиши дастлабки даражадан 40% гача, 15% қисми қайта киргизилганда эса—60—70% гача камаяр экан (11.5-расм). Мазкур усул чиқариб ташланадиган азот оксидлари миқдори кескин чеклаб қўйилган мамлакатларда енгил автомобилларнинг двигателларида бошқа чора-тадбирлар, масалан, оксидловчи нейтраллаш усули билан биргаликда кенг қўламда қўлланилмоқда.



ишлатилган газларни цилиндрга қайта киритиш, %

11.5-расм. Дизелдан чиқариладиган захарли моддалар миқдорига ишлатилган газлар рециркуляциясининг таъсири

2. ИЁД цилиндрларига сув киритиш. Сувнинг иссиқлик сиғими юқори бўлади, шу сабабли унинг ИЁД цилиндрларига киритилиши (одатда буғ ҳолида) ёниш ҳарорати ва тезлиги пасайишига олиб келади, натижада, ишлатилган газларни қайта киргизишда бўлгани каби, азот оксидларнинг чиқиши камаяди ҳамда СО ва СН миқдори бирмунча кўпаяди. Бунда ИЁДнинг қуввати ва иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичлари камаяди.

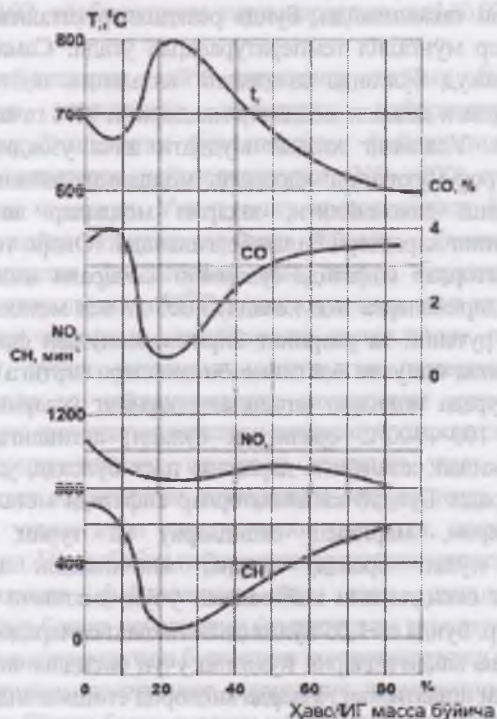
Маълумки, детонация билан ёнишда азот оксидларининг чиқиши, одатда, ёнишдагига нисбатан икки барабар кўпаяди. Шунинг назарда тутиш керакки, ИЁД га сув киритиш дозаланиш ёки ишнинг иссиқлик тартиби бузилганда, цилиндр-поршен группасининг ва киритиш тизими деталларининг коррозияланишига сабаб бўлиши мумкин.

3. Ишлатилган газларни нейтраллаш. Бу усул ишлатилган газларни махсус тузилма — ИЁДнинг чиқариш тизимига ўрнатилади. Нейтрализаторлар орқали ўтказишни назарда тутати. Ҳозирги вақтда қўлланилаётган нейтрализаторлар ишлаш принципига кўра термодинамик ва каталитик хилларга бўлинади.

Термик нейтрализаторларнинг иши CO , CH_4 ва альдегидларнинг тутилиш маҳсуллари: карбонат ангидрид ва сув бўлигига айланишга кўра кўйдиришга асосланган. Мазкур жараён юқори ҳароратда ишловчи маҳсулотлар — реакторларда амалга оширилади. Агар ИЁД қуюқ аралашма ишлаётган бўлса, реакция соҳасига қўшимча ҳаво киритилади (11.6- рақ. 1). CH_4 400°C да CO эса 500°C да оксидлана бошлайди ва бу жараён ўртача катта юкланишлар билан ишлайдиган ИЁДларнинг чиқариш тизимларини деярли ҳамма вақт содир бўлади. Оксидланиш тўлиқлиги ва тезлиги ошириш учун реакторнинг иш ҳарорати 600°C гача етказилади ва бунинг ҳам оширилади. Шу мақсадда чиқариш патрубокларига зангламайди, пўлатдан ясалган иссиқлик экранлари ўрнатилади, шунингдек реактор камералари иссиқлик ўтказмайдиган қилинади ёки ўт олдириш қилинади, илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади. Охириги тадбир ўз навбатида оксидлари чиқишини бирмунча камайтиради. Двигател катта юкланиш билан ишлаганда термик нейт-рализаторларнинг самарадорлиги, яъни чиқариш 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, агар бунинг учун нейтрализаторнинг габарит ўлчам-лари ва массаси катталаштириш талаб қилинади.

Нейтрализаторларнинг хизмат муддати автомобилнинг босиб ўтган йўл ҳисобида 160 минг километрни ташкил этади. Этилланган бензинларнинг фойдаланилганда нейтрализаторлар ўз самарадорлигини йўқотмайди, бунда уларнинг хизмат муддати қисқаради. Улар, асосан, учкундан олдириладиган ИЁДларда, кўпинча ишлатилган газларнинг захарли даражасини камайтиришнинг бошқа усуллари билан биргаликда

шидлари микдорини камайтирмайди. Дизелларда нейтрлизаторларни қўлаш самарасиздир, чунки уларда СО ва СН кўп чиқмайди ҳамда ишлатилган газларнинг ҳарорати пастроқ бўлади, бу эса ишлатилган газларнинг чала ёниш маҳсулларида керагича тозаланишини таъминламайди. Ҳаво ва ёнилғи билан ишлайдиган термик қўшимча ёндиргичлар жуда кам қўлланилади, чунки гарчи улар ИЁДнинг барча юкланишларида юксак самарадорлик билан ишласа ҳам, қиммат туради ва қўшимча ёнилғи сарфини талаб қилади.



11.6-рasm. Қўшимча ҳаво киритишга боғлиқ ҳолда иссиқлик нейтрлизатори иши самарадорлигининг ўзгариши

Суюқликли нейтрлизаторлар ишлатилган газларни кимёвий моддалар (натрий сульфат ва натрий карбонат) эритмаси орқали ўтказиш асосида ишлайди. Бунда заҳарли моддалар ана шу эритмага ютилади ёки кимёвий

ишлайдиган нейтритизатор энг оддий нейтритизатордир. У ишлат газларда курум, альдегидлар, олтингутурт бирикмалари микд камайтиради. Суюқликли нейтритизаторлар асосан дизел кулланилади. Уларнинг камчилиги шундаки, ИЕД ишламаётган п атрофдаги хавонинг харорати паст булганда улар музлаб колиши му Улар суюк эритмани анча тез алмаштириб туришни талаб қилади.

Каталитик нейтритизаторлар захарли махсулларнинг зар моддалар (карбонат ангидрид, сув буғи ва азот) га айланиш реакци алангасиз ўтишини таъминлайди. Бунда реакциялар катализатор си кечади. Реакциялар муътадил температураларда ўтади. Самарали и учун шароит мавжуд булганда замонавий каталитик нейтритизат ишлатилган газлардаги захарли моддалар микдорини 90% гача камайт имконини беради. Уларнинг хизмат муддати анча узокдир. Ула самарадорлиги атроф-мухитнинг харорати, модданинг катализатор ўзаро таъсирлашиш давомийлиги, захарли моддалар ва реакц соҳасидаги мухитнинг характери билан белгиланади. Юқори температ ишловчи катализаторлар сифатида (уларнинг самарали ишлаш до 300°Сдан юқори даражаларга мос келади) ноёб ва асл металлар (пла палладий, радий, рутений ва уларнинг бирикмалари) дан фойдалани Улар бир бутун сопол ташувчи ёки глинозём доналари сиртига қоплана

Паст температурада ишловчи катализаторларнинг (уларнинг сам ишлаш доираси 100—300°С оралигида булади) активлиги юқор катализаторларникидан сезиларсиз даражада паст булсада, улар бир баробар арзон туради. Бундай катализаторлар сифатида металл оксид (мис, никель, хром, марганец оксидлари) ва турли қотиш (зангламайдиган пулат, бронза, латунь, мис-никелли компаун ишлатилади. Азот оксидларини нейтраллаш учун, тикловчи мухит $\alpha < 1$) булиши зарур. Бунда $\alpha > 1,05$ булгандаёк тиклаш самарадорлиги к пасаяди. CO, CH ва альдегидларни йукотиш учун оксидловчи мухит булади, шу сабабли ишлатилган газларда кислород етишмаганда реакц соҳасига хаво юборилади. Оксидлаш реакцияларида ажралиб чи иссикликдан тизимнинг керакли хароратини бир хилда тутиб туриш фойдаланилади.

Бензинда ишлайдиган ИЕДларда уч ёклама ишловчи (яъни учта за моддага муължалланган) каталитик нейтритизатордан фойдаланил ишлатилган газларни тозалашда энг юксак самарага эришиш му Мазкур нейтритизатор чиқариш тизимида товуш сундиргич вазифини ўтайли. Бу хопла ИЕД бирмунча куюк ёки статикметрик ёнувчи ара

оксидлари қайта тикланади, иккинчисида эса қўшимча ҳаво берилганда чала ёниш маҳсуллари қўшимча оксидланади. Нейтрализаторнинг ф.и.к. энг юқори бўлишига эришиш учун қайтар алокали ИЁДга ёнилғи беришни кислороднинг парциал босими датчиги орқали бошқариш тизимларидан фойдаланилади. Бу датчик нейтрализаторга кириш жойига ўрнатилади. Аралашма стехиометрик таркиб орқали ўтганида датчикнинг ЭЮҚ кескин ўзгаради. Бунда бу сигнал ёнилғи сарфини бошқарувчи электрон тузилмага узатилади. Ёнилғи пуркаладиган тизимларда аралашманинг таркиби ушбу усулда $\alpha=1\pm0,02$, карбюраторли тизимларда эса $\alpha=1\pm0,07$ атрофида тутиб турилади.

Ишлатилган газларни қайта киргизиш тизими билан биргаликда қўлланиладиган оксидловчи каталитик нейтрализаторлардан ҳам фойдаланилади. Этилланган бензинлардан фойдаланилганда кўрғошин бирикмалари каталитик нейтрализаторни 100—200 соат ишлаганидан кейинок ишдан чиқаради. Унинг ишга яроқчилигини фақат реактивлаш йўли билан қайта тиклаш мумкин бўлади. Дизелларда каталитик нейтрализаторлардан фойдаланиш кам самара беради: улар, миқдори учкундан ўт олдириладиган ИЁДдагига караганда анча кам бўлган СО, СН ва альдегидлар чиқишини камайтиради, холос. Азот оксидлари деярли чиқарилмайди, чунки дизелнинг ишлатилган газларида кўп миқдорда кислород бўлади ва нейтрализаторда оксидловчи муҳит юзага келади. Бундан ташқари, дизелда ишлатилган газларнинг ҳарорати паст бўлади, шу сабабли нейтрализаторнинг самарали ишлаши учун шароит мавжуд бўлмайди. Дизел ишлатилган газларидаги курум тезда нейтрализаторни тўлдиради ва унинг ички қаршилигини оширади, натижада ИЁД нинг қуввати камаяди. Шу сабабли нейтрализатордан ишлатилган газ филтрлари билан биргаликда фойдаланиш ёки азот оксидлари чиқишини камайтиришнинг бошқа усулларини (ишлатилган газларни қайта киргизиш, ёнилғи беришни илгарилатиш бурчагини кичиклаштириш) қўллаш лозим.

ИЁД ишлатилган газларининг захарлилик даражасини пасайтиришнинг ишончли усули бўлган барча турдаги нейтрализаторлар (айниқса, каталитик нейтрализаторлар) транспорт воситасининг нархини анчагина қимматлаштириб юборади. Бундан ташқари, улар чиқишдаги акс босимни оширади (айниқса, қисман тўлиб қолган ҳолатдалигида), бу эса ИЁД қуввати 5—15% камайишига, қабулчанликнинг пасайишига ва шунга мос равишда ёнилғи тежамкорлигининг ёмонлашувига олиб келади. Шу сабабли, улар чиқариб ташланадиган захарли моддалар миқдори катъий чеклаб қўйилган ёки ИЁД алоҳида шароитда (бенк ҳоналарида,

шамоллатилиши чекланган иш жойларида) ишлаган ҳолларда фойдаланилиши мақсадга мувофиқдир.

11.1.6. Ишлатиш шароитларида ИЁД чиқариб ташлайдиган моддаларнинг заҳарлилик даражаси

Ишлатиш жараёнидаги ИЁДнинг техник ҳолати, шунингдек тизимларининг ростланиши атмосферага чиқариб ташланадиган моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорига катта таъсир кўрсатади. Машиналарга техник хизмат кўрсатишда буни эътиборга олиш зарур.

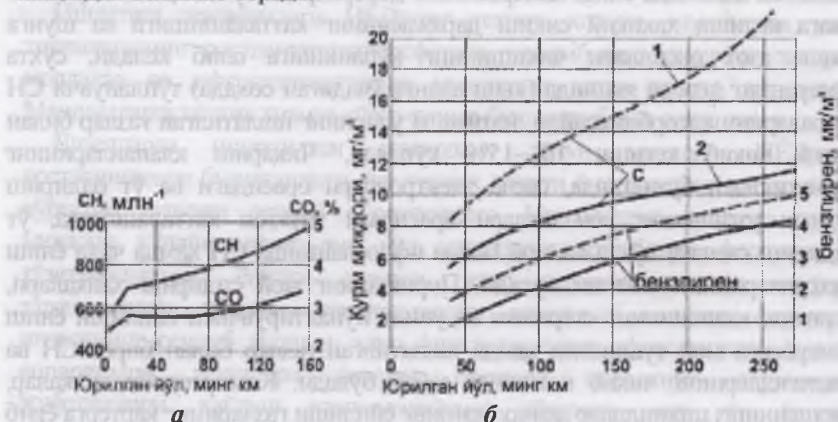
Дизелларда ишлатилган газлардаги тутун миқдори ИЁДнинг ростланишлари бузилганлиги ёки техник ҳолати ёмонлашганлигининг кўрсатиб турувчи асосий кўрсаткичдир. Ишлатилган газлардаги ифлосланиш миқдори кўпайишининг энг кўп учрайдиган сабаблари форсулканинг тўзиткичларидан ёнилғи сизиши, улар пружиналарининг ёмон тарангланиши, тўзиткич тешикларининг коксланиб қолиши, форсулка игнасининг осилиб қолиши, ҳаво филтёрларининг ифлосланиши, аппаратлари деталлари (юқори босимли насоснинг плунжер ва муфтликлари, ҳайдаш клапанлари)нинг ейилиши, энг кўп учраётган узатилишини чеклагичнинг нотўғри ўрнатилиши, клапанлар, бунда навбатда, чиқариш клапани зичлигининг бузилишидан иборат. Ҳодатда, СО, СН ва альдегидлар чиқиши кўпаяди, натижада ишлатилган газларда оқ тутун пайдо бўлиш жадаллиги ортади ва газнинг ўткирлашади. Поршен ҳалқалари, поршенлар ва гильзаларнинг ейилиши натижасида цилиндрда компрессиянинг ёмонлашуви ҳам юқори бўлиб ўрнатиш оқибатларга олиб келади. Бунда сиқиб охирида босим ва температура пасаяди, бу эса ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланиш ва ёниш шароити бузади ҳамда ишга туширишда ва кичик айланиш частотасида чакнашнинг ҳатто юз бермаслигига олиб келиши мумкин. Шу сабабдан газнинг картерга ёриб ўтиши ортади, натижада сапундан оқ тутун бошлайди, яъни ифлослантиргичлар картердан тўғридан-тўғри атмосферага чиқиб кетади.

Бензинда ишлайдиган ИЁДларда заҳарли СО ва СН ларнинг чиқариш санолиги салт ишлаш режимининг ростланиши катта таъсир қилади. Бу иш, заҳарли моддалар даражасини аниқлаш учун мўлжалланган аппаратлардан фойдаланмаган ҳолда бажарилади. Карбюраторларнинг салт ишлаш тизимлари ИЁДнинг турғун ишлатилиш таъминлаш учун зарур бўлган ростлаш доирасидан анча кенг доирага

Куюк аралашмадан фойдаланилади. ИЁД ни салт ишлатиб ўтказилган назорат синовлари автомобилларнинг 50—70 фоизи ҳаддан ташқари куюк аралашмада ишлашни ва чиқариб ташлайдиган захарли моддаларнинг чекли миқдорига кўра стандартларга мос келмаслигини кўрсатди. ИЁДни ишлатиш давомида ёниш камерасининг деворларида сўхта қатламларининг юзага келиши ҳақиқий сиқиш даражасининг катталашишига 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 тизими узгичининг контактлари орасидаги тиркиш катталашганда, ўт олдириш свечаси сўхта ва мой билан ифлосланганда СН ҳамда чала ёниш маҳсулларининг 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 қартерга ёриб ўтиши кўпайишига, қартерни шамоллатиш тизими очик бўлганда эса - СН ҳамда ёнилғи буғининг чиқиши кўпайишига олиб келади. Статистика маълумотлари шуни кўрсатадики, атмосферага чиқариб ташланадиган захарли моддаларнинг асосий улуши ўртача ва кўп йўл босган автомобилларга тўғри келар экан. 11.7-расмда автомобиллар оддий иш шароитида ишлаганда двигателларда ишлатилган газлардаги қатор захарли моддалар миқдорининг ўзгариши тасвирланган. Ейилишга синаш натижаларининг кўрсатишича, ўз моторресурсини ишлатиб бўлган ИЁДда қартер газлари билан СО нинг чиқарилиши 10—12 марта, СН нинг чиқарилиши 30 баравар, азот оксидларининг чиқарилиши 6 марта кўпайди, мойнинг қурумга айланиб исроф бўлиши эса янги ИЁДдагига қараганда 5 бараваргача зиёдлашди. Иш жараёнида машиналарга ўз вақтида ва юқори сифатли техник хизмат кўрсатиш захарли моддалар чиқиши 30— 40% камайишини таъминлайди.

Ҳатто техник жиҳатдан бенуксон бўлган ИЁДларни ҳар қуни ишлатиш жараёнида захарли маҳсулларнинг чиқишига машиналардан фойдаланиш ва уларни ҳайдаш шароитлари катта таъсир кўрсатади. Шуни назарда тутиш керакки, чиқариб ташланадиган захарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдори ИЁДнинг техник ҳолатига ва ундан фойдаланиш шароитига, унинг

этилганидек бўлишини таъминлаш, машиналарнинг ҳаракат режими тўғри танлаш, салт ишлаш давомийлиги, иш жараёнида транспорт воситасининг ўта юкланиши ва бошқа омиллар атмосферага чиқарилаётган захарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорини кўп ҳаддан белгилаб беради.



11.7-расм. ИЁД ни ишлатиш мобайнида захарли моддалар ажралиб чиқишининг ўзгариши: а - бензинли ИЁД; б - дизел; 1 - дизел ёнлгиси, 2 - газ конденсати

ИЁДнинг техник ҳолатидан қатъи назар, захарли моддалар чиқиши, ташқи иш шароитлари сезиларли рол ўйнайди. Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши, ҳаво билан совитиладиган ИЁДда эса совитиш ҳаво ҳароратининг баландлашуви, шунингдек бунинг натижасида устёпма цилиндрнинг совиш жаддлиги сусайиши ёниш соҳасида ҳароратнинг кўтарилишига олиб келади, бу эса чиқариб ташланадиган азот оксидлар миқдорининг кўпайишига сабаб бўлади. Бу камчилик айти пайтда ҳаётининг зичлигининг камайиши ва мос равишда камерада ёнишда босимнинг пасайиши билан қисман компенсацияланади.

Дизелларда киритиш тактида заряд зичлигининг камайиши ҳаётининг ортиқлигининг камайиши билан боғлиқ бўлиб, бу ҳол дизел катта юкланиши билан ишлаганда ишлатилган газларда тутун миқдори кўпайишига ва бошқаларга ёниш маҳсуллари ажралиб чиқишига олиб келади. Атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлганда бевосита қартер, карбюратор ва ёнилғи бакида углеводородлар ҳамда ёнилғи буғининг чиқиши ортади.

ИЁД тоғ шароитида ишлаганда захарли моддалар чиқишига таъсир кўрсатувчи асосий омил атмосфера босимидир. Денгиз сатҳидан баландлик орта боргани сари мазкур босимнинг муайян қонун бўйича пасайиши

Ўнги 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 ИЁДларда СО ва СН чиқиши кўпайишига, дизелларда эса ишлатилган газларда тутун миқдори ортишига сабаб бўлади. Цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришнинг камайиши туфайли ИЁД қувватининг табиий равишда камайиши унинг ўта юкланишига сабаб бўлади, натижада чала ёниш маҳсуллариининг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши янада кўпаяди. ИЁД газ конденсатларида ишлаганида атмосферага чиқариладиган захарли моддаларнинг ўзига хос хусусиятлари ёнилғининг физик-кимёвий хоссалари стандарт ёнилғилар хоссаларидан фарқ қилиши билан белгиланади. Масалан, ҳайдаш температуралари бензинникидан анча паст бўлган енгил газ конденсатларидан фойдаланилганда таъминлаш тизимининг турли қисмларидан углеводородлар ва ёнилғи бугининг ҳавога тўғридан-тўғри чиқиб кетиши ортади. Аммо енгил фракциялар-нинг фоиз миқдори ортиши ёнувчи аралашманинг бир жинслилиги ва унинг ИЁД цилиндрларига тақсимланиши яхшиланишига шароит 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, курум 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 курум сони эса стандарт дизел ёнилғисининг курум сонига караганда кичик, ҳайдаш температуралари анча паст ва цетан сони юқорирокдир. Шу туфайли улардан ИЁДларда фойдаланиш ишла-тилган 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 дизел ёнилғиси учун тавсия этилган қийматга нисбатан кечикиш томонга силжитиш орқали камайтирилади. Айни пайтда босимнинг ёниш жараёнида кўтарилиш жадаллиги ва циклнинг энг юқори босими пасаяди. Газ конденсатларидан фойдаланиш ҳатто мазкур ҳолда ҳам дизел ёнилғисидан фойдалангандагига нисбатан қулайроқ бўлган (ишлатилган газлардаги тутун миқдори бўйича) характеристикаларни

11.2. ИЁД ишининг шовқинлилик даражаси

11.2.1. Умумий маълумотлар

ИЁД ишлаётганда унинг цилиндрларида ажралиб чиқаётган исс энергиясининг бир қисми атроф ҳавосининг тебранишларини қилишга сарфланади. Бу тебранишлар киритиш ва чиқариш бўғи совитиш тизимининг вентилятори, деталларнинг ташқи деворлари ёрдамчи агрегатлар воситасида тарқатилади. ИЁД энергиясининг м қисми куч агрегати ўрнатилган машина қисмларини титра сарфланади. Бу энергиянинг бир қисми ҳаво муҳитининг тебраниш айланади. Акустик частоталарга мос бўлган ҳаводаги тебранма ҳ атрофдагилар томонидан машинанинг ташқи шовқини сифатида, каби салон ичидаги ҳайдовчи ҳамда йўловчилар томонидан эса ички ш сифатида қабул қилинади. ИЁД ишлаганда пайдо бўладиган шов машинанинг трансмиссияси, рамаси, кузови ва бошқа манбал чиқаётган шовқинлар қўшилиб кетади.

Баланд шовқин кишилар организмга, айниқса, эшитиш органлариг тизимига ёмон таъсир қилиб, чарчашга, турли касалликларга, м унумдорлиги ва сифати пасайишига сабаб бўлади, ташқи товуш сига ҳамда гапни эшитишга ҳалақит беради. Йирик шаҳарлар ва с марказларида автомобиллардан чиқадиган шовқин кишиларнинг дам с ҳамда нормал яшашини бузувчи асосий ноқулайлик манбаидир. Тран воситаларида, шовқиннинг асосий манбаи куч агрегати, яъни ҳисобланади. Шовқиннинг инсон организмга таъсири фазонинг бер нуқтаси учун шовқин даражаси ва спектрига боғлиқ. Шовқин дар таъсир этувчи товуш босимининг унинг $2 \cdot 10^{-5}$ Па га тенг бошл қийматиға нисбатининг йигирма қаррали логарифми билан аниқлана децибелда ўлчанади. Спектр эса шовқиннинг частота таркиби бўлиб, ўлчанади. ИЁДдан тарқаладиган товуш энергиясининг асосий қисми 2 8000 Гц гача бўлган соҳада тўпланади. Одам частота спектри турлича б айнан бир хил даражадаги шовқинни турлича сезади. Шовқиннинг мик баҳо-ларини субъектив идрокка яқинлаштириш мақсадида шовқинни қилиш учун шовқин ўлчагичнинг частота характеристика-ла фойдаланилади. Бу характеристикалар спектрнинг турли соҳалар товушларга одамнинг сезгирлигини ҳисобга олади. Товушнинг қилинадиган қиймати *товуш даражаси* деб аталади ва у дБА да ифодал Шовқин тарқатиш манбаи ҳосил қиладиган шовқин даражаси

шароитлари ва усуллари қатъий келишиб олинади. Ишлаётган ИЁДдан 1 м масофада шовқин даражаси 105—120 дБА га етиши мумкин. Манбадан тарқалаётган товуш энергиясининг берилган ра-диусли ярим сферанинг сирти орқали 1 с ичида ўтган умумий миқдори *акустик қувват* дсб аталади. Кўриб чиқиляётган тур-қумдаги замонавий ИЁДларнинг акустик қуввати 2—3 Вт ни ташкил этади. Ҳозирги вақтда саноати ривожланган барча мамлакатларда автомобиллардан ёки уларнинг куч агрегатларидан чиқадиған 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. Россияда автомобиллар шовқинининг жониз даражалари, шунингдек акустик характеристикаларини аниқлаш усуллари ГОСТ томонидан белгиланган. Статистиканинг далолат беришича, жониз чекли нормалар жорий этилгандан сўнг, автомобиллар чиқарадиған шовқин даражаси кейинги 10 йил ичида 3,4—4 дБА га камайди. Трактор ва комбайн дизелларининг шовқин ҳамда титраш характеристикаларига доир чеклашлар ҳам белгилаб қўйилган. Улар стенд шароитларида олинган. ОСТ орқали эса ишлаб чиқариляётган ва келгусида ишлаб чиқарилядиған автомобил дизелларининг шовқин даражаси белгилаб қўйилган.

Машиналар парки тобора кенгайиб бораётганлиги муносабати билан яқин йиллар ичида транспорт воситаларининг турли туркумлари бўйича жониз шовқин даражаларини қонун кучи билан ҳозирги даражаларга нисбатан 2—7 дБА га камайитириш қўзда 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. автомобилларники 77—81, трактор дизелларники 90—104 дБА ни ташкил этади.

11.2.2. ИЁДда шовқиннинг асосий манбалари

ИЁД ишлаганда пайдо бўлувчи шовқин ўз хусусиятига кўра ушбу турларга бўлинади: газ мухити тез ғалаёнланиши оқибатида чиқадиған аэродинамик шовқин; двигателнинг ташқи сиртлари тебраниши натижасида ҳосил бўлувчи структура шовқини; двигател ўриндиғида, яъни осмада тебраниш туфайли юзага келадиған ва машинанинг конструктив элементлари (рама, кузов, кабина, капот ва ҳоказо) титраши ҳисобига кучаядиған титраш шовқини.

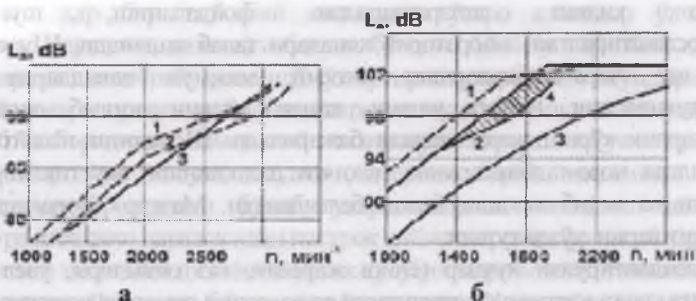
Аэродинамик шовқин газ алтмашиш тизими ишлаганда, яъни киритиш ва

шовкинларидан анча баланд бўлади. Масалан, чиқариш тизимининг шов даражаси труба кесигидан 2—3 м масофада 125—128 дБА га, киритиш тизиминики эса 1 м масофада 120—122 дБА га етади. Бирок, баъзи замонавий транспорт воситалари тўлдириш ва чиқариш жараёнлар пайдо бўлувчи шовқинни анча самарали сўндирадиган тизимлар билан ускуналанади. Бу тизимлар шовқинни 30—40 дБАга пасайтиради. Шовқин сабабли пасайтирилган аэродинамик шовқин кўп ҳолларда структур шовқинидан паст ёки унга тенг бўлади.

ИЁД 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 ИЁД цилиндрларида газ кучларининг жараён катталашиб бориши ва уларнинг деталларга қўйилиши туфайли (ёки жараёни шовқини), двигателнинг узеллари, узатмаларига, деталларининг туташ жойларига кескин юкланиш тушиш туфайли (механик шовқин), турбина агрегатлар (дизеллардаги ёнилғини пуркаш тизимлари, мой насоси, компрессор, динамомашини ва ҳоказо)нинг ишлаши туфайли пайдо бўлади. Унинг даражаси ёниш жараёнининг ташкил қилинишига, ИЁДнинг конструктив хусусиятларига (цилиндрларнинг жойлашуви, корпус деталларининг ўлчамлари ва бикрлиги, совитиш тури, агрегатлар юритмаси ҳамда механик юритмалар тури), тайёрлаш ва йиғиш технологиясига (деталлар материаллари, узел ва механизмлардаги тирқишлар, ИЁД тизимларининг ростланиши, ишлаётган куч агрегатларининг ҳолатига (маҳкамлаш деталларининг буриш маҳкамланиши, элемент ва узелларнинг ёйилиш даражаси, механизм ҳаракат тизимларнинг иш ростланишлари) боғлиқ.

Структура шовқинининг таркиби ва унинг умумий шовқин даражасидан улуши ҳар хил ИЁДларда турличадир. Муайян двигателда мазкур шовқин унинг иш режимида қараб ўзгаради. Одатда, дизелларда у учқундан олдириладиган двигателлардагига нисбатан анча баланд бўлади, бунга аввало ёниш жараёнининг таъсири сабаб бўлади. $dp/d\varphi$ нинг қийматлари юқори бўлган дизелларда ёниш жараёнига тўғри келувчи акустик қувватнинг улуши жараёнлар «паст шовқинли» бўлган ИЁДдагига нисбатан 4—5 барабар кўпдир. Масалан, аралашма ҳосил бўлиш жараёни одатда усулда ташкил қилинган КамАЗ-740 двигателларида энг катта буровий момент режимида ёниш жараёни акустик қувватининг улуши жадаллиги структура шовқинининг 80% ини ташкил этади, ҳолбуки ЗИЛ-130 дизелларида бу қисматнинг эътибори 16% ни ташкил қилади.



11.8-расм. ИЁДдаги товуш даражасининг айланиш частотасига боғлиқлиги:

а-иш ҳажми қуйидагича бўлган бензинли ИЁДлар учун:

1–7000 см³, 2–6000 см³, 3–4250 см³; б-иш ҳажми қуйидагича бўлган

дизеллар учун: 1 – 14860 см³, 2 – 7000 см³, 3 – 10850 см³.

4 – юкланишнинг тарқалётган шовқинга таъсири

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 тезорар дизеллардагига қараганда кўпроқ бўлади. Айланиш частотаси ортиши билан ИЁДнинг шовқин даражаси кўтарилиб боради (11.8-расм), бунда механик шовқинлар ёниш шовқинига нисбатан тезроқ кўтарилади. Шу сабабли, умуман ортишига қарамасдан шовқиннинг умумий даражасида ёниш шовқинининг улуши камаяди. Юкланиш ортиши билан дизел шовқинининг умумий даражаси жуда кам - 3-4 дБА кўтарилади (11.8-расм, б).

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда ёниш жараёнининг структура шовқини акустик қувватидаги улуши иккинчи даражалидир. Асосий таъсирни (айниқса, юқори айланиш частоталарида) механик шовқинлар, ИЁД 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). Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда шовқиннинг юкланиш бўйича кўтарилиши дизеллардагига қараганда тезроқ 10 дБА гача кечади. ИЁД валининг айланиш частотаси ортганда титраш шовқинининг даражаси жадалроқ кўтарилади.

11.2.3. Шовқинни пасайтириш усуллари

тахтил қилиш аппаратларидан фойдаланиш, шунингдек иxtисослаштирилган лаборатория хоналари талаб қилинади. Шу сабабдан ана шу чора-тадбирларнинг асосий мажмуи заводларда конструкциясини ишлаб чиқиш ҳамда уларни ишлаб чиқариш тайёргарлик кўриш жараёнларида бажарилади. Шовкинни пасайтириш қаратилган чора-тадбирларнинг моҳияти шовкиннинг акустик тарқатиш табиати ва келиб чиқиши билан белгиланади. Мазкур чора-тадбир кўйидагиларни кўзда тутати:

галаёнлантирувчи кучлар (ёниш жараёни, газ оқимлари, узел ва механизмларга юкланиш тушиш тарзи ва ҳоказо)га таъсир кўрсатиш;

таркатувчи юзаларга товуш тебранишлари узатилишини камайтириш (масалан, товуш ютиш хусусияти юқори булган конструкцион материаллар қўллаш йўли билан);

ташқи юзаларнинг тарқатиш даражасини камайтириш (чунончи, титан экранлари ўрнатиш, товушни пасайтириш, деталларнинг бирикмаши ошириш, уларнинг шакли ёки ўлчамларини ўзгартириш орқали);

ИЁД деталлари, элементлари, узелларини ёки бутун ИЁДни ташкил қиладиган материаллар билан коплаш (хусусан, узелни ёки бутун ИЁДни никоблаш). Одатда, товушни сўндиришда энг юксак самараларга эришиш учун турли усуллардан биргаликда фойдаланилади. Бунда асосий ошқоририлган чора-тадбирларнинг қўламини ва бу билан боғлиқ харажатларни кўпгина омиллар билан, шу жумладан, шовкинга доир чеклашлар даражаси ИЁД ва машина конструкциясининг вазифаси ҳамда ўзига хос томонлари ишлаб чиқариш имкониятлари, ишлаб чиқариш талаблари ва ҳоказолари билан белгиланади. Турли транспорт воситаларига (масалан, автобус ёки автомобилга) ўрнатиладиган биргина ИЁД учун товушни сўндиришга қаратилган чора-тадбирларнинг мулк ҳар хил қўламлиги талаб қилиниши мумкин. Шовкин даражасига қўйиладиган талаблар кескинлашгани сари сўндиришга қаратилган чора-тадбирларни амалга ошириш қилинадиган харажатлар ҳам ортиб боради.

Шовкинга қарши кураш усуллари унинг келиб чиқиши билан белгиланади.

Чиқариш тактидаги шовкин одатда сўндиргичлар қўллаш орқали пасайтирилади. Фойдаланиладиган сўндиргичлар инсон қулоғи учун афзал ноқулай даражадаги ва спектрнинг юқори час-тотали доирасидаги (6000 дан зиёд) шовкинни самарали тарзда пасайтиради. Шовкин сўндирилиш даражаси ва шовкиннинг частота таркиби сўндиргичнинг эмас, балки ишлатилган газларни ишқориб юбориш

тизимнинг ҳар бир таркибий қисмининг ўзаро алоқадор ўлчамлари (диаметри, узунлиги, ҳажми)га боғлиқ бўлади. Ана шу таркибий қисмлар ўлчамларини ихтиёрий равишда ўзгартириш шовкинни сўндиришнинг умумий самарадорлигини ёмонлаштириши мумкин. Ишлатилган газларни чиқариб юборадиган замонавий тизимларга товуш ютувчи *реактив сўндиргичлар* ёки товуш ютувчи материал билан копланган *актив сўндиргичлар* ўрнатилган бўлиб, улар чиқариш тактидаги шовкинни структура шовқини даражасидан пастроқ кийматларга қадар пасайтиради.

Киририш тактидаги шовкин акустик хусусиятлари мослаб танланган ҳаво тозалагичлар қўллаш билан пасайтирилади. Улар кўпинча қўшимча камералар билан биргаликда фойдаланилади. Бундай тузилмалар шовкиннинг юқори частотали ташкил этувчиларини самарали сўндиради, паст частотали таш-кил этувчилар эса катта ҳажмли ҳаво тозалагичлар ва узунлиги оширилган киририш патрубоклари ёрдамида сусайтирилади. Ҳаво тозалагичнинг ҳажмини ва киририш тизими қисмларининг ўлчамларини танлаш йўли билан спектрнинг барча частота доирасида шовкинни самарали сўндиришга эришилади. Киририш тизимининг механик шовқинлари ҳаво тозалагични ИЁДга титрашдан муҳофазаловчи таянчларда маҳкамлаш ёки моторли бўлинманинг деворига маҳкамлаш орқали пасайтирилади. Ҳаво тозалагичлар корпуси пластмассалардан (полиамид ва полипропилендан) тайёрланса ва улар мустаҳкамлик қобирғалари билан таъминланса, шовкинни сўндиришда қўшимча самарага эришиш мумкин.

Совитиш тизимининг вентиляторидан чиқадиган аэродинамик шовкин (ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда бу шовкин айниқса кучли бўлади) айланиш частотасини камайтириш, паррактарининг оралиғи (қадами) турлича бўлган вентиляторлар қўллаш, аэродинамик хусусиятлари яхшиланган қўйма конструкциялардан фойдаланиш, паррактар энини катталаш-тириш йўли билан пасайтирилади.

Дизелларда аралашма ёнганда чиқадиган шовкин иссиқлик жараёнини ташкил қилишнинг тегишлича усулларини қўллаш (пардали усулда ва девор яқинида аралашма ҳосил қилиш, ажратилган ёниш камералари), ростланишларни ёки ёниш чоғида $dp/d\varphi$ катталиққа таъсир қилувчи бошқа омилларни ўз-ғартириш (ёнилғини икки фазали ёки босқичли узатиш, пуркашни илгарилатиш бурчагини кичиклаштириш, ёниш камерасини иссиқлик ўтказмайдиган қилиш, ёнилғининг цетан сонини ошириш ва босим остида киририш усулидан фойдаланиш) орқали пасайтирилади. Шовқинга қарши курашнинг бу йўналишини амалга оширишдаги асосий

микдорларга қадар сўндиришга қаратилган чора-тадбирлар мажмуини қўллаш натижасида машина бирмунча (30—40 кг) оғирлашади. Агар ИЁД нинг конструкцияси шовкин даражасига қўйиладиган талаблар тобора қатъийлашиб боришини ҳисобга олган ҳолда олдиндан такомиллаштириб борилса, бу тадбирларнинг мутлақо ҳождати бўлмайди.

ИЁД шовқинини пасайтиришнинг энг самарали усули уни никоблаш, яъни ИЁДни товуш ютувчи анчагина қалин материалдан ясалган яхлит ғилоф билан беркитишдир. Шунда шовкин 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. ИЁД ишнинг иссиқлик режими ҳам ўзгаради. ИЁД ишлаганда чиқадиган шовқинни пасайтириш мақсадида баъзан валнинг номинал айланиш частотаси камайтирилади (11.8-расм). Статистика маълумотларига кўра айланиш частотаси 100 мин⁻¹га камайтирилса, товуш даражаси 1 дБА га пасаяр экан. Агар бунда қувватни ошириш учун қўшимча чора-тадбирлар қўрилмаса, айланиш частотаси камайиши натижасида ИЁДнинг масса-габарит кўрсаткичлари ва машинанинг иш кўрсаткичлари ёмонлашади. ИЁД ишлаётганида машинанинг салони, кузови, кабинасида пайдо бўлувчи *ички шовқин* куч агрегатини мувозанатлаш, айланма ва қайтма-илгариланма ҳаракат қилувчи деталларнинг номувозанатлигини камайтириш, таянчларга маҳкамланган ИЁДнинг титраш-акустика характеристикаларини яхшилаш йўли билан пасайтирилади. Бевосита ИЁД билан боғлиқ бўлмаган усуллар, хусусан, кузов ва кабиналарни зич ёпиладиган қилиш, машина конструкциясининг титрашга қаршилигини ошириш, мотор бўлинмасига шовкин ўтказмайдиган ва ютадиган тўсиклар ўрнатиш орқали ҳам шу мақсадга эришиш мумкин.

11.2.4. ИЁДни 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 ЯЭК нинг тавсияномаларида автомобилларда шовқин даражасининг ортиши кўпи билан 5 дБА бўлишига руҳсат этилади. Аммо транспорт воситалари ишнинг бу кўрсаткичи иш шароитида деярли назорат қилинмайди ва шу сабабли улар ишининг шовқинлилик даражаси жонз чекли даражалардан ортиб кетиб, атрофдагиларга ҳамда шу воситаларга техник хизмат кўрсатувчиларга ёмон таъсир қилади.

ИЁДни ишлатиш давомида ИЁД шовқин даражасининг ор-тиб кетиши олиб келувчи асосий сабабларни кўриб чиқамиз.

Биринчидан, деталларнинг ҳаракатланувчи туташ юзалари ейил-натижасида узел ва механизмлардаги (поршен — цилиндр, вал бўйи-подшипник, тишти ҳамда занжирли узатмалар ва ҳоказо) тир-катталашishi ҳисобига шовқин даражаси ортади. Оқибатда куч-қўйилган ёки уларнинг йўналиши ўзгарган пайтда динамик юкланиш-зиёдлашади, бу эса акустик тарқалишнинг ўсишига олиб келади.

Иккинчидан, шовқин даражасининг ортишига бирикма-маҳкамлигининг бузилиши сабаб бўлади, натижада машина-титраши кучаяди. Мазкур камчиликка машина айниқса оғир ва юклан-ўзғариб турадиган шароитларда ишлатилганда унга ўз вақтида ва сиф-қилиб техник хизмат кўрсатмаслик сабаб бўлиши мумкин.

Учинчидан, иш жараёнида ростлаб туриладиган тиркишлар (маса-клапанли механизмдаги, газ тақсимлаш юритмаси-даги тиркишлар-ҳоказо) катталашганда, шунингдек ИЁД иш жараёнининг дастла-ростланишлари (ўт олдиришни ёки пуркашни илгарилатиш бурч-циклдан-циклга ёки цилиндрлар ўртасида ишнинг нотекис тақсимланиш-ҳоказо) бузил-ганда шовқин кучаяди. ИЁДни тузатишда кривошин-ша-механизмининг айрим қисмлари массасига кўра танлан-алмаштирилганда унинг номувозанатлиги ортиши ёки тиркиш-катталашishi оқибатида двигател ишининг шовқинлилик дараж-қўтарилиши мумкин. Иш жараёнини тегишлича қайта ростламасдан-бўлмаган (октан ёки цетан сони кичик) ёнилғилардан фойдаланиш ҳам х-тузук ИЁДнинг шовқин даражаси ортишига олиб келиши мум-Транспорт воситасининг двигатели ҳосил қиладиган шовқин ИЁД-техник ҳолатига боғлиқ бўлмаган сабаблар туфайли ҳам зиёдлаш-мумкин. Ички шовқин кабина ёки кузовнинг, мотор бўлинмасидаги то-ўтказмайдиган тўсиқнинг герметиклиги, ИЁД осмасининг техник ҳол-бузилганда кучаяди. Ташқи шовқин капот, қанотлар ва шу кабиларн-маҳкамлиги бузилганда кучайиши мумкин. Нафақат ИЁДга, ба-машинанинг куч агрегати билан боғланган қисмларига ҳам техник хиз-кўрсатиш, маҳкамлаш ва ростлаш ишларини ўз вақтида ўтказиш машин-ишлатганда чиқадиغان шовқиннинг пасайишини, шунингдек ун-ишончилиги ортиши ҳамда хизмат муддати узайишини таъминлайди.

12-БОБ. ИЁД ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ. АЙЛАНИШ ЧАСТОТАСИНИ РОСТЛАШ

12.1. Умумий маълумотлар

Кўриб чиқиладиган туркумдаги машина двигателлари юкланиши ва айланиш частотаси кенг доирада ўзгариб турадиган шароитда ишлайди. Бу ўзгаришлар бажариладиган ишга ва ташқи қаршилиқларга 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. ИЁДнинг 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 ИЁДларнинг бир хилдалиги ва яхши сифатлилигини тасдиқлаш, ИЁДни тузатиш ёки модернизация қилиш сифатини уни ишлатиш даврида текшириш, двигателни маҳаллий иш шароитига мослаштириш учун ва бошқа мақсадларда *ИЁД характеристикаларидан*, яъни двигател иш кўрсаткичларининг ушбу омиллар: иш режими (айланиш частотаси, юкланиш), ростлаш омилли (аралашма таркиби, ўт олдиришни 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, учкундан ўт олдириладиган ИЁДда — дроссел-заслонка)нинг вазияти, айланиш частотаси ва иссиқлик режими ўзгармас бўлганда ўлчашлар орқали топилган нукталарга қурилган характеристикалар одатда мазкур мақсад учун мутлақо яроқлидир. Равшанки, бу ҳолда ИЁДнинг ўртача буровчи моменти ташқи қаршилиқлар моментига тенг бўлади. Бундай характеристикаларни синов режимини бериш ва бир хилда тутиб туриш, шунингдек ёнилғи ва ҳаво беришни ўлчаш аппаратлари ҳамда ИЁД нинг ҳароратини ва ишлатилган газларнинг чиқарилишини барқарорлаштириш учун тормоз қурилмалари билан ускуналанган махсус стендларда олиш

Нормаллаштирилган характеристикаларни олишда ИЁДни шароитлари, кўрсаткичларни ўлчаш аниқлиги ва тартиби ва шу каби давлат стандартлари: автомобил ИЁДлари учун ГОСТ 14846-81 бўлиши (ўзгаришлар билан) ҳамда трактор ва комбайн дизеллари учун ГОСТ 1680 билан қатъий тарзда белгилаб қўйилади. Вазифасига қараб, ИЁДнинг характеристикалари, асосий самарали кўрсаткичлардан ташқари, индикатор кўрсаткичларини, шу жумладан, индикатор диаграммасига даъво қилинган маълумотларни (p_z , $dp/d\phi$, ϕ , га ҳоказо), ёрдамчи ($\phi_{илт}$, t_n , D ва бошқалар) ҳамда баҳолаш катталикларини (η , α ва шу кабилар) ҳам ўз ичига олади. Мумкин. Махсус характеристикаларни олишда (масалан, илмий тадқиқотларнинг мақсадлари учун) синаш усуллари ҳамда катталик ва кўрсаткичларни ўлчаётган шароитлари белгиланади ва келишиб олинади.

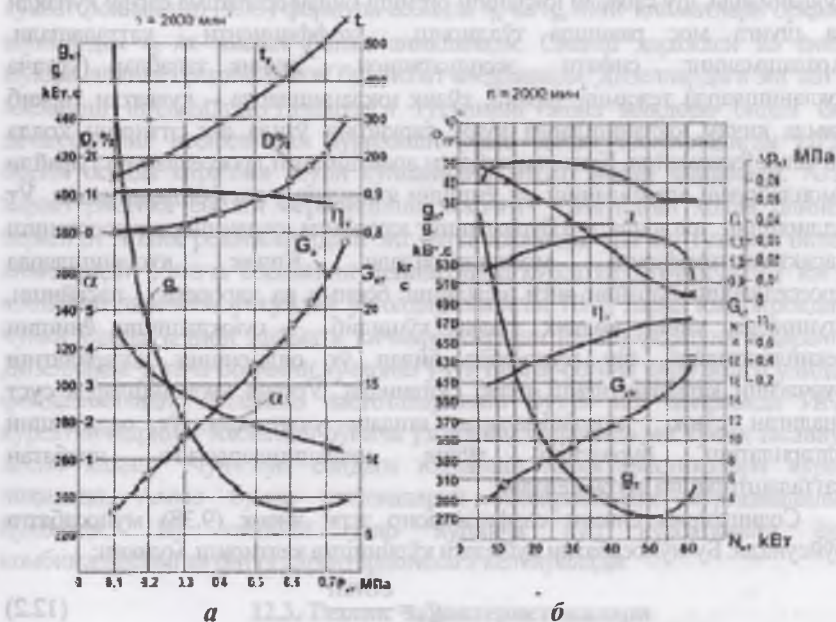
ИЁДнинг мавжуд шароитдаги иш кўрсаткичларидан бирор-бир (масалан, дизелларда ишлатилган газларнинг захарлилик даражаси)нинг ишдаги тутун миқдори) барқарорлашган режимда олинган маълумотларнинг анчагина фарқ қилган ҳолларда синовлар амалдаги стандартларга мувофиқ ўзгарувчан режимларда ўтказилади. Барқарорлашган режимдаги ИЁДнинг характеристикаларининг асосий турларини кўриб чиқамиз.

12.2. Юкланиш характеристикалари

Юкланиш характеристикалари деганда ўзгармас айланиш частотада ИЁД кўрсаткичларининг юкланишга боғлиқлиги тушунилади. ИЁДнинг характеристикаларини олишда кўрсаткичлар изчил тарзда, нуктадан нуктага ўлчаб қўрилади. Бунда ИЁДга ёнилғи берилиши юкланишни рост равишда мосламаси (дизелда – ёнилғи насосининг рейкаси, учкундан олдириладиган ИЁДда эса – дроссел-заслонка) ёрдамида ўзгартирилади ҳамда двигател валининг айланиш частотаси стандартнинг тоғди қўрилмаси ёрдамида бир хилда сақлаб турилади. Юкланиш кўрсаткичларнинг 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 баъзан номинал қийматдан ҳам оширган ҳолда олинади. Кейинги ҳолда ёнилғининг чекли берилишини чеклагич узиб қўйилади. Мумкин бўлган барча сон-саноксиз характеристикалардан одатда бир нечтаси, яъни иш тезлиги, доирасидагилари ва бирор мулоҳаза (номинал режим, энг катта буровчи момент режими ва ҳоказо)га кўра энг аҳамиятлилари танлаб олинади.

Босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелнинг ва карбюраторли ИЁДнинг юкланиш характеристикалари 12.1-расмда келтирилган. Улар иккала турдаги ИЁД юкланишнинг роллаш характеристикаларини яққол акс эттириб турибди.



12.1-расм. Юкланиш характеристикалари:

а-босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизел; б-карбюраторли ИЁД

Дизелларда (12.1-расм, а) юкланиш сифат жиҳатдан ролланадиган бўлса, юкланишнинг ошириш учун циклик ёнилғи миқдори қўпайтирилади, 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:

$$\alpha = \frac{G_{ox}}{G_o l_o} \quad (12.1)$$

Юкланиш бутун доирада ортганида киритишда янги заряд исиши натижасида цилиндрга берилаётган ҳаво миқдори бирмунча (6—10%)

бироз кўпаяди. Дизелларда юкланиш бўйича α нинг узлуксиз камайиши ана шу билан тушунтириш мумкин.

Учкундан ўт олдириладиган ва аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган ИЁДларда юкланишни миқдор жиҳатдан ростлаш усули кўп 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 ўзгармайди. Қуюқ таркибдаги аралашмадан дросселланиш туфайли ёмонлашувчи алангаланиш ва ёнишни яхшилаш учун фойдаланилади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг катталиги юкланишнинг ростланишига характеристикаларига мослаштирилади. Кичик юкланишларда дросселланиш туфайли янги заряднинг босими ва ҳарорати пасайиши шунингдек унинг қолдиқ газлар қўшилиб суюқлашиши ёниш секинлаштиради, шу муносабат билан ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштириш талаб қилинади. Ўртача юкланишларда суюқ ёнадиган суюқ аралашмаларда ишлаш учун ҳам ўт олдириш илгарилатиш бурчагини тўлиқ юкланишлардагига нисбатан катталаштиришга тўғри келади.

Солиштирма ёнилғи сарфига доир эгри чизик (9.38) муносабат бўйсунди. Бу муносабатни қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$g_e = \frac{const}{\eta_i \eta_m} \quad (1)$$

Салт ишлаганда ($Ne = 0$) иккала ИЁД учун $\eta_m = 0$ ва $g_e = \infty$ бўлади. Юкланиш ортиши билан η_m узлуксиз катталаша бориб, энг катта (0,7 — 0,8) қийматта етади, бунинг оқибатида g_e камайди. Дизелларда кичик юкланишлар соҳасида ёнилғи тежамкорлигининг яхиланиши η_i нинг киймати каттароқ бўлгани учун тезроқ содир бўлади. Юкланиш энг катта юкланишнинг 70—80% ини ташкил этганда g_e энг кичик қийматга пасаяди ва дизелларда — аралашма ҳосил бўлишининг бузилиши ҳамда ёнишнинг камайишида давом этиши туфайли, учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда эса—экономайзернинг ишга туширилиши ва қуюқ аралашма ишлашга ўтилиши туфайли яна кўтарилга бошлайди. Берилган тезлашув режимида ёнилғининг энг яхши тежамкорлигини ифодаловчи g_e нинг экинчи кам даражаси индикатор иссиқлигидан фойдаланишнинг мукамаллиги

кўра ишлатилган газларнинг ҳарорати t_f ва ИЁД деталларининг умумий ҳарорати кўтарилади. Юкланиш бир хил бўлганда t_f нинг даражаси дизелларда пастроқ бўлади, чунки уларда ёниш маҳсуллари цилиндрларда тўлароқ кенгаяди. Бензинда ишлайдиган ИЁД 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. Сиқиш даражаси ва ёниш мукамаллиги ортиши билан бу нисбат зиёдлашади. Дизеллардаги энг катта юкланиш ишлатилган газлардаги тутуннинг жоиз миқдори билан ёки деталларнинг иссиқликдан зўриқиши (ҳаво билан совитиладиган ИЁД, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД) билан чекланади. Агар характеристика ёнилғи берилишини чеклагич ўрнатилган ҳолда олинса, берилган тезлик режимларидаги энг катта юкланиш ана шу тузилма билан аниқланади. Ўртача босимнинг солиштирма кўрсаткичи бўйича энг катта юкланиш даражаси учкундан ўт олдириладиган ИЁД ларда юқорирокдир, 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 ИЁД кўрсаткичларнинг юкланиш бўйича ўзгариши тўғрисида энг тўлиқ тасаввур ҳосил қилиш учун кўп сондаги юкланиш характеристикалари кўриб чиқилади. Аммо бунда натижаларни тасвирлашдаги кўرғазмалилик йўқолади. Шу сабабли улар кўпинча кўп кўрсаткичли ёки комбинацияланган битта характеристикага келтирилади.

12.3. Тезлик характеристикалари

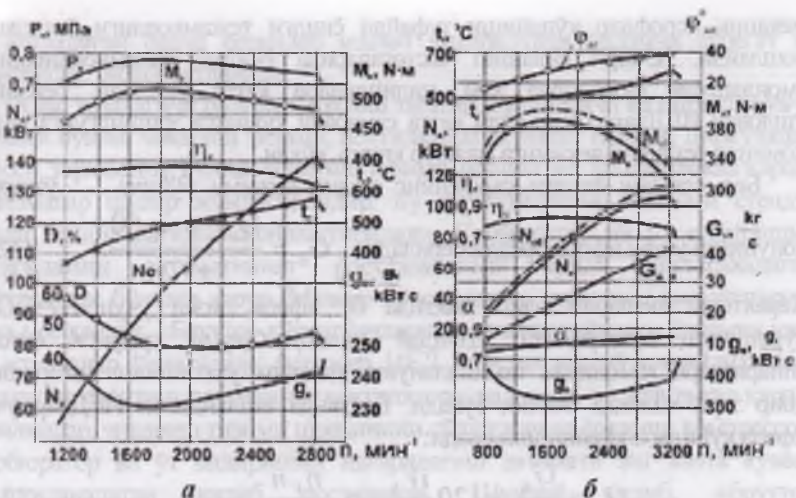
Юкланишни (ёнилғи узатилишини) ростлаш тузилмасининг вазияти ўзгармас бўлганда ИЁД кўрсаткичларининг тирсакли валнинг айланиш частотасига боғлиқлиги *тезлик характеристикаси деб* аталади. Агар ростлаш мосламасининг вазияти тўлиқ юкланишга тўғри келса (бунда дизел ёнилғи насосининг рейкаси охиригача сурилган ҳолатда, учкундан ўт олдириладиган ИЁД да эса дроссел-заслонка охиригача очилган ҳолатда бўлади), тезлик характеристикаси ташқи характеристика дейилади.

У ИЁД учун асосий бўлиб ҳисобланади ва кўпинча техникага доир ҳамда справочник адабиётларда, шунингдек паспорт маълумотларида келтирилади. Юкланишни ростлаш мосламасининг оралик вазиятларида *қисмий тезлик характеристикалари* ҳосил бўлади. Уларни истаганча олиш мумкин, аммо амалда турли нуктаи - назарларга кўра аҳамиятли бўлган уч-тўрттасини олиш билан чекланилади. Тезлик характеристикалари кетма-кет

частоталарида ИЁД ишининг барқарор шароитларига мос келади. Ҳа айланиш частотаси ростлагичлари билан жиҳозланадиган дизеллар (12.6-параграфга қаранг) тезлик характеристикалари мазкур ростлагич чекланадиган энг катта частотагача олинади. Бу ҳолда характеристикасининг номинал частотадан энг катта частотагача қисми рейканинг ўзгарувчи вазиятида ростлагич таъсирида ҳосил бўлган ростлаш тармоғини ташкил этади. Ташқи қаршилиқлар кучли ўзғариб турадиган шароитда фойдаланиладиган кўпгина машиналар дизеллари учун тезлик характеристикаларининг (ташқи ва қисмий) ростлаш тармоқлари иш тармоқлари ҳисобланиб, ИЁДнинг иш кўрсаткичлари машинанинг сифати шаклланишида катта аҳамиятга эга, шу сабаб ростлаш характеристикалари кўринишида алоҳида берилади (12.6-параграфга қаранг). Буровчи момент, қувват ва ўртача босимнинг тезлик характеристикаси бўйича энергетик кўрсаткичлари ҳар бир айланма частотаси учун энг катта кўрсаткичлар ҳисобланади ва ИЁД ни иш шароитида уларнинг мумкин бўлган қийматлари доирасини чеклаб қўйилади. Дизел (босим остида киритиш усули қўлланилмаган) ва карбюраторлиқ дизеллар тезлик характеристикаларининг энг кўп қўлланиладиган тури бўлиб, улар расмда кўрсатилган. Характеристикалар номинал режимга қадар берилган. Номинал режимда энг катта айланиш частотасини чеклагич ишга туширилади. Айланиш частотаси бўйича $M_e(p_e)$ нинг ўзгариш қонуниятини (9.35) билан аниқланади. Бу ифода берилган ИЁД ва синов шароити учун

$$p_e = C \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \eta_m \text{ кўринишида берилиши мумкин.}$$

Карбюраторли ИЁДларда ташқи тезлик характеристикаси бўйича катталик аралашманинг қувватли таркибига мос келади ва жуда катта бўлади: тезлик режими ошиши билан аралашма ҳосил бўлиши ва ёниши раёнлари яхшиланиши туфайли бирмунча катталашади. Индикатор фойдаланиш яъни иссиқликдан фойдаланиш, 9-бобда айтиб ўтилганидек, айланма частотаси ортиши билан яхшиланади, аммо бунда ўт олдириш илгарилатиш бурчагининг катталашуви таъминланган бўлиши шарт.



12.2-расм. Ташқи тезлик характеристикалари: а-босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизел; б-карибюраторли ИЕД

Механик ф. и. 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:

$$p_e = C \eta_i \eta_m G_{ue} \quad (12.3)$$

Ана шу омилларнинг ($\phi_{ил}$, η_i , η_m , G_{ue}) биргаликдаги таъсири дизел учун p_e нинг ташқи тезлик характеристикаси бўйича қандай кечишини белгилаб беради. Дизелнинг ёнилғи аппаратлари томонидан таъминланадиган $G_{ue} = f(n)$ 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 ҳисобланади. Тезлик ортиши билан η_i катталашади ва η_m кичиклашади, натижада g_e пасаяди ва n_{opt} га тенг айланиш частотасида минимум орқали ўтади. Кейин

механик исрофлар кўпайиши туфайли ёнилғи тежамкорлиги ёмонлаш бошлайди. Юқори айланиш частоталарида ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашуви дизелларда ҳам, цилиндрлари катта ўлчамли, бензин ишловчи ИЁДларда 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:

$$G_e = \frac{G_{\eta e} \cdot n \cdot i \cdot 60}{\tau / 2} \quad (1)$$

Характеристикаларни олиш вақтида бу ифода дизел учун $G_e = C \cdot n$ кўринишга келтирилади. Шундай қилиб, $G_e = f(n)$ графиги ёнилғи аппарatlари томонидан таъминланувчи циклик узатишнинг ўзгариши доир эгри чизикқа боғлиқ бўлади. Бензинда ишлайдиган ИЁДлар учун бу ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$G_e = \frac{G_s}{l_o \alpha} = 120 \frac{i V_h}{\pi l_o} \cdot \rho_k \frac{\eta_v n}{\alpha} \quad (1)$$

Ҳосил қилинган ифодани муайян шароит учун қуйидагича ёзил мумкин:

$$G_e \approx C \cdot \frac{\eta_v n}{\alpha}$$

Кўриб чиқилаётган ИЁДларнинг иккала тури учун $G_e = f(n)$ график кўтарилиб боровчи қабарик чизиклардан иборат бўлади. Тезлик режими оширилганда цикл давомида иш жисмидан деворларга иссиқлик ўтказиш камаёди, аралашма ҳосил бўлиш ҳамда ёниш жараёнлари жадаллашади. Шунинг пайтда ёниб тугаш босқичи фаза бўйича бирмунча қўзилган. Буларнинг ҳаммаси t_s нинг ортишига ва мос равишда ишлатилган газ билан биргаликда чиқарилувчи энергиянинг зиёдлашувига сабаб бўлади.

ИЁДлар ёрдамчи агрегатлар билан жиҳозланганда индикатор қувватининг бир қисми уларни юргизишга сарфланади. Ҳаво тозалаш шовкин сўндиргич ва бошқа тузилмалар ўрнатилганда ҳам худди шундай ҳодиса рўй беради. Шундай қилиб, ёрдамчи агрегатлар ва тизимларнинг мавжудлиги ИЁДнинг энергетик кўрсаткичлари пасайишига ҳамда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашувига сабаб бўлади. Шу муносабат билан, ИЁД кўрсаткичларини ташқи тезлик характеристикаси бўйича баҳолаш таққослаш аниқроқ бўлиши учун ИЁДни синашга доир стандартларда агрегатининг бутлилик даражаси катъий белгилаб қўйилади. Бутлилик даражасига кўра «нетто» ва «брутто» кўрсаткичлари фарқ қилинган. «Нетто» кўрсаткичларини олишда ИЁД у билан бирга машинани

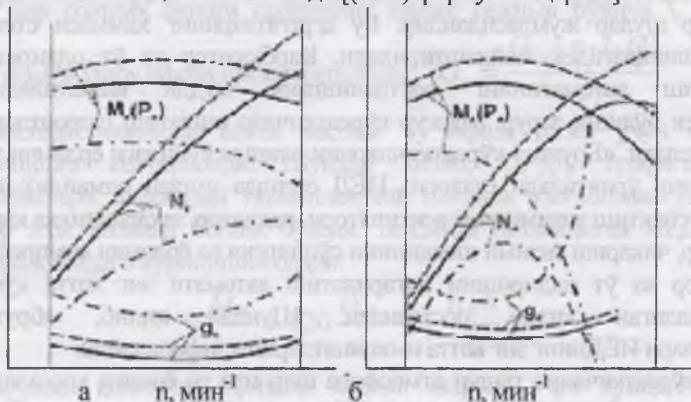
ўрнатиладиган барча сериялаб ишлаб чиқарилувчи ёрдамчи агрегат ва тузилмалар билан бутланади.

Хаво тозалагичи бўлган киритиш тизими, сўндиргичи ва бириктирувчи трубаси бўлган чиқариш тизими, вентилятор ва унинг ғилофи, циркуляция насоси, термостати бўлган совитиш тизими, 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 узел ва агрегатлар ўрнатилади (уларсиз ИЁД стенда ишлай олмайди): хаво тозалагич, совитиш тизимининг вентилятор, радиатор, заҳарлиликка қарши тузилмалар, чиқариш тизими шовкинни сўндиргич ва ёрдамчи компрессор. Карбюратор ва ўт олдиришни илгарилатиш автомати энг катта қувват таъминланадиган қилиб ростланади. Шундай қилиб, «брутто» кўрсаткичлари ИЁДнинг энг катта имкониятларини ифодалайди.

ИЁД кўрсаткичлари ташқи атмосфера шароити ва ёнилғи хоссаларига кўп даражада боғлиқ эканлиги 9-бобда айтиб ўтилган эди. Турли шароитларда ўтказилган синовлар натижаларини яхшироқ таққослаш мақсадида ГОСТ ларда, 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, хаво ҳароратини 298K (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 ИЁДлар учун энергетик кўрсаткичлар стандарт шароитларга келтирилади. Дизеллар учун ёнилғи сарфи ҳам қайта ҳисоблаб чиқилади. Бунда ёнилғи ҳарорати ва зичлигининг нормал қийматлардан (298 K ҳамда 830 кг/м^3) четга чиқишлари ҳисобга олинади.

ИЁД кўрсаткичларининг қисмий тезлик характеристикалари буйича ўзгариш қонуниятлари ташқи тезлик характеристикаларидагидек боғлиқликларга бўйсунди. Шу билан бирга, графикларнинг кўриниши ёнилғи беришни ўзгартириш мосламасининг вазиятига боғлиқ бўлиб, ИЁД да қўлланиладиган юкланишни ростлаш усулининг ўзига хос томонларини акс эттиради. 12.3-расмда дизел ва бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЁД айрим кўрсаткичларининг қисмий тезлик характеристикалари буйича ўзгаришига доир энг кўп учрайдиган эгри чизиклар келтирилган.

Дизелда (12.3-рasm, *a*) p_e графиклари насос рейкасининг тавсиятлари учун деярли эквидистант ва ташқи характеристика бўйича $f(n)$ эгри чизигига ўхшашдир. Кичик юкланишларда η_m нинг айла частотаси бўйича тезроқ пасайиши циклик узатишнинг жадал қўпайиши билан қопланиб кетади [(12.3) формулага қаранг].



12.3-рasm. Тезлик характеристикалари: *a*- дизел; *б*-карбюраторли ИЁД;
1-ташки (тула юкланишда); 2-кисмий (энг мақбул юкланишда); 3-кисмий (кичик юкланишда)

Мос равишда, кисмий характеристикалар бўйича N_e графиклари таъкиятлик билан тарқалувчи сал-пал қабарик эгри чизиклардан иборат бўлиши улар характеристика бўйича N_e графигини эслатади.

Юкланиш камайганда тезлик ортиши билан η_m нинг анча жараён пасайиши туфайли g_e чизиклари тобора тез қўтарила боради. Солиштирилган ёнилги сарфи миқдори циклик узатиш миқдорига боғлиқ. Ёнилги узатиш циклик миқдори g_e нинг юкланиш бўйича ўзгариш эгри чизигига мувофиқ равишда ҳамда ташқи тезлик характеристикаси бўйича энг кичик қийматидан қўтарила ҳам, катта ҳам бўлиши мумкин (12.1-рasm, *a* га қаранг).

Карбюраторли ИЁДларда қувват дроссел-заслонкани беркитиш билан камайтирилади. Шунда киритиш тактида гидравлик қаршилик ортади ва айла частота бўйича анча тез камаяди (4.7-рasmга қаранг). Мос равишда, заслонка ёпила бориши билан тезлик режими бўйича p_e нинг ўзгариш эгри чизиклари тобора кескин пасайиб боради. Бу ҳол η_m нинг камайиши билан ҳам қўтарила боради. Айланиш частотаси номиналдан камайганда ИЁД салт ишлашга (p_e нинг ўтиши мумкин. p_e нинг бундай кечиши $N_e = f(n)$ графиги билан боғлиқдир).

Дроссел-заслонка ёпила бориши билан g_e нинг қийматлари айла частотаси билан тобора тез қўтарила боради, бунга механик ф.и.к.

жадалроқ камайиши сабаб бўлади. Дроссел-заслонканинг вазияти юкланиш характеристикаси бўйича g_{emin} нуктага мос келган пайтда ИЁД тезлик характеристикаси бўйича энг тежамли ишлайди (12.1-рasm, б га қаранг).

12.4. Бошқа характеристикалар

12.4.1. Кўп кўрсаткичли характеристика

Мазкур характеристика ИЁД ишининг у ёки бу (баъзан эса бир неча) кўрсаткичи бошқа икки кўрсаткич, одатда, юкланишга (p_e ёки M_e орқали) ҳамда тезлик режими (айланиш частотаси орқали) боғлиқлигидан иборатдир.



12.4-рasm. Дизелнинг кўп параметрли характеристикаси

Керакли кўрсаткич доимий қийматли чизиклар (изочизиклар) кўринишида берилади. Бундай кўрсаткич сифатида солиштирма ёнилғи сарфи, чиқариб ташланадиган захарли моддалар, ишлатилган газларнинг турбина олдидаги ҳарорати (босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлар учун), ишлатилган газлардаги тутун миқдори (дизеллар учун) ва шу кабилар кўриб чиқилади. Кўп кўрсаткичли характеристикалардан умумий баҳо бериш ва ИЁДларни киёслаш учун, иш шароитида энг қулай иш режимларини танлаш учун, транспорт машинасига ИЁД танлаш учун, чеклаш кўрсаткичлари асосида иш режими у ёки бу чеклашларни жорий этиш ва бошқа мақсадлар учун фойдаланилади. Улар яхши кўринишга эга бўлиб, таҳлил учун жуда қулайдир, чунки улар ИЁД иш режимларининг

ҳамма жабҳаларини ўз ичига олади. Кўп кўрсаткичли характеристикалар юкланиш ёки тезлик характеристикалари, асосида қурилади.

12.4-расмда тезюрар автомобил дизелининг кўп кўрсаткич характеристикаси кўрсатилган. Ундан кўриниб турибдики, ёнил тежамкорлиги жиҳатидан энг мақбул иш режими бутун тезлик доирасида $= 0,6—0,7$ МПа га туғри келар экан. $N_e — f(n)$ чизиқлар у ёки бу транспорт машинаси учун ИЁД танлашни осонлаштиради (агар унинг энергетик кўрсаткичлари—қуввати ва моменти, шунингдек ишининг тезлик режими маълум бўлса).

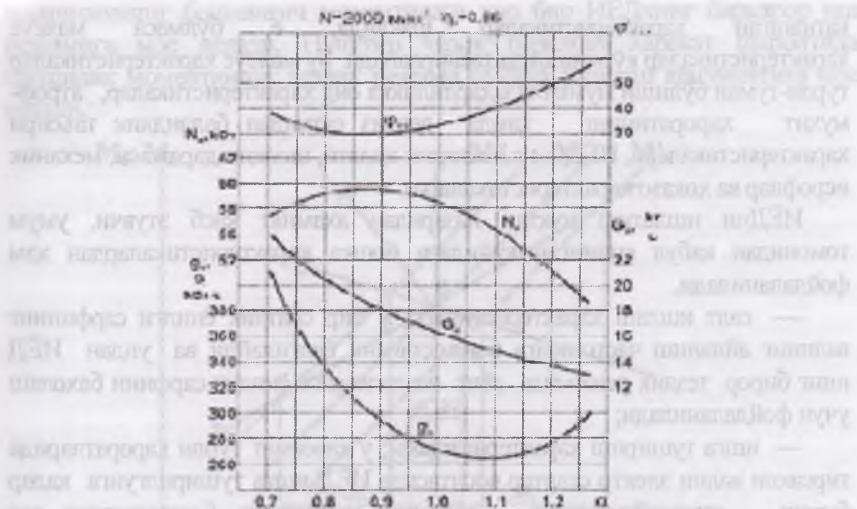
12.4.2. Растлаш характеристикалари

Ушбу характеристикалар ИЁД иши турли кўрсаткичларини ўзгарувчан у ёки бу омилга боғлиқлигидан иборатдир. Улардан ИЁД яратиш ёки модификациялаш давомида двигателнинг иш жараёни созилашда, тизимлар ва растланишлар ўзгариши натижасида ишлатиш жараёнида кўрсаткичларини яхшилаш учун, ИЁДни ишлатишнинг ўзига хос хусусиятларига (масалан, маҳаллий ёнилғи турларига, иқлим шароитларига мослаштириш учун фойдаланилади. Одатда, бирор растлаш кўрсаткичи энг асосли тарзда қабул қилиш ва бунинг оқибатлари ҳақида тул тасаввурга эга бўлиш учун у ёки бу омилнинг таъсири турли юкланишлар ва тезлик режимларида текшириб қурилади.

Мисол тариқасида 12.5-расмда дизелни ёнилғи пулкашни илгарилатиш бурчаги бўйича растлаш характеристикаси келтирилади. Характеристика ёнилғи насоси рейкасининг ўзгармас вазиятида ва айланиш частотаси ёки стенднинг тормоз қурилмаси ёрдамида бир хил тутиб турган ҳолда олинади. Ушбу энг муҳим растлаш омилнинг ўзгариши ИЁД ишининг барча кўрсаткичлари: қуввати, ёнилғи тежамкорлиги, ёшил жараёнининг динамиклик кўрсаткичларига, шовқин даражасига, ишлатилган газларни заҳарлилик даражаси ва тутун миқдорига таъсир қилади. Ўт олдириш илгарилатиш бурчаги бўйича кўрсаткичлар ўзгаришининг умумий қонуниятлари 9, 10-бобларда кўриб чиқилган эди.

Ўт олдириладиган ИЁДларда бундай масалалар ўт олдиришни илгарилат бурчаги бўйича ростлаш характеристикалари ёрдамида ҳал этилади. 12 расмда учкундан ўт олдириладиган карбюраторли ИЁД учун аралаш таркибига кўра ростлаш характеристикаси мисол тариқасида келтирилган. Юқоридаги характеристика каби бу характеристика ҳам ўзгармас айлан частотасида ва ёнилғи узатиш мосламаси (дрессел-заслонка)нинг ўзгармас вазиятида олинади. Аралашманинг таркиби куйидаги икки усулдан бири ёнилғи жиклёрининг ўтиш кесимини ёки қалқовичли камерадаги ҳар бир босимини ростлаш орқали ўзгартирилади. Аралашманинг таркиби бўйича турли кўрсаткичларнинг қандай кечиши 9, 10-бобларда тушунтириб ўтилган. Эди. Аланганинг тарқалиш тезлиги ёнувчи аралашманинг қувват 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 нуқтаи назаридаи энг қулай ҳисобланган ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги танланади. Синов натижаларига кўра қувватли аралашма таркиби учун α нинг қиймати қувват энг ками бўладиган қийматдан бирмунча каттароқ олинади. Шунда иссиқликдан фойдаланиш маълум даражада яхшиланади.

Тежамли аралашма таркиби учун α нинг қиймати ёнилғи тежамкорлиги энг яхши бўладиган қийматдан бирмунча кичикроқ олинади. Натижада ёнилғи жараёни анчагина барқарорлашади, жиклёрларни смола босадиган аралашма ҳосил бўлиш жараёни бузиладиган ва ҳоказо ҳоллар учун ёнилғи сарфи бўйича маълум микдорда резерв мавжуд бўлади.



12.6-расм. Карбюраторли ИЁД ни аралашма таркиб-и буйича
ростлаш характеристикаси

Турли юкланишлар ва айланиш частоталари учун мўлжалланган ана шундай характеристикаларнинг бир нечтаси 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 ИЁДларнинг кўрсаткичларини пухталашда ростлаш характеристикалари конструкцияни энг мақбул ҳолга келтиришдаги асосий характеристикалардан саналади. Бунда деталлар конструкциясига сингдирилаётган ва ишлатиш давомида ўзгармайдиган омиллар (ёнилғи камерасида ҳавонинг уюрмалли ҳаракатланиш жадаллиги, камера ўлчамлари, сиқил даражаси, ЮЧНда поршен тепасидаги тиркиш, түзиткич соплоси тешикларининг сони ва ҳоказо) ҳам ўзгарадиган омиллар бўлиши мумкин.

12.4.3. Махсус характеристикалар

ИЁД ни яратиш, шунингдек, унинг иш жараёни ва кўрсаткичларини маромига етказиш давомида двигател ишини турли шароитларда ҳамда ҳар хил нуқтаи назарлардан баҳолаш, турли узел, агрегат ва тизимларнинг кўрсаткичларини танлаш зарурати туғилади. ИЁДни синашда олинган ҳамма натижалар ё график кўринишида, бизга маълум бўлган, бирор омил

катнашган характеристикалар шаклида, ё бўлмаса махсус характеристикалар кўринишида тасвирланади. Бу махсус характеристикалар турли-туман бўлиши мумкин (заҳарлиликка оид характеристикалар, атраф мухит ҳароратининг ҳамда денгиз сатҳидан баландлик таъсирини оид характеристикалари, ИЁДнинг иссиқлик ҳолати, шовқин даражаси, механик исрофлар ва ҳоказо характеристикалари).

ИЁДни ишлатиш нуқтаи назаридан аҳамият касб этувчи, унинг турли томонидан қабул қилинган қуйидаги бошқа характеристикалардан фойдаланилади.

— салт ишлаш характеристикаси; у бир соатлик ёнилғи сарфининг валнинг айланиш частотасига боғлиқлигини белгилайди ва ундан ИЁДнинг бирор тезлик режимида салт ишлагандаги ёнилғи сарфини баҳолаш учун фойдаланилади;

— ишга тушириш характеристикаси; у ҳавонинг турли ҳароратларнинг тирсакли вални электр стартер воситасида ИЁД ишга туширилгунга қадар бураш давомийлигининг айланиш частотасига боғлиқлигини белгилайди; эттиради;

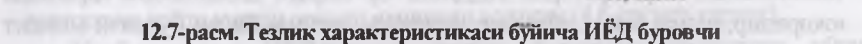
— детонацион ёниш характеристикаси (учкундан ўт олдирилади ИЁДлар учун); у детонация чегарасида ўт олдиришни илгарилатиб бурчаги билан ёнилғининг октан сони ўртасидаги айланиш частотасига боғлиқ бўлган ўзаро боғлиқликни кўрсатади.

12.5 ИЁД ишининг барқарорлиги

Кўриб чиқиладиган туркумдаги транспорт машиналари таъмир қаршилиқ узлуксиз тарзда ва кўпинча анчагина ўзгариб турадиган шароитда ишлайди. Бундай шароитда, ИЁДнинг тортиш-фойдаланиш хусусиятлари нуқтаи назаридан қаралганда, унинг бурувчи момент ва ташқи қаршилиқ кучларининг ўзаро тенглиги бузилишини мустақил равишда, ҳарорат режимини (автомобиллар учун) ёки иш маромини (йўл ва қурилма машиналари учун) мумкин қадар кам ўзгартирган ҳолда тиклай олиш муҳим бўлиб ҳисобланади. ИЁД нинг бу хусусияти ҳайдовчиларни берилган режимни тиклаш мақсадида двигател ишига ҳамиша аралаш заруриятидан халос қилади ва бу билан уларнинг меҳнат осонлаштирилади, чунки машинани бошқариш ишидан уларни қалғитмайди. ИЁДнинг кўриб чиқиладиган хусусияти бурувчи моментнинг тез-тез ўзгаришига боғлиқ.

Шу муносабат билан тезлик характеристикаси бўйича бурувчи момент графигининг шакли турлича бўлган учта ИЁД ишининг барқарорлиги таққослаб кўрамиз (12.7-расмдаги 1, 2, 3 чизиқлар). Бошланғич 0 нуқта

M: M **M²**: M **M'**:



А. М. Б. С. И. П.

Мас равишда, ташқи қаршиликнинг M_k'' га қадар зиёдлашуви ИЁД

Агар бошлангич 0 нукта ИЁДнинг номинал тезтик режими яқинида

ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари кескин ортиб кетади. Двигател ишдан чиқиши мумкин. Агар 0 нуқта ИЁДнинг иш теги доирасининг куйи чегарасида ётса, ташқи қаршилиқнинг катталари двигателнинг тўхтаб қолишига олиб келиши мумкин. Бу жикҳ қараганда айланиш частотаси энг кичик, ташқи қаршилиқ эса тасодиф бўладиган салт ишлаш тартиби энг характерлидир. Иш режимини қаршилиқлар белгилайди. Уларнинг ўзгариши, масалан, ИЁД ҳароратига боғлиқ бўлиши мумкин.

Бундай бузилишлар эҳтимоли 5-ИЁД да энг кўп, 1-ИЁД да эса энг бўлади. Юқорида (12.3-параграфда) ИЁДда ташқи тезлик характеристикасига кўра буровчи моментнинг иккита ўзгариш содирмавжудлиги айланиш частотаси бўйича унинг энг катта қийматта ортиши ва кейин пасайиши айтиб ўтилган эди. Шундан келиб чиқиб, хулосага келиш мумкин: моментнинг энг катта қийматгача зиёдлаш қисми тортиш-фойдаланиш хусусиятлари нуқтаи назаридан ноқулай бўлади. 3- ИЁД га мос келади. Энг катта қийматдан номинал режимгача бўлган қулайроқдир, чунки у двигателнинг нисбатан барқарор ишлаш таъминлайди. Карбюраторли ИЁДнинг бу сифати дизелникига қараганда юқоридир, чунки бунда айланиш частотаси ортиши билан буровчи момент жадалроқ камаяди.

Транспорт воситалари двигателининг тортиш-фойдаланиш хусусиятларини тезлик характеристикалари бўйича баҳолаш мослашувчанлик коэффициентини $K_M = M_{\text{max}}/M_{\text{ном}} = P_{\text{max}}/P_{\text{ном}}$ ва тизим коэффициентини $K_n = n_n/n_{\text{ном}}$ тушунчаларидан фойдаланилади (бу ерда M_n ва n_n энг катта буровчи момент ва унга мос келувчи айланиш частота, $M_{\text{ном}}$ ва $n_{\text{ном}}$ — номинал режимдаги буровчи момент ҳамда айланиш частотаси).

Мослашувчанлик коэффициентини ИЁДнинг ташқи қаршилиқ ўзгаришига автоматик тарзда мослашиш хусусиятини ифодалайди. Қанчалик катта бўлса, ана шу аломат бўйича характеристика шунча катта бўлади. Дизеллар учун бу коэффициент ташқи тезлик характеристикасига кўра 1,05—1,15 га, карбюраторли ИЁДлар учун эса 1,15—1,35га тенг. Тезлик коэффициентини тезлик характеристикасининг ИЁДнинг қаршилиқ барқарорлик билан ишлашига мос келувчи қисми ҳақида тасаввур беради. Қанча кичик бўлса, тезлик характеристикаси шунча яхши бўлади. Ушбу коэффициент ташқи тезлик характеристикаси бўйича дизеллар учун 0,7 га, юк автомобилларининг карбюраторли двигателлари учун 0,65 га тенг. ИЁДнинг тортиш хусусиятларини тезлик характеристикаси

бўйича баҳолаш учун буровчи момент зтаси коэффициентидан ҳам фойдаланилади:

$$\mu_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{етак}} - M_{\text{етом}}}{M_{\text{етом}}} \quad \text{ёки} \quad \mu_{\text{ш}} = K_{\text{ш}} - 1.$$

Дизеллар учун тезлик характеристикасидаги $M_e(p)$ эгри чизигининг шакли (12.3) муносабат билан аниқланади. Унинг тортиш хусусиятлари тезлик режимида η_i ва $G_{\text{цв}}$ нинг кечишини ўзгартириш йўли билан бирмунча яхшиланиши мумкин. Булардан биринчиси η_i аралашма ҳосил бўлиш жараёнини тегишлича созлаш орқали, иккинчиси $G_{\text{цв}}$ эса цикл давомида бериладиган ёнилғининг тезлик характеристикасини бевосита ўзгартириш орқали амалга оширилади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларнинг тортиш-фойдаланиш хусусиятларини босим остида киритиш тизимини тегишлича ташкил этиш ва ёнилғи бериш характеристикаларини тегишлича ўзгартириш йўли билан анчагина ($K_{\text{ш}} = 1,30—1,35$ га қадар) яхшилаш мумкин (13-бобга қаранг). Карбюраторли ИЁД лар учун $M_e(p)$ нинг айланиш частотасига кўра ўзгариш графиги $M_e(p)$ нинг кечиш қонуниятига боғлиқ. Шу сабабли $K_{\text{ш}}$ ва $K_{\text{х}}$ қийматларини газ тақсимлаш фазаларини тегишлича қайта қуриш орқали яхшилаш мумкин (4.6-расмга қаранг).

Карбюраторли ИЁДларнинг тезлик характеристикаларини кўриб чиқишда, дроссел-заслонка ёпила бориши билан $M_e(p)$ эгри чизиги тобора кескин пасайиб боришини айтиб ўтган эдик. Шу боис ИЁД 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 каварик чизиклардан иборат. Шунинг учун дизелнинг тезлик характеристикаси барча циклиқ узатишларда, шу жумладан, салт ишлаш режимида ишлаши ҳам етарлича барқарор эмас.

Юқоридаги мулоҳазаларга кўра, кам қувватли карбюраторли ИЁДлар (енгил юк автомобиллариники ва ҳоказо) тезлик характеристикаси бўйича барқарор ишлаши учун бирор-бир махсус тузилмалар билан таъминланмайди. Маълум сабабга кўра номинал режимнинг зиёдлашуви ИЁД учун ҳеч қандай хавф туғдирмайди, чунки бунда ҳаракатланувчи деталларининг инерция кучлари жуда кичик бўлади. Аммо бу ҳодиса ёнилғи тежамкорлиги ва хизмат муддати нуқтаи назаридан номакбулдир. Номинал режим одатда энг катта қувватга мос келади. Цилиндрининг иш ҳажми катталаштирилган карбюраторли ИЁДлар (юк автомобиллари,

автобуслар ва ҳоказоларники) энг катта айланиш частотасини чеклагичлар билан жиҳозланади. Бу тузилмалар ИЁД номинал тезлик режимга эришган пайтда ишга тушади (10.1.6- параграфга қаранг). Ушбу режим одатда айланиш частотаси ИЁД энг катта қувват билан ишлайдиган частотасидан кам бўлганда қўлланилади. Ташқи қаршилиқлар кескин ўзгармайдиган шароитда ишловчи транспорт машиналари (юк автомобиллари, автобуслар ва ҳоказо)нинг дизеллари одатда энг катта айланиш частотасини чеклагичлар ва салт ишлаш ростлагичи билан таъминланади. Чеклагичлар дизел номинал режимга эришган пайтда ишга тушади, ростлагич эса салт ишлаш режимида айланиш частотаси барқарор бўлишини таъминлайди. Номинал тезлик режими одатда айланиш частотаси ИЁД энг катта самарали қувват билан ишлайдиган частотадан кам бўлганда қўлланилади. Чекланган энг кичик ва энг катта режимлар оралиғида ИЁД валининг айланиш частотаси ҳайдовчи томонидан ҳосил қилинади.

Ташқи қаршилиқлар анчагина ўзгариб турадиган шароитда ишловчи кўриб чиқилаётган 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 ИЁДнинг барқарор ишлашини таъминлайди.

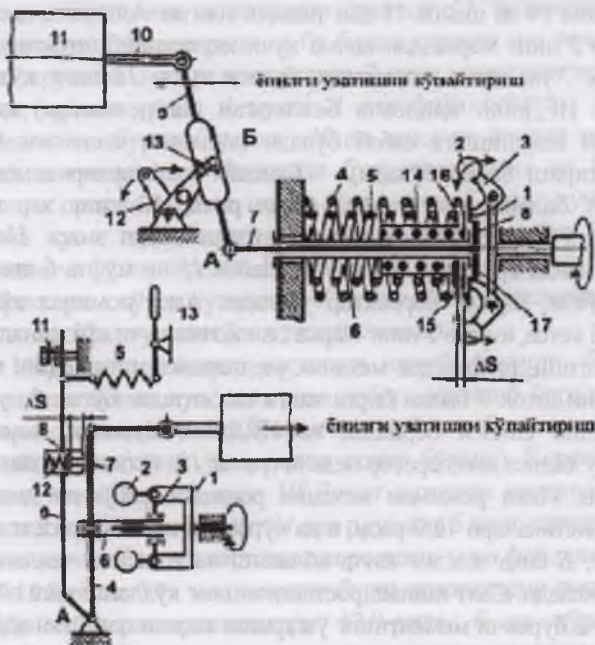
12.6 Айланиш частотасини ростлагичлар

Дизелларда қўлланилувчи айланиш частотасини ростлагичлар ёнилғи насосининг рейкасига таъсир қилиб циклик ёнилғи микдорини 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 принципага кўра *механик, пневматик, гидравлик* ва *электрон* хилларга бўлинади. Автотракторлар 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 билвосита ишлайдиган ростлагичлар бўлиб, тузилиши мураккаброк 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, *а* 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 бўгин 9 васситасида ричаг 12 ёнилғи насоси 11 нинг рейкаси 10 билан боғланган.



12.8-расм. Марказдан қочма механик ростлагичлар схемаси:
а-икки режимли ростлагич; *б*-барча режимларни ростлагич

Дизелнинг барқарор салт ишлаши пружина 4 ва юклар 2 нинг ўтаётириш натижасида таъминланади. Юклар 2 нинг ричаглари 3 дан тиралиб туради. Айланиш частотаси тасодифан кўтарилганда юкларнинг марказдан қочма кучи пружина 4 нинг қаршилигини енгиб, шток чапга силжитади. Бўғин 9 қўзғалмас нукта 13 га нисбатан соат милга айланиш йўналишида бурилиб, рейка 10 ни циклик ёнилғи микдорига камаядиган томонга силжитади. Айланиш частотаси тасодифан камайганда пружина 4 юклар 2 нинг марказдан қочма кучини енгиб, шток 7 ва буювчилар воситасида рейка 10 ни циклик ёнилғи микдори кўпаядиган томонга силжитади. Диск 8 тирагидан шайба 15 га қадар (муфта 6 нинг четидан тиралгунга қадар) бўлган шток 7 йўлининг давомида рейка 10 ричаг давомида кулиса 13 воситасида акселератор педали ёрдамида бошқарилади ($\Delta S = 0,001$ м, $\Delta t = 0,001$ с).

Шунда бўғин 9 А нуктага нисбатан бурилади. Ростлагич ёнилғи узгартириш корректори билан таъминланган. Бу корректор гайка 17 билан тоққайилган пружина 14 ва шайба 15 дан ташкил топган. Айланиш частотаси ортганда юклар 2 нинг марказдан қочма кучи катталашиб пружина 14 қисади ва шток 7 ни чапга силжитади, бу эса нукта 13 нинг қўзғалмас ҳолатида (яъни ИЁДнинг ҳайдовчи белгиланган иш режимида) циклик ёнилғи микдори камайишига сабаб бўлади (айланиш частотаси бўғин 9 бевосита ўзгартириш содир бўлади). Бундай ўзгартириш двигател исталган қувват билан ишлаётганида (яъни ричаг 12 нинг ҳар қандай ҳолатида) амалга ошишига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Номинал айланиш частотасида пружина 14 қисилиб шайба 15 ни муфта 6 нинг 16 га тираб қўяди, шунда корректор узилади. Агар номинал айланганда 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 нукта атрофида бурилиб ёнилғи беришни ва ИЁДнинг буровчи моментини камайтиради. Бу ҳодиса акселератор педали (ричаг 12) исталган ҳолатидан бериши мумкин. Икки режимли механик ростлагичи бўлган дизелнинг тезлик характеристикалари 12.9-расм, а да кўрсатилган. А соҳа салт ишқаланиш частотасининг, Б соҳа эса энг катта айланиш частотасини белгилайди. Ишқаланишга мос келади. Салт ишлаш ростлагичининг қўлланилиши айланганда частотаси бўйича буровчи моментнинг ўзгариши кескин пасайган ҳолда қабул тарзда бўлишини таъминлайди, шунда дизел барқарор ишлаши. Дизел учун Б соҳа иш бажарилмайдиган соҳадир. У хавфсизлик таъминлаш учун дизелни шошилишч тўхтатишга мос келади.

12.6.2. Барча режимларни ростлагич

Айланиш частотасининг барча режимларини ростлагич исталган тезлик режимида (хайдовчининг хохишига боғлиқ) дизелнинг баркарор ишлашини таъминлайди. Бу ҳол хайдовчи меҳнатини анча енгиллаштиради, ИЁДни бошқаришни соддалаштиради ва машинанинг техник хусусиятларини яхшилайти. Барча режимларни механик усулда ростлагич схемаси 12.8-расм, 6 да келтирилган. Бундан олдинги ростлагичдаги каби, ушбу ростлагичнинг ҳам сезгир элементи юклар 2 дан иборат. Улар ёнилғи насосининг кулачокли вали билан бирга айланувчи дискнинг 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 А ўққа шарнир ёрдамида ўрнатилган асосий ричаг 9 дан оралиқ ричаг 6 га (ва аксинча) узатади. Хайдовчи 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 нукта А атрофида соат миллининг ҳаракат йўналишида бурилиб рейка 10 ни циклик ёнилғи миқдори қўпаядиган томонга силжитади. Натижада буровчи момент ва ИЁДнинг 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.

ИЁДнинг айланиш частотаси ортиб бориши билан пружина 12 марказдан қочма куч таъсирида тобора қисилиб боради ва даста 13 нинг ўзгармас ҳолатида рейка қўпроқ сурилиб чиқиб, циклик ёнилғи миқдорини камайтиради (тўғри ўзгартириш содир бўлади). Корректор даста 13 нинг ҳамма вазиятларида, яъни ИЁДнинг 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, 6 га мос келувчи барча режимларни ростлагич қўлланилган ИЁДнинг характеристикалари 12.9-расм, 6 да кўрсатилган. Кўриниб турибдики, барча режимларни ростлагич двигателнинг салт ишлаш баркарорлигини ҳам, энг катта айланиш частотасининг чекланишини ҳам таъминлайди, яъни икки режимли ростлагич вазифаларини ҳам ўтайди. Қўпинча, ростлагичлар конструкциясида, циклик узатиш корректоридан

ташқари, ИЁД ни ишга тушириш вақтида ёнилғи миқдори кўпайтирадиган ва ИЁДни тўхтатишда ёнилғи берилишини батамом у қўядиган тузилмалар кўзда тутилади.

Ростлагич иш сифатининг асосий кўрсаткичлари:

$$\text{нотекислик даражаси: } \delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ур}}} \cdot 100\%,$$

бу ерда $\omega_{\text{ур}} = (\omega_{\max} + \omega_{\min})/2$.

Бунда: $\omega_{\max}$ ва $\omega_{\min}$ — ростлаш тармоғи бўйича энг катта ва энг кич бурчак тезликлар ($\omega_{\min}$ ростлагич ишлай бошлаган пайтдаги частота тўғри келади; $\omega_{\max}$ ИЁДнинг батамом юксизланишига, яъни са

ишлашига мос келади); носезгирлик даражаси: $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\omega_{\text{ур}}} \cdot 100\%$

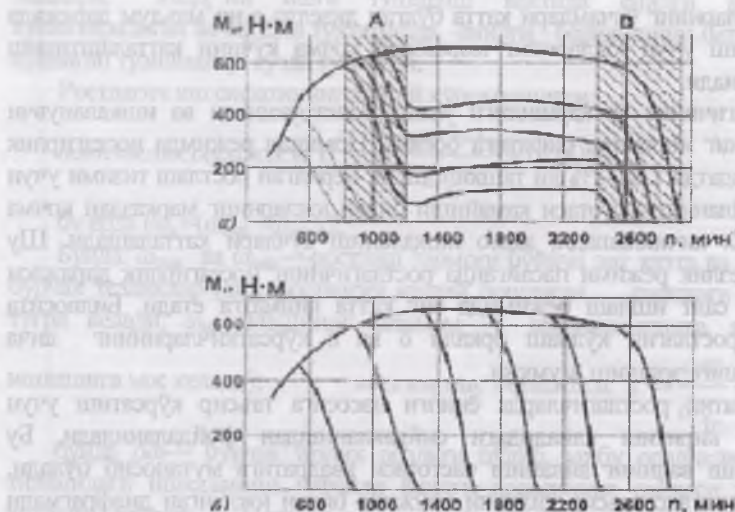
бунда $\Delta\omega$ — бурчак тезлик оралиғи бўлиб, ушбу ораликда ростла тизимидаги ишқаланиш туфайли ёнилғи насосининг рейкаси кўзгалм ҳолатда қолади. Нотекислик даражаси ростлагич тармоғи бўйи ишлаганда тирсакли вал бурчак тезлиги ўзгаришининг нисбий доираси кўрсатади. У ИЁДнинг самарали момент билан ташқи ёки ич қаршилиқлар моменти орасидаги бузилган мувозанатни ростла таъсирида тиклаш имкониятини ифодалайди. У қанча кичик бўл мувозанатга эришиш жараёнида тезлик режими шунча кам ўзгара. Тезлик характеристикаси бўйича ростлаш тармоғининг айлани частотасига нисбатан қиялиги айнан бир хил бўлганда тезлик реж и ўзгариши билан нотекислик даражаси ортиб боришига ишонч ҳосил қил кийин эмас. Айланиш частотаси камайганда δ нинг номакбул бўл ортишини ростлагичларда эластиклиги турлича бўлган бир нечта пружин бикрлиги ўзгарувчан пружина қўллаш ёки ричагли узатмалардаги елкал нисбатининг ўзгариш тарзини тегишлича танлаш орқали камайтири мумкин. Носезгирлик даражаси ёнилғи насоси рейкасининг ўзгарм вазиятида ростлагич таъсирида ИЁД валининг айланиш частота нобарқарор бўлишини ифодалайди. У қанча кичик бўлса, дизел берилп режимда шунча барқарорроқ ишлайди. ε нинг қиймати ростлаш тизимини қаршилиқ кучлари R билан актив таъсир этувчи куч E (механ ростлагичлардаги марказдан қочма куч) ўртасидаги нисбатга боғли $\varepsilon \approx R/E$, бу ерда R — ростлагичдаги қаршилиқ кучи ва ёнил насоси элементларидаги ишқаланиш кучи. Ишқаланиш кучи ёнилғи насс бўлинмаларининг сонига ва ундаги деталларнинг ўлчамларига (диз цилиндрининг иш ҳажмига) мутаносибдир. Шу сабабли, цилиндрла

кўп ёки уларнинг ўлчамлари катта бўлган дизелда ϵ 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 тизими 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 этади. 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 килувчи пружина билан юкланган диафрагмалли пневматик камерага узатилади. Диафрагманинг маркази ёнилғи насосининг рейкаси билан боғланган. Механик ростлагичларда бўлгани каби, пружина ёнилғи беришни қўпайтиришга, сийракланиш кучи эса уни камайтиришга 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 дроссел-заслонка ўрнатилади.

Пневматик ростлагичлар тузилиши жиҳатидан жуда содда бўлса-да, нотекислик даражаси δ каттадир (айниқса, паст айланиш частоталарида). Бундан ташқари, улар ИЁД цилиндрларини янги заряд билан тўлдириш коэффициентини камайтиради. Улар ишончли ишлаши учун ҳаво тизими мутлақо зич бўлиши керак, акс ҳолда двигател разносга кетиши мумкин. Ана шу ҳол учун таъминлаш тизими ёнилғи беришни узиб қўядиган дастлабки мослама билан жиҳозланади. Пневматик ростлагичлар кичик қувватли теззорар дизеллар (енгил юк автомобиллари ва ҳоказо) да қўлланилади.



12.9-расм. КамАЗ-740 маркали дизел характеристикаси:
а-барча режимли ростлагичда; б-икки режимли ростлагичда

Гидравлик ростлагичлар таъминлаш тизими киритишда ёнилғини дросселлаш билан дозалаш асосида ишлайдиган дизелларда кўпроқ қўлланилади. Ёнилғи беришни ростлаш мосламаси (ёнилғи насосининг дозатор-жўмрағи ёки рейкаси) ни силжйтиш учун иш суюқлиги ёнилғида иборат бўлган, акс таъсир этувчи пружинали, золотникли гидравлик камерадан фойдаланилади. Таъминлаш тизимининг ҳайдаш насоси ҳосил қилган ёнилғи босими валнинг айланиш частотасига мутаносиб тарзда кўтарилади. Бу ҳодиса берилган тезлик режимига эришилганда ростлагичда ёнилғи беришни узиб қўйиш учун фойдаланилади. Ёнилғи ковушқоклиги ва ҳароратининг ростлагич характеристикаларига таъсирини йўқотиш учун одатда тизимга марказдан қочма юк сарфлаш ростлагичи киритилади. Ёнилғи билан тўлатилган ҳажмда айланади ва фақат айланиш частотасининг боғлиқ равишда гидравлик камерага кириш жойи кесимини ўзгартиради. Барча режимларни ростлашга эришиш учун, механик ростлагичда бўлган каби, гидравлик камера золотникли пружинасининг таранглиги акселератор педали ёрдамида ўзгартирилади (12.8-расм, б га қаранг). Гидравлик ростлагичларда механик ростлагичларникидан қимматроқ ва аниқлиги юқорирак элементлар бор. Замонавий электрон ростлагичларда сезгир элемент сифатида айланиш частотасининг контактсиз датчигида фойдаланилади. Датчикда электромагнитли қабул қилгич ва электрон блок бор. Қабул қилгич ИЁД маховигининг тишли гардиши яқинига ўрнатилган.

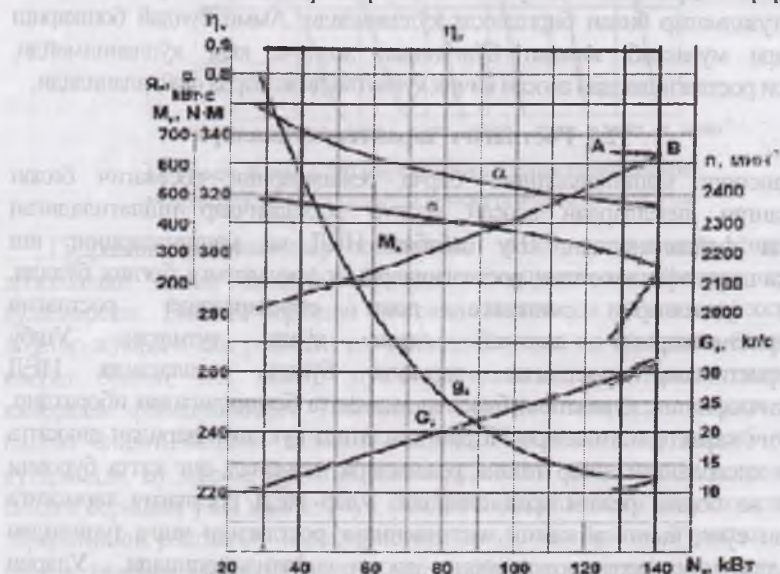
Электрон блокда қабул қилгичдан олинган сигнал эталон билан таққосланади ва фарқ сигнали ҳосил қилинади ҳамда кучайтирилиб, буйруқ импульси кўринишида ижрочи механизмга узатилади. Ижрочи механизм (одатда электромагнитли механизм) ёнилғи насосининг рейкасига таъсир қилиб уни электрон блокнинг буйруғига 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. Қўпинча улар пурқашни илгарилатиш бурчагини электрон блок ёрдамида бошқариш, циклик узатиш ҳароратини ўзгартириш тузилмалари ва бошқа тузилмалар билан биргаликда қўлланилади. Аммо бундай бошқариш тизимлари мураккаб, қimmat бўлганидан ҳозирча кенг қўлланилмайди. Электрон ростлагичлардан асосан кичик қувватли дизелларда фойдаланилади.

12.7 Ростлагич характеристикалари

Транспорт машиналарининг барча режимларини ростлагич билан жиҳозланган дизеллардан асосан мазкур ростлагичлар ишлатиладиган ҳолларда фойдаланилади. Шу сабабли ИЁД 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 ИЁД кўрсаткичларининг қувват ёки буровчи моментга боғликлигидан иборатдир. Ростлагич характеристикалари ИЁДни ишлатиш нуктаи назаридан диққатга сазовор ҳисобланган қатор тезлик режимлари: номинал, энг катта буровчи момент ва бошқа режимларда олинади. Улар ИЁД ростлагич тармоғига ўптанган сўнг, яъни айланиш частотасининг ростлагичи ишга тушгандан кейин тезлик характеристикасининг давоми сифатида олинади. Уларни олишда стенднинг тормоз қурилмалари ёрдамида тезлик режимини ўзгартирган ва қайд қилган ҳолда ИЁДнинг иш кўрсаткичлари аста-секин, нуктама-нукта ёзиб борилади. Шундай қилиб, стандарт ростлагич характеристикалари ИЁДнинг 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 кўрсаткич сифатида қувват ёки буровчи момент олинган, шу сабабли ушбу икки характеристика эгри чизикларининг кечиш қонуниятлари

ўша омилларга боғлиқ бўлади ва улар ўзаро ўхшашдир. ИЕДдан юкланиш олинганда тезлик режими 100—200 мин⁻¹ га ортади. Шу боис қувват ён буровчи момент камайганда механик ф.и.к. нинг пасайиши юкланиш характеристикасидагига қараганда жадалроқ бўлади. Бу ҳол ёниш тежамкорлигининг анча тез ёмонлашувини белгилайди. Айланиш частота 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 кўрсаткичларнинг кечишида ҳам юкланиш характеристикасининг кечишига нисбатан фарқ бор.



12.10-расм. Автомобил дизелининг ростлагич характеристикаси

Фойдаланиш нуқтаи назаридан ростлагич характеристикалари двигател кўрсаткичларини баҳолашда юкланиш характеристикаларига нисбатан қулайроқ ва муҳимроқдир, чунки улар ишлатиш учун табиийроқ ва аниқроқ бўлади. 12.10-расмда мисол тариқасида оралиқ тезлик режимларидан биридаги автомобил дизелининг ростлагич характеристикаси кўрсатилган. Бунда буровчи момент эгри чизиғидаги AB тармоқ тезлик характеристикасининг, BC 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 литрли қувватини ёки ўртача индикатор босимини қўтаришнинг самарали усули ҳисобланади (9-бобга қаранг). У ИЁДнинг солиштирма массасини камайтиришга, бинобарин, куч агрегатининг қувват бирлигига тўғри келувчи конструкцион 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 ИЁД 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 деталлар миқдорини қўпайтириш имконини беради. Натижада ИЁД ларни ишлаб чиқариш арзонлашади ва уларни эҳтиёт қисмлар билан таъминлаш осонлашади.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлар тоғ шароитида ва иссиқ иқлимда ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларга нисбатан анча яхши хусусиятларга эга бўлади. Шунинг учун улар кенг қўламда ва турли соҳаларда қўлланилади. Кейинги вақтда босим остида киритиш усули ИЁДларнинг ёниги тежамкорлигини яхшилашнинг, шунингдек ишлаганда чиқарадиган шовқинни пасайтириш ва атмосферага чиқариб ташлайдиган захарли моддалар миқдорини камайтириш усулларидан бири деб қаралмоқда. Буларнинг ҳаммаси босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларнинг транспорт машиналарида тобора кенг қўлланилишини таъминламоқда. Ҳозирги вақтда улардан юк автомобиллари, ўзигағдарар автомобиллар, тракторлар ва йўл қурилиши машиналарининг дизелларида кенг фойдаланилмоқда. Кейинги йилларда босим остида киритиш усулидан бензинда ишлайдиган тезюрар енгил ИЁД ларда ҳам фойдаланила бошланди. Учкундан ўт олдириладиган ва аралашма ташқарида ҳосил қилинадиган двигателларда босим остида киритиш усули қўлланилмайди, чунки бунда детонация хавфи пайдо бўлади. Бу ҳол ё сикиш 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 ИЁД 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.

ИЁД деталларининг ишлаш шароитини ўзгартириш ва у ёки бу чоратadbирларни қўллаш зарурлиги аввало босим остида киритиш жадалиги билан белгиланади. У қўпінча босимнинг кўтарилиш даражаси $p_k = p_k/p_0$ билан баҳоланади, бунда p_k ва p_0 мос равишда, двигател 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 двигателникига нисбатан анчагина ўзгартиришни тақозо этади.

Қўриб чиқилаётган 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 ИЁДнинг иш жараёнида салбий ўзгаришлар

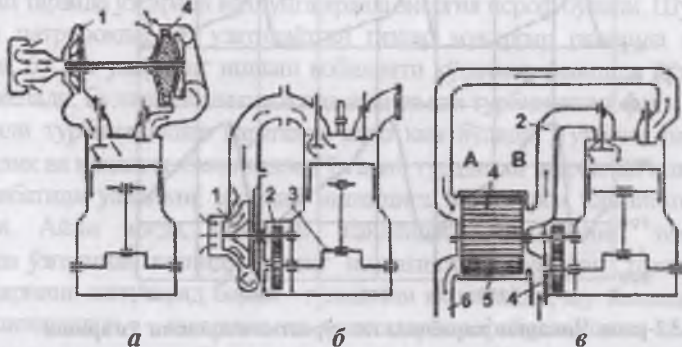
ҳам рӯй беради, бу эса керакли иш кўрсаткичларига эришиш учун кўрсаткич ва ростланишларни ўзгартиришни талаб қилади.

13.2. Босим остида киритиш тизимлари

ИЁДларда босим остида ҳаво киритишнинг турли тизимлари, шу жумладан, турбокомпрессорли, юритма компрессорли тизимлар, тўлқинли босим алмаштиричи бўлган ва газодинамик тизимлар қўлланилади. Баъзан, босим остида ҳаво киритиш жадаллиги ва самарадорлигини ошириш мақсадида аралаш тизимлар, яъни турбокомпрессор билан биргаликда юритма компрессор, турбокомпрессор билан биргаликда газодинамик эффект ва ҳоказолар ҳам қўлланилади. Транспорт машиналарининг қуриб чиқилаётган 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

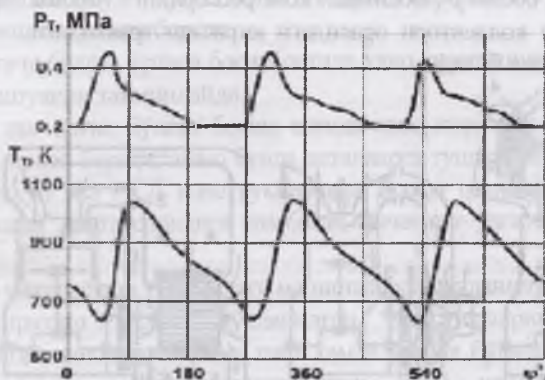
Газ-турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДнинг умумий схемаси 13.1-расм, *а* да келтирилган. ИЁДдан чиқаётган ишлатилган газлар ортқича босим билан газ турбинаси 4 роторининг паррақларига келади, у ерда кенгайиб иш бажаради ва шовқин сундириш тизими орқали атмосферага чиқиб кетади. Турбина ўзи билан битта ўққа ўрнатилган паррақли компрессорнинг гилдирагини айлантиради. Бу компрессор янги зарядни p'_k босимга қадар сиқади ва уни ИЁДга p_k босим билан узатади. p_k босим p'_k босимдан компрессорнинг чиқиш патрубogi билан двигател коллектори орасидаги киритиш трактидаги исрофлар қийматичалик кичик бўлади.



13.1-расм. Ички ёнув двигателининг босим остида ҳаво киритиш тизимлари: *а* — газ-турбинали; *б* — юритма компрессорли; *в* — тўлқинли босим алмаштиричи

Одатда битта турбокомпрессор цилиндрларининг сони 8 та ва унда кўп бўлган V-симон ИЁДларнинг ҳамма цилиндрларига ёки (камдан-кам ҳолларда) цилиндрларнинг бир қаторига хизмат кўрсатади. Шундай қилиб, ушбу тизимда янги зарядни сиқиш учун ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланилади, натижада ИЁДда иссиқликдан фойдаланиш даражаси ортади.

Турбинали босим остида киритиш тизимларида ўзгармас босим турбиналари ёки импульсли турбиналар бўлади. Ўзгармас босим турбиналарига ишлатилган газлар умумий чиқариш коллекторидан келади. Бинобарин, ИЁДнинг барқарор иш режимида коллекторда газларнинг ўртача босими юзага келади. Бунда босимнинг вақт бўйича тебраниш амплитудаси унча катта бўлмайди ва берилган айланиш частотаси ҳамд 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 турган сабабли (13.2-расм) газларнинг умумий коллекторда тўпланиши тўлқинлаш 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 импульсларид бажариладиган бошланғич йиғинди ишдан анча кам бўлади. Бу эса турбинанинг компрессорга туташган чиқиш валидаги фойдали ишнинг камайтиради.



13.2-расм. Чиқариш жараёнида газ кўрсаткичларининг ўзгариши

Чиқариш жараёнида ишлатилган газларнинг цилиндрлардан чиқишида юқори акс босим юзага келиб, у газнинг урилиб чиқарилишига (яъни га

алташнинг ишга) сарфланадиган иш миқдорини кўпайтиради, бу эса ИЕДдаги ички исрофлар ортишига олиб келади.

Шу билан бирга, турбина кулай шароитда, яъни газ ҳолатининг кўрсаткичлари деярли ўзгармайдиган шароитда (двигателнинг берилган иш режимида) юқори ф.и.к. билан ишлайди: $\eta_T = L_T / L_{k,T}$, бу ерда L_T - $L_{k,T}$, мос равишда турбинанинг фойдали иши ҳамда газ оқимининг турбинага киришидаги кўзда тутилган (мўлжалдаги) иши. Импульсли турбиналарда газ парракларга кўрсаткичлар 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 қўндаланг кесими чиқариш клапанидаги ўтиш кесимига яқин бўлиши керак. Турбинани у хизмат кўрсатадиган цилиндрларга иложи борида яқин жойлаштириш лозим. Импульсли турбина қўлланилган кўп цилиндрли ИЕДда 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 $\varphi_{\text{чик}}$ га тенг бўлган тўрт тактли ИЕДлар учун чақнашлар бир маромда алташнинг турадиган битта бўлинмага бирлаштириладиган цилиндрлар сони $i_k = 720 / \varphi_{\text{чик}} \leq 3$ ифода билан аниқланиши зарур, бу эса ИЕД чиқариш тизимининг тузилишини мураккаблаштириб юборади. Бундай турбина ишлаганда импульс давомидида ишлатилган газ кўрсаткичларининг катта амплитудада ўзгариши унинг ҳисоблаб аниқланмаган режимда кўп вақт давомидида паст самара билан ишлашига олиб келади. Парракнинг бўлинмадан бўлинмага ўтиши натижасида босим сакраш тарзида ўзгаради ва 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 парраклари иссиқлик ва механик юкланишлар ўзгариб турадиган шароитда ишлайди, бу ўз навбатида уларнинг зўриқиб ишлашига ва ресурси камайишига олиб келади. Айни чоғда, чиқариш каналидаги босимнинг импульслар тарзида ўзгариши цилиндрларнинг ишлатилган газлардан тозаланишини ва уларнинг янги заряд билан тўлишини яхшилайдиган, шу мақсадларда газ алташнинг ишдаги газодинамик ҳодисалардан фойдаланишга ҳамда ҳаво ҳайдаш ишининг камайишига шароит яратади. Импульсли турбиналарда газнинг турбинага киришидаги кўзда тутилган иши ўзгармас босимли

турбиналардагига караганда юқорирокдир, чунки бунда тўлқин босими энергиясидан фойдаланилади. Шароитга караб, турбинанинг фойдали бундан аввалги ҳолдагига нисбатан кўп ҳам, кам ҳам бўлиши мумкин турбинали босим остида киритиш тизимининг умумий самарадорлигининг *эксергетик ф.и.к.* билан баҳоланади:

$$\eta_{\text{ex}} = L_{\text{кэд}} / L_{\text{к.и}} = \eta_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{exтр}} = \eta_{\text{тк}} \cdot \eta_{\text{exтр}} \quad (1)$$

$\eta_{\text{к}} - L_{\text{кэд}} / L_{\text{к}}$ - компрессорнинг адиабатик ф.и.к.;

$L_{\text{кэд}}$ ва $L_{\text{к}}$ - компрессорнинг адиабатик ва муайян (политроп) сиқишдаги иши; $\eta_{\text{тк}}$ - турбокомпрессорнинг ф.и.к., $\eta_{\text{тк}} = 0,4, 0,60$;

$\eta_{\text{exтр}} = L_{\text{кт}} / L_{\text{к.и}}$ - чиқариш каналининг эксергетик ф.и.к.

булиб, у каналдаги газ оқими энергиясининг исрофини ҳисобга олади ($\eta_{\text{exтр}} = 0,5-0,7$);

$L_{\text{кт}}, L_{\text{кэд}}$ - мос равишдаги газ оқимининг турбина киришидаги ва цилиндрдан чиқишидаги кўзда тутилган иши.

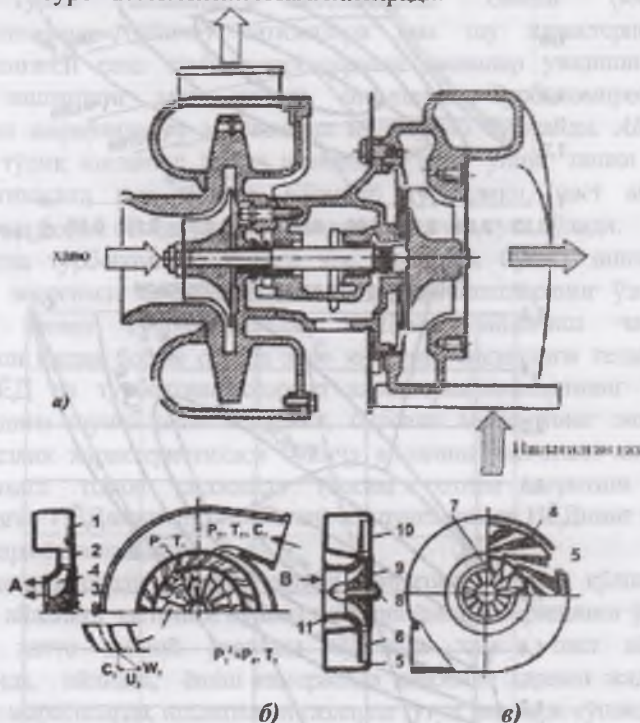
Айтилганлардан, босим остида киритиш усулининг импульсли тизим $\eta_{\text{exтр}}$ юқори бўлиши келиб чиқади. Импульсли тизимларнинг умумий самарадорлиги кичик айланиш частоталарида ва нисбатан кичик (одатда) $n_{\text{к}}$ да юксакроқ бўлади. Двигателнинг айланиш частотаси ва босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ортиши билан босим импульси тежислашади ва ўзгармас босимли тизимга нисбатан бўлган афзал бўлиб йўқолади. Бу ҳол ИЁД учун танланадиган турбина турини ҳамда цилиндр сони ва жойлашувини, шунингдек уларнинг ишлаш тартиби, двигателнинг вазифаси, фойдаланиш шароитлари каби омилларни белгиллаб беради.

Ҳозирги вақтда импульсли турбиналари бўлган газ турбинали босим остида киритиш тизимлари кенг тарқалган. Яна шундай оралиқ тизимлар ҳам фойдаланиладики, уларда турбинага кириш олдида кўрсаткичларининг ўзгариши импульсли тизимлардагига караганда камроқ аммо ўзгармас босимли тизимлардагига нисбатан кўпроқ бўлади.

Газ-турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган замона ИЁДларда марказга интилма радиал турбинадан ҳамда марказдан қўйилган компрессордан тузилган турбокомпрессорлар энг кўп қўлланилади; турбина ва компрессор битта валнинг икки учига ўрнатилган бўлади (13.3-расм, а).

Турбокомпрессор элементларининг схемаси 13.3-расм, б, в кўрсатилган. ИЁД нинг чиқариш каналидан чиқаётган ишлатилган газ турбина патрубogi 1 га келади (13.3- расм, б) ва торайиб боровчи кесилган каналлари бўлган соплоли кўзгалмас аппарат 2 орқали ўтади. Бунда газ

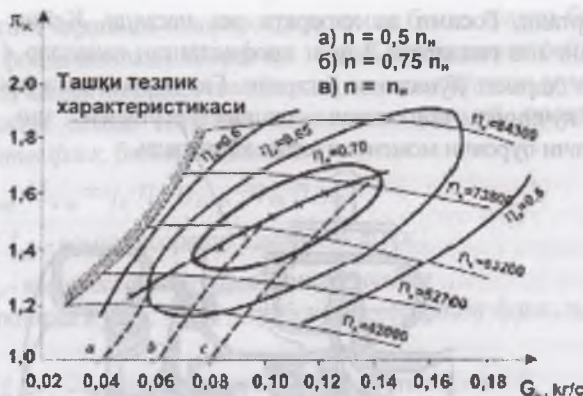
тезлиги ортади, босими ва ҳарорати эса пасаяди. Кейин газ парракли турбинанинг иш ғилдираги 3 даги профилланган каналлар 4 га келади, бу ерда унинг ҳаракат йўналиши ўзгаради. Газ парракларга урилганда юзага келувчи кучнинг тангенциал ташкил этувчиси иш ғилдирагини айлантирувчи буровчи моментни юзага келтиради.



13.3-расм. Турбокомпрессорнинг тузилиши:

а - агрегат йиғилган ҳолда; б - турбина; в - компрессор

Газ парракларнинг иш ғилдирагидан чиқиш жойидан тўғриловчи чиқиш аппаратига ўтади, шу туфайли газ А стрелкалар билан кўрсатилган йўналишда чиқади. Янги заряд кириш патрубogi орқали компрессорга келади (13.3-расм, в) ва вал 8 дан айланма ҳаракат олувчи иш ғилдираги 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 тулагич 5 га, сўнг ИЕДнинг киритиш коллекторига келади.



13.4-расм. Характеристикалар:

а— ТКР-7 турбокомпрессори учун, б— тулқинли босим алмашигчи учун

Россияда ишлаб чиқариладиган турбокомпрессорлар стандарт нормаллаштирилган булиб, тип-ўлчамли каторни ташкил этади. Компрессор гилдирагининг диаметри билан бир-биридан фарқ қиладиган қайси моделнинг қўлланилиш соҳаси ёнлиги сарфи, босимнинг кўтарилаётган даврақаси 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 стендда 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 нотурғун 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. ИЁДнинг айланиш частотаси катталашishi билан босим остида ҳаво киритиш жадаллиги тезда ортиб боради. ИЁД ва турбокомпрессорлар характеристикаларининг бундай номувофиқлиги шунга олиб келадики, буровчи моментнинг энг катта қиймати тезлик характеристикаси бўйича айланиш частотаси юқорироқ бўлган соҳага томон силжийди (босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагига нисбатан) ва шунга яраша ИЁДнинг 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, ёниш камерасида 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 ИЁД тортиш кўрсаткичларининг тезлик характеристикаси бўйича яхшиланишига олиб келмайди.

Турбокомпрессорли босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДда 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 (соғлоли аппарати) ёки компрессор (диффузори) даги газлар оқиб ўтадиган қисмининг геометрияси ўзгартирилуви турбокомпрессорлардан фойдаланиш энг оқилона ва айнаи чоғда мураккаб усулдир. Ишлатилган газларни ўтказиш клапани ёрдам турбина ёнгинасидан атмосферага чиқариб юбориш ёки компрессор сиқилган ҳавони (дизелларда) чиқариш каналига ўтказиб юбориш асосий ва қулай, аммо самарадорлиги пастроқ усулдир. Дизелларда бошқариш остида киритишни ростлашнинг мазкур усуллари қўлланилганда ишнинг давомида бериладиган ёнилғи миқдори мос равишда ўзгартирилиши керак.

13.2.2. Юритмали компрессор

Юритмали компрессордан босим остида ҳаво киритиладиган двигателларда мазкур компрессор ИЁД нинг тирсакли валига механик тарзда боғланган (одатда, оширувчи узатма орқали) бўлади. Юритмали компрессор билан ускуналанган ИЁД схемаси 13.1-расм, б да кўрсатилган. Юритмали компрессорлар сифатида ротор шестерняли ва ротор пластинчали компрессорлардан фойдаланилади (13.5-расм, а, б).

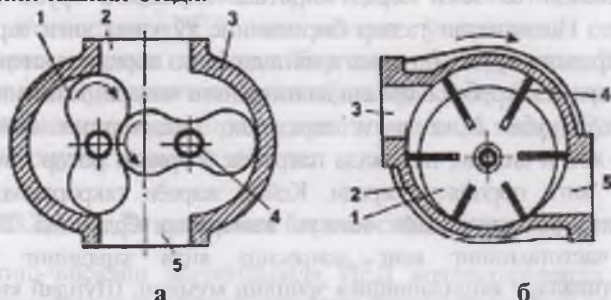
Буларнинг биринчиси *ташқи томондан сиқилиш компрессорлари* деб аталади. Уларда роторлар шестерняли узатма воситасида бир-бирига мувофиқлаштирилган (синхронлаштирилган).

Роторлар айланганда роторларнинг профилланган сирти билан корпустини девори ўртасидаги киритиш бўшлиғидан кўчиб ўтувчи заряднинг ҳажми ўзгармайди. Шу сабабли деярли бошланғич босим билан ҳайдалувчи заряд ёнилғи камерасига юқори босим билан узатилади.

Роторнинг бўшлиғи чиқиш камераси билан туташганда p_k босимда заряд p_0 босимли ҳажмга бостириб кириб аэродинамик шовқинни келтириб чиқаради. Турли босимдаги бўшлиқларни зичлаш корпус ҳажмига роторларнинг уринувчи белбоғчаларини аниқ қилиб тайёрлаш эвазига амалга оширилади. Лекин бунда барибир заряднинг сизиши барқарор топмайди. Заряднинг сизиши n_k га мутаносиб бўлади ва айланиш частотаси камайиши билан ортиб боради. Бу ҳол компрессорнинг узатма коэффициентини камайтиради.

Ротор-пластинали компрессор (13.5-расм. б) *ички томондан сиқилиш компрессори* деб аталади. Унда янги заряднинг сиқилиши ротор бурилган сари аста-секин юз беради. Бунда газ ИЁДнинг киритиш каналига босимда итариб чиқарилади. Бундай компрессорнинг шовқини, бошқариш шароитлар тенг бўлгани ҳолда ротор-шестерняли компрессорникига пастроқ бўлади. Ички томондан сиқилиш 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, $\pi_k = 1,7—1,6$ бўлгандаёқ оддий компрессорни юргизишга сарфланадиган қувват двигател индикатор қувватининг 10% гача қисмини ташкил этади.



13.5-расм. Юритмали компрессорлар: а — ротор-шестерняли;
б — ротор-пластинали

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 қуввати 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 автомобил 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. Тўққизли босим алмаштиричи

ИЁДга босим остида ҳаво киритишнинг яқинда ишлаб чиқилган мазкур агрегат билан ускуналаниш схемаси 13.1 — расм, в да кўрсатилган. Тузилманинг ротори ИЁД нинг тирсақли валидан ҳаракатга келтирилади (кучайтирувчи узатма орқали), қопқоқлари бўлган ёпик корпус ичида айланади ва пластиналар тузилишга эга. Бу пластиналар икки томони очик

бўйлама каналларни ҳосил қилади. Канал бўйлаб роторнинг ён қисми A н ИЁДдан ишлатилган газлар ортиқча босим билан келади. Роторнинг бўйлама каналлари бошқа ёни B 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 B ёки ИЁДнинг 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 тизимиغا итариб чиқарилади. Труба 2 га янги заряднинг чиқарилиши сийраклини тўлқинини ҳосил қилади, натижада патрубок 3 орқали ротор каналига ишлатилган газларнинг қисми янги порцияси киради. Кейин жараён такрорланади. Ротор корпусининг қопқоқларидаги махсус камералар ёрдамида ИЁД валга айланиш частотасининг кенг доирасида янги заряднинг узатилиш характеристикалари яхшиланишига эришиш мумкин. Шундай қилиб, янги заряднинг сиқилиши ва унинг двигател цилиндрларига узатилиш ишлатилган газларнинг энергияси ёрдамида амалга ошади. Ишлатилган газлар барча цилиндрларнинг чиқариш патрубокларини бирлаштирувчи га тўплагичдан ўртача босим билан келади. Тўлқинли босим алмашгич ишини двигател цилиндрларининг иши билан мувофиқлаштириш учунгина ротор ИЁД дан юргизилади. Бунда ишқаланишни енгишга ва шамоллатишдаги исрофларни йўқотишга кам қувват сарфланади. Бунда сарфлар двигател қувватининг 0,5% ини ташкил этади. Роторнинг айлантирувчи энергиянинг бир қисми ишлатилган газлар ёрдамида, газлар келувчи юқори босимли патрубокларнинг роторнинг бўйлама ўқи билан нисбатан бироз қиялиги туфайли ҳосил қилинади.

Тўлқинли босим алмашгичи кичик айланиш частоталаридаёқ n нинг қиймати турбокомпрессорникига қараганда анча катта бўлишини таъминлайди. Шу туфайли $M_c(p_c)$ нинг максимум нуқтаси паст тезлик режимлари соҳаси томон силжийди. Бу ҳол K_n ни 1,2-1,3га тенг ва бунда K_n катта олишга ҳамда K_n ни сезиларли даражада камайтиришга имкон беради. Босим алмашгичи ишлаётганида янги заряднинг бир қисми ишлатилган газлар билан аралашади, бунинг оқибатида ишлатилган газларнинг маълум қисми (2 - 4%) рециркуляцияланади ва янги заряд бироз иссиқ бўлиши мумкин. NO_x нинг чиқишини камайтириш мақсадида газларнинг рециркуляцияланиши даражасини суъбий равишда ошириш мумкин. ИЁДнинг юкланиш характеристикалари туширилган тўлқинли босим алмашгичининг

характеристикаси 13.4-рasm, б да келтирилган. АВ чизик ИЁДнинг тўлик юкланиш билан ишлашига (тезлик характеристикасига) мос келади. Буровчи моментнинг тезлик характеристикаси бўйича ўзгариш қонуниятини яхшилаш учун тўлқинли босим алмашгичи ишлатилган газларни, худди турбокомпрессордагидек, шовкин сўндириш тизимига ўтказиб юборадиган клапан билан жиҳозланади. Тўлқинли босим алмашгичи босим остида ҳаво киритишда босим даражасини 3,5 гача оширишга имкон беради. Унинг иши тирсакли вал билан мувофиқлаштирилганлиги сабабли босим остида ҳаво киритиш тизимининг ИЁД иш режими ўзгаришини сезиш вақти турбокомпрессорникига нисбатан бир неча барабар кам. Бу ҳол куч агрегатининг қабулчанлигини яхшилайти. Тўлқинли босим алмашгичида шовкин даражаси турбокомпрессордагига қараганда юқори бўлади ва уни тайёрлаш бирмунча қимматга тушади.

13.2.4. Газодинамик босим остида киритиш усули

Киритиш-чиқариш жараёнларида ИЁД 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 тизими клапанларнинг бир йўла очик бўлиш фазасида чиқариш жараёнининг охирида чиқариш патрубoгида сийракланиш юзага келадиган қилиб созланса, у ҳолда цилиндрдан чиқариладиган ишлатилган газлар микдори кўпаяди. Натижада цилиндрнинг тозаланиши яхшиланади ва у кўпроқ микдорда янги заряд билан тўлдирилади. Агар киритиш жараёнининг охирига келиб киритиш клапани яқинидаги коллектордаги босим атмосфера босимидан юқори бўлса, у ҳолда юқоридагига ўхшаш ходиса рўй бериши мумкин. Бу ҳолда цилиндр кўшимча зарядланади. Босим қанча катта бўлса, ушбу кўшимча зарядланиш шунча кўп бўлади. Газодинамик ходисалар 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 ситжитиш 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 алмашилиш тизимини газодинамик созлаш ҳамда ёнлиги беришнинг тезлик характеристикасини мос равишда ўзгартириш лозим. Газодинамик ходисалардан турбокомпрессорли ИЕДларда ҳам фойдаланилади: уларда патрубоклар узунлигини ва киритиш тизимидаги камералар ҳажмини ўзгартириш эвазига босим остида киритиш жадаллигини ҳамда унинг айланиш частотаси бўйича ўзгартирилиши мумкин. Бу конуниятини маълум даражада ростлашга эришилади.

13.3. ИЕД ишнинг ва иш жараёнининг ўзига хос томонлари

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД компрессорида янги заряднинг сиқилиши натижасида унинг ҳарорати кўтарилди. Заряднинг сиқилиши босим остида ҳаво киритиш жадаллигига (p_c) катталашганда у орта иш режимига ҳамда компрессорнинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлади. 50—150° ни ташкил этади. Шу сабабли, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕДларда сиқилиш жараёни охирида заряднинг босими ва ҳарорати босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларда қараганда анча юқори бўлади, бу эса двигател деталларининг иш шароитига ҳамда унинг иш жараёнига кучли таъсир кўрсатади. p_c ва қийматларининг катта бўлиши, шунингдек циклда бериладиган иссиқлик миқдорининг ортishi цикл мобайнида газнинг босими ва ҳарорати юқори бўлишини, хусусан p_c ва T_c лар энг катта қийматларга эга бўлишини белгилей беради, натижада деталларнинг ҳарорати кўтарилди ҳамда улар таркаладиган иссиқлик оқимлари жадаллашади. Шу билан бир вақтда цилиндрдаги газ миқдори бирлигига туғри келувчи иссиқликнинг деворларга ўтиб кетиш даражаси камаёди, яъни циклда иссиқлик алмашилиши ҳисобга бўладиган солиштирма иссиқлик исрофлари камаёди, бунинг эвазига ишлатилган газларнинг энергияси ортади. Бу ҳол чиқариш тизими элементлари (клапанлар, уларнинг уялари, цилиндрлар устёпмаси ва ҳок.ш.)нинг иссиқлик билан юкланишини оширади.

Агар босим остида киритиш усули учун ишлатилган газ энергиясидан фойдаланиладиган бўлса, турбина ёки газ турбоагрегат ҳолатидаги акс босимнинг мавжудлиги чиқариш тизими элементларининг иш шароитини янада оғирлаштиради. Одатда, босим остида киритиш усули иш жорий этилганда ишлатилган газларнинг чиқарилишига бўладиган қаршиликларни камайтириш учун клапанлар, уларнинг уялари патрубоклардаги ўтиш кесимлари катталаштирилади. Бунинг учун клапаннинг диаметри катталаштирилади, чиқариш фазаларини кенгайтирилади, клапанларнинг бир йўла очик бўлиши оширилади. Цилиндрда иккита чиқариш клапани қўлланилади ва ҳоказо.

Дизелларда сиқиш жараёни охирида ҳарорат ва босимнинг юқорирок бўлиши алангаланишнинг кечикиш даври қисқаришини ҳамда ёнишда босимнинг кўтарилиш жадаллиги сусайишини таъминлайди. Жараён анча раво 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. Бирок заряд зичлигининг ортиши ёнилғи окимларининг камерада ҳаракатланиш тезлигини пасайтиради ва уларнинг пуркалиш масофасини қисқартиради. Камерада айланаётган заряд кинетик энергиясининг зиёдлашуви ҳаракати секинлашиб қолган томчиларнинг ёнилғи окимларидан чиқишини жадаллаштиради ва ёнилғи окимларининг ўзини кучли деформациялайди ва бу билан уларнинг тўзиткич ўқидан радиал йўналишда кириб бориш чуқурлигини янада чеклаб қўяди. Буларнинг ҳаммаси ёнилғининг камера четлари томон ҳаракатланишига тўсқинлик қилади ва девор яқинида заряд қатламларининг аралашини 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 жадаллаштирилади. 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_c , T_c 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 очик бўлиши даври тирсакли валнинг 100-150° бурилиш бурчагига қадар кенгайтирилади,

номинал юкланишда ҳавонинг ортиқлиги $\alpha=1,8-2,2$ гача кўпайтирилади. тадбирларнинг охиригиси ишлатилган газлар ҳароратининг пасайишига, унутун 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 $0,5-1,5$ бирлик камайитирилади, бу эса ИЁДнинг ишга тушиш сифатларини бирмунҳо ёмонлаштиради.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁД ларда босим остида киритиш усулини қўллаш натижасида p_c ва T_c нинг катталаниши детонация учун шароит яратиб, двигателнинг меъёрида ишлашини бузади. Ёнувчи аралашмани детонацияга чидамлилигини ошириш учун муайян шарт-шароитга карван октан сони юқорироқ ёки сифат жиҳатдан бошқача бўлган қимматр ёнилғилар (спиртлар, газлар) дан фойдаланишга тўғри келади.

Детонациянинг олдини олиш мақсадида ϵ ни камайитириш транспорт машиналарини қисман юкланиш билан одатдагича ишлатишда ёнилғини тежамкорлиги ёмонлашуви туфайли ҳамма вақт ҳам ўзини оқлайвермайди. Бу мақсадда ИЁДнинг детонацияга қарши сифатларини ошириш илғор тадбир ҳисобланади. Бунинг учун камеранинг (сиқиб чиқариш оқимлари) киритиш тизимининг (спиралсимон каналлар, уюрмалантиргичлар ҳоказо) конструкциясини тегишлича танлаш, шунингдек аралашмаларни цилиндрларга тақсимланишини яхшилаш ҳисобига аралашманинг тартиб ҳаракати ғалаёнлантирилади ва аралашма тартибсиз (турбулент) ҳаракатлантирилади. Иш жараёнини детонация датчикларидан фойдалан бошқарувчи автоматлаштирилган электрон тизимлар учкундан олдириладиган ИЁДларда босим остида киритиш усулини қўллашда қатъимқониятларга эга. Детонация рўй берганда бундай тизимлар қайтар асосида электрон блок орқали ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини босим остида киритиш жадаллигини ўзгартиради. Босим остида киритиш жадаллиги турбинанинг қайта ўтказиш клапани ёки компрессорни киритиш қурилмаси ёрдамида ростланади. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДда босим остида киритиш усули қўпинча ёнилғини киритиш тизими пурқашда қўлланилади, чунки бунинг учун тизимни босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателдагига нисбатан анчагина ўзгартириш талқилинмайди. Агар карбюратор компрессордан олдин жойлашган бўлса, ИЁДнинг ишга тушиш сифатлари ва аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши ёмонлашади.

Бунга марказдан қочма кучлар таъсирида аралашманинг компрессор сепарацияланиши (айниқса, турбинали босим остида киритиш усули)

қўлланилганда) сабаб бўлади. Бу эса двигателнинг детонацияга қарши сифатлари пасайишига олиб келади. Карбюратор компрессордан кейин жойлашганда эса уни яхшилаб зичлаш ва ҳавонинг босимига қараб аралашма таркибини компенсациялаш зарур.

13.4. Янги зарядни оралик совитиш

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД кўрсаткичларини яхшилашнинг ва унинг ишончли ишлашини оширишнинг самарали йўли компрессорда сиқилган янги заряд цилиндрларга узатилишидан олдин уни $50-80^{\circ}\text{C}$ га қадар совитишдан иборат. Бунинг натижасида ИЁД деталларининг иссиқликдан зўриқиши камаяди, босим остида киритиш усули орқали ИЁД 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. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда детонация хавфи камаяди, бу эса ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштиришга ва катгароқ ϵ билан ишлашга имкон беради. Натижада ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади. Янги зарядни оралик совитиш босим остида киритиш тизимининг нарҳини анча қимматлаштириб юборади ва замонавий дизелларда $\rho_k > 2$, бензинда ишлайдиган ИЁДларда эса $\rho_k < 1,5$ бўлганда қўлланилади. Бу жараён сув ёки ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгич ёрдамида амалга оширилади. Сув билан совитиладиган иссиқлик алмашгичлар ихчамроқ бўлиб, ИЁДнинг 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 тизими ўз контурига ва циркуляция насосига эга бўлиши зарурлиги туфайли қимматлашиб кетади. Шу боис бундай тизимлар анча оғир туркумдаги дизелларда қўлланилади. Автотракторларга мўлжалланган двигателларда ИЁДнинг суюқлик билан совитиш тизимига 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.

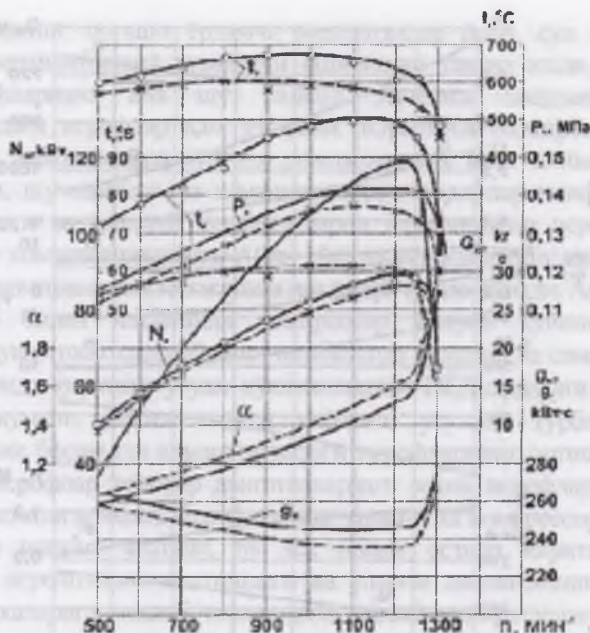
Ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгичлар ишончлироқ ишлайди, чунки улар мабодо шикастланса, сизиб чиқадиغان совитувчи суюқлик бўлмайди. Улар одатда ИЁД совитиш тизими радиаторининг олд

томонига жойлаштирилади. Бунда совитувчи ҳаво оқими совитиш тизимининг вентиллятори ёрдамида ҳосил қилинади. Мазкур вентилляторнинг иш кўрсаткичлари босим остида киритиш усулининг талабларини эътибор олган ҳолда бирмунча ўзгартирилган. Совитилувчи янги заряднинг ҳарорати билан совитувчи ҳавонинг ҳарорати ўртасидаги фарк бир неча ўн градус ташкил этади, шу сабабли бундай иссиқлик алмашгичлар етарли самаралидир.

Уларнинг камчилиги шундан иборатки, совитиш жадаллиги атроф муҳит кўрсаткичларига кўп даражада боғлиқ бўлади. Шунинг учун атмосфера ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда ИЁД ўта совиб кетиши натижасида ёниш жараёни ёмонлашуви двигателнинг қаттиқ (тақиллаш) ишлаши кучайиши, ишлатилган газларда тутун миқдори кўпайиши мумкин. Чикариладиган СН миқдори ортиши мумкин. Бу ҳодиса бензинли двигателларда ёнилғи буғининг суюқликка айланиши (конденсацияланиш)га ва аралашманинг цилиндрларга тақсимланиши ёмонлашувига олиб келади. ИЁД кичик юкланиш билан ишлаганда ҳам худди шундай ҳодиса кузатилади.

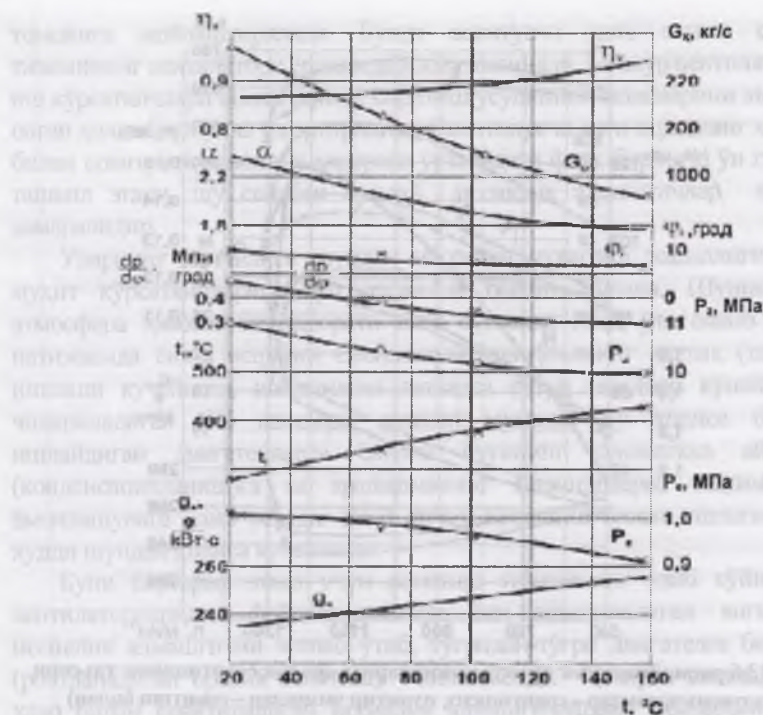
Буни бартараф этиш учун совитиш тизимининг узиб қўйиладиган вентилляторларидан фойдаланилмоқда ёки совитиладиган янги заряд иссиқлик алмашгични четлаб ўтиб, тўғридан-тўғри двигателга борадиган (ростланадиган оралик совитиш) қилинмоқда. Ҳозирги вақтда, асосан ҳаво билан совитиладиган иссиқлик алмашгичлардан фойдаланилмоқда. Янги заряднинг оралик совитилиши босим остида киритилувчи ҳавонинг босими бирмунча (10—15 кПа) пасайишига олиб келади. Бунга иссиқлик алмашгичнинг гидравлик қаршилиги сабаб бўлади.

13.6-расмда ЦНИДИ да яратилган ажратилмаган камерали трактор дизелининг иш кўрсаткичларига оралик совитишнинг ташқи таъсир характеристикаси бўйича таъсири тасвирланган. Кўриниб турибдики, номинал режимда ҳаво ҳароратининг 37° га пасайиши қувват ўшандайлигича қолгани ҳолда ёнилғи сарфи 4% га яхшиланишини таъминлайди. Дизел қисман юкланиш билан ишлаганда ушбу омил кучсизроқ таъсир кўрсатади.



13.6-расм. Дизелнинг иш кўрсаткичларига оралик совитишнинг таъсири (узлуксиз чизиклар – совитишсиз; пунктир чизиклар – совитиш билан)

13.7-расмда p_k ўзгармас бўлганда автомобил дизели иш кўрсаткичлари ва цикл характеристикаларининг янги заряд температурасига боғлиқлиги келтирилган. Расмдан кўринадики, t_k пасайганда p_e ва ϕ кўтарилар экан (циклик ёнилғи миқдори ўзгармайди). Ҳаво ортиқлигининг кўпайиши ўз навбатида солиштирма ёнилғи сарфи камайишини таъминлайди. Айни чоғда t_k нинг пасайиши цикл динамиклигининг ортишига (алангаланишнинг кечикиш даври ϕ , - узайишига, циклнинг энг юқори босими p_z ва $dp/d\phi$ қийматининг зиёдлашувига) олиб келади.



13.7-расм. Дизелни иш кўрсаткичларига t_c нинг таъсири:
 $n=1800\text{ мин}^{-1}$; $q_m=115\text{ мм}^3$; $\varphi_{\text{ил}}=19^\circ$ (ю.ч.н.га этмасдан)

13.5 ИЁД иш кўрсаткичлари ва характеристикаларининг ўзига хос томонлари

Босим остида киритиш усулининг қўлланилиши ИЁДнинг жараёнига таъсир кўрсатар экан, двигателларнинг иш кўрсаткичлари характеристикаларини сезиларли даражада ўзгартиради. У ёки кўрсаткичнинг ўзига хос томонлари, шунингдек уларнинг юкланиш айланиш частотаси бўйича ўзгариши қабул қилинган босим остида киритиш тизими ва унинг ростланишларига қўп жиҳатдан боғлиқдир. Бироқ, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД кўрсаткичлари ўзгариши қатор умумий қонуниятлари ҳам мавжуд.

Босим остида киритиш усули қўлланилганда двигател деталла тушадиган механик юкланишлар ортади, бу эса мос равишда элементларнинг механизмлардаги ишқаланишга бўладиган исрофларнинг кўпайишига оlib келади. ИЁД 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 зиёдлашади. Газ алмашинувидаги исрофлар ҳам ўзгаради. Юритмали компрессор билан жиҳозланган двигателларда қўпгина режимларда p_k нинг қиймати p_2 дан катта бўлади, шу сабабли газ алмашинувидаги исрофлар манфий бўлиб, ишқаланишдаги ва ёрдамчи механизмларни юргизишдаги исрофларнинг қўпайишини 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 ИЁДлардагига қараганда камайиши мумкин. Босим остида киритиш усулида турбина юзага келтирувчи акс босим газ алмашинувидаги исрофларнинг ортишига сабаб бўлади. Бу исрофлар тезорар двигателлардаги жами исрофларнинг 25% идан ортиб кетиши мумкин. Исрофларнинг камайиши компрессорнинг ф. и. к. ортишига шароит яратади, бу эса босим остида киритиш усули қўлланилган агрегатларни яратишдаги ва уларни двигателнинг сарфлаш характеристикаларига мослаб танлашдаги асосий вазифалардан биридир. Аммо ИЁД даги $p_{гв}$ нинг қийматларини белгиловчи газ алмашинувининг умумий энергетик баланси факат компрессорнинг ф. и. к. га эмас, балки турбинанинг ф. и. к. ва турига (импульсли ёки ўзгармас босимли) двигателнинг киритиш ҳамда чиқариш тизимларидаги исрофлар миқдори га ҳам боғлиқ.

Қатор ҳолларда, асосан, катта юкланиш ва юқори айланиш частоталарида ишлаганда, босим остида киритишдаги p_k газларнинг чиқишига бўладиган акс босимдан ортиқ бўлади ва газ алмашинувидаги исрофлар манфий ишорага эга бўлиб, юритмали компрессори бўлган ИЁД да бўлгани каби, ишқаланишдаги исрофларнинг қўпайишини бирмунча компенсациялайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда ички исрофларнинг умумий миқдори босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДлардагига қараганда анча қўп бўлади. Одатда, босим остида киритиш натижасида p_1 нинг катта юкланишларда ортиши $p_{гв}$ нинг катталанишидан кўпроқ бўлади, шу сабабли 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 ИЁДларга қараганда қийинроқдир. Дизелларда бу масала шу билан мураккаблашадики, бунда цикл давомида узатиладиган ёнилғини кўпроқ

миқдорда ўша ҳажмда ва ўша вақтнинг ўзида (айланиш частотасини ўзгармас деб қабул қилган ҳолда) аралаштириш ва унинг мумкин қада ЮЧНга яқинроқда ёнишини таъминлаш керак бўлади. Бу масалани назари жиҳатдан ҳал этиш мумкин, чунки янги заряднинг ҳаракат энергияси ҳавонинг зичлигига мутаносиб тарзда ортиб боради, камерадаги ҳарорат в босим кўтарилиши натижасида эса ёниш шароити яхшиланади. p_2 ва T_2 н пасайтиришга интилиш эса амалда пуркашни илгарилатиш бурчагини эн мақбул қийматидан катталаштиришга ҳамда ёнилғи бериш даврини узайтиришга мажбур қилади. Бу ҳол аралашма ҳосил бўлиш жараёнининг мукаммал эмаслиги билан қўшилиб, ёниш жараёнининг чўзилиб кетишиги 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 катталашishi эвазига иссиқликдан фойдаланишда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДдагига 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 ИЁДларнинг индикатор ф.и.к. билан бир хил кўпинча эса бирмунча кам бўлади.

Бензинда ишлайдиган ИЁДларда тайёр ҳолдаги иш аралашмалари қўлланилади. Босим ва ҳарорат кўтарилиши билан бундай аралашмаларнинг ёниш тезлиги ортиб боради. Бирок босим остида киритиш усули қўлланилганда детонация ҳавфи кучайиши сиқиш даражасининг пасайтиришга (босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларда ишлатиладиган ёнилғилардан фойдаланилганда), илгарилатиш бурчагини кичрайтиришга, баъзан эса ишлатилган газларни рециркуляциялашда фойдаланишга тўғри келади. Агар ёнишни ташкил қилишни ўзгартириш чоралари қўрилмаса, буларнинг ҳаммаси иссиқликдан фойдаланишнинг индикатор ф.и.к. ни ёмонлаштиради. Индикатор ва механик ф.и.к. ларининг биргаликдаги таъсири шунга олиб келадики, катта юкланишларда ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларнинг солиштирма ёнилғи сарфи босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДларники билан бир хил бўлиб, муайян ҳолларда яхшилашиш ёки ёмонлашиш томон оғади.

Транспорт машиналари ИЁДларининг ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш мақсадида босим остида киритиш усулини қўлашда шундай мулоҳазадан келиб чиқиладики, босим остида киритиш усули қўлланилган двигателнинг қуввати мазкур усул қўлланилмаган двигателники каби бўлиши ёки 10 - 20% юқори бўлиши керак; бу эса машинанинг, динами

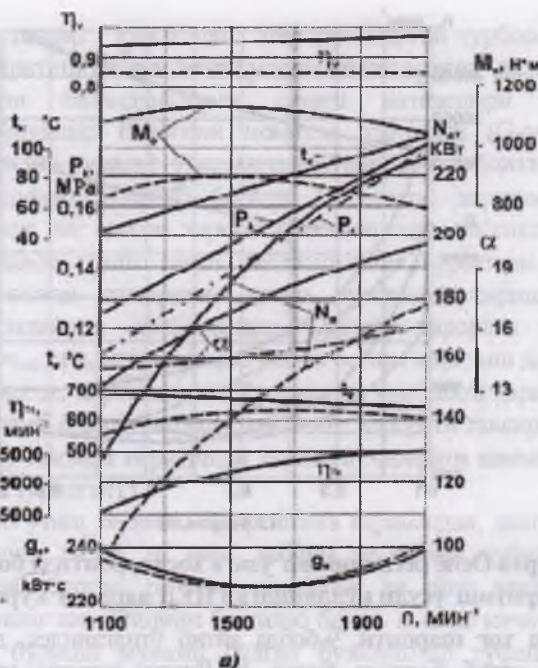
хусусиятларини яхшилаш учун зарурдир. Бунга босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДнинг ўлчамларини кичрайтириш орқали эришилади. Кичикрок ўлчамли двигателларда қувватнинг ички исрофлари камрок бўлади. Босим остида киритиш жадаллиги унча юқори бўлмаганда ($\lambda_k=1,6-1,7$ гача) бу исрофлар янада камаяди. Қисман юкланиш режимларида (транспорт машиналарининг ИЁДларида 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 ИЁДлар учун айниқса самаралидир, чунки уларда аралашманинг дросселланишида индикатор ф.и.к. сезиларли даражада ёмонлашади. Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган двигателларда ишлатилган газларни автоматик ёки бошқарилувчи қайта ўтказиш клапани ёрдамида турбинага киритмасдан атмосферага чиқариб юбориш йўли билан юкланишни ростилаш мумкин. Шу сабабли қувват эҳтиёжи берилган бўлганда кичик ўлчамли ИЁДлар дроссел-заслонка каттарок очилганда ишлатилган газларнинг бир қисмини атмосферага чиқариб юбориш билан, яъни каттарок индикатор ф. и. к. билан ишлай олади. Бу ҳолда ёнилғи босим остида киритиш усули қўлланилмаган катта ўлчамли двигателлардагига қараганда кўпроқ тежалди.

Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларнинг тўлдириш коэффициенти юқори ҳароратли янги заряднинг нисбатан кам исиши, киритишнинг сўнгги босқичида цилиндрни қўшимча зарядлашнинг жадаллашуви, шунингдек клапанларнинг бир йўла очик бўлиш фазаси кенгайиши ва ёниш камерасининг янги заряд билан шамоллатилиши ҳисобига анча юқори бўлади. Зарядни оралик совитишни қўллаш унинг зичлигини зиёдлаштиради ва цилиндрларни янги заряд билан масса бўйича тўлдиришни оширади, аммо айти пайтда тўлдириш коэффициентини бирмунча камайтиради (13.7-расмга қаранг).

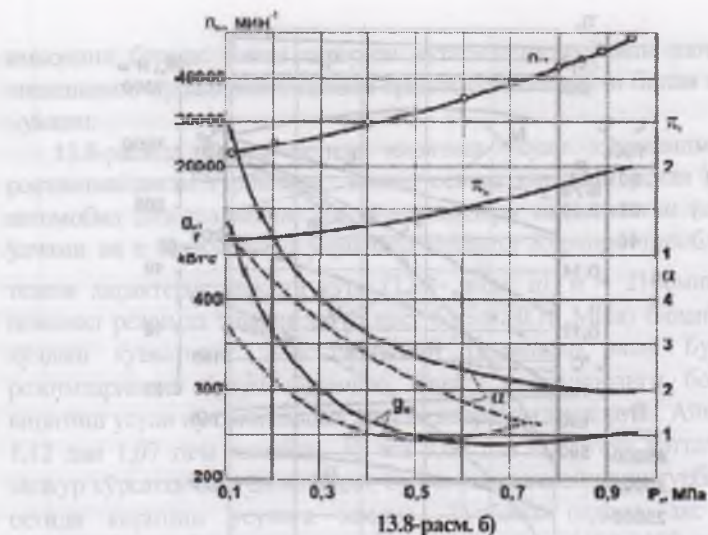
Дизелларга босим остида ҳаво киритишда сиқиш жараёни охирида заряд ҳароратини кўтариш ва пуркашни илгарилатиш бурчагини энг мақбул қийматига нисбатан кичиклаштириш, айтиб ўтилганидек, иш жараёни равон кечишини таъминлайди. Бу ҳол ёнишда босимнинг кўтарилиш даражаси юқори бўлган дизелларда шовқин даражасини 1—2 дБА миқдорида камайтиришга ва бу билан уларнинг акустик хусусиятларини яхшилашга имкон беради. Ёниш камерасида газ кўрсаткичлари 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 оралик совитиш йўли билан камайтириш мумкин.

13.8-расмда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ҳамда ростланмайдиган турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган автомобил дизелларининг иш кўрсаткичлари таққосланган (цилиндрнинг ўлчами ва ϵ иккала ИЁД учун бир хилдир.) Кўрииб 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 қўламида ёнилғи тежамкорлиги босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларникидек қолган. Айни пайтда K_c 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 $n=1100-2100 \text{ мин}^{-1}$ га тенг ораликда 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 буйича ишлаганда (13.8-расм, б) ИЁД учун одатдаги ҳодиса ҳисобланган юкланиш ортиши билан ишлатилган газ кўрсаткичларининг зиёдлашуви ҳам p_k ва n_{jk} ларнинг ортишига олиб келди. Шу билан бирга қисман юкланиш билан ишлаганда ҳавонинг ортиқлик даражаси юқори бўлишига қарамай g_c босим остида киритиш усули қўлланилган двигателда босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД дагига нисбатан ёмонроқ бўлиб чиқди. Буни босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДда ички исрофлар кўпроқ бўлиши туфайли механик ф. и. к. нинг тезроқ камайиши билан тушунтириш мумкин. Агар $P/P_{\text{ремах}}$ нисбатлар бир хил бўлгандаги солиштирма ёнилғи сарфларини таққослайдиган бўлсак, турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлар одатда тежамлироқ бўлишини кўрамиз. Ушбу ҳолдаги фарқ мазкур ИЁД фойдасига 3 — 6 г/кВт.соат нб ташкил этади.



13.6 Ўрта Осиё регионининг ўзига хос шароитида босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларнинг кўрсаткичлари

Баланд тоғ шароити. 9-бобда айтиб ўтилганидек, денгиз сагху баландлик ортиб бориши билан ИЁДнинг қуввати камайиб бор. Дизелларда ҳам, бензинда ишлайдиган ИЁДларда ҳам бунинг асосий сабаб атмосфера ҳавосининг зичлиги камайиши туфайли цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиш даражаси камайишидан иборат. Дизелларда денгиз сатҳидан унча баланд бўлмаган текисликлар шароитида учун мўлжалланган ёнилғи аппаратларининг ростланишлари (масалан, цилиндр давомида узатиладиган ёнилғи микдорининг ростланиши) ўзгаришга учиради қолдирилганда, денгиз сатҳидан баландлик ортиши билан мукариб равишда α камайди. Бу эса ўз навбатида, циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашувини ҳамда p_c нинг пасайишини белгилаб беради. Ҳатто ки кичиклашиши билан аралашма ҳосил бўлиши сезиларли даражада ёмонлашмас ҳам, юқоридаги кўрсаткич барибир ёмонлашади.

Ички исрофлар қуввати биринчи яқинлашишда ўзгаришсиз қолдириш учун η_i ва η_m нинг пасайиши оқибатида p_i камайди ҳамда ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизеллар тоғ шароитида ишлаганда улар кўрсаткичларининг турғун бўлишини авваламбор номинал (тўлиқ) юкланиш билан ишлаш ҳавонинг ортиклик коэффиценти каттарок бўлиши билан тушунтириш мумкин. Бундан ташқари, босим остида киритиш тизимининг ўзига

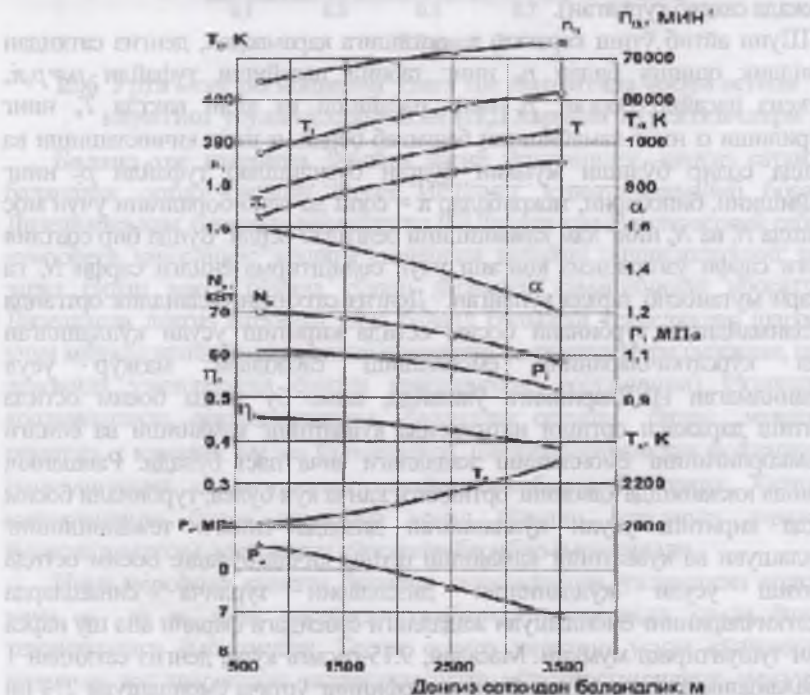
томонлари ҳам таъсир кўрсатади. Ростланмайдиган турбокомпрессорли босим остида киритиш тизими билан ускуналанган трактор дизелини денгиз сатҳидан турли баландликларда синаш натижалари 13.9-расмда кўрсатилган. Синовлар ёнилғини номинал узатишда ($G_e = \text{const}$, насос рейкаси — тиралиб туради) ўтказилган. Кўриниб турибдики, баландлик ортганда α узлуксиз камайиб боради. Индикатор диаграммаларининг таҳлили циклнинг энг юқори ҳарорати ва ёнишнинг (иссиқлик ажралиб чиқишининг) давом этиш вақти зиёдашувини кўрсатади. Буларнинг ҳаммаси ишлатилган газларнинг ҳамда турбинага киришда газнинг ҳарорати кўтарилишига олиб келади. Газнинг ҳарорати кўтарилиши натижасида эса $n_{\text{мк}}$ ва η_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 вақт 15°C даражада сақлаб турилган).

Шуни айтиб ўтиш керакки, η_k ортишига қарамасдан, денгиз сатҳидан баландлик ошиши билан p_o нинг табиий пасайиши туфайли $p_k = p_o \pi_k$ узлуксиз пасайиб борган. p_k нинг пасайиши ва айнаи вақтда T_k нинг кўтарилиши α нинг камайишини белгилаб берди. α нинг кичиклашиши ва ёнишда содир бўлиши мумкин бўлган бузилишлар туфайли p_c нинг пасайишини, бинобарин, тажрибалар $\pi = \text{const}$ да олиб борилгани учун мос равишда N_i ва N_e нинг ҳам камайишини белгилаб берди. Бунда бир соатлик ёнилғи сарфи ўзгаришсиз қолгани учун солиштирма ёнилғи сарфи N_e га тескари мутаносиб тарзда қўлайган. Денгиз сатҳидан баландлик ортганда ростланмайдиган турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизел кўрсаткичларининг ёмонлашиш сабаблари мазкур усул қўлланилмаган ИЁДларникига ўхшайди, ammo 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 кўрсаткичларининг ёмонлашуви жадаллиги орасидаги фарқни ана шу нарса 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, ЦНИДИ да яратилган камерада аралашма яхши ҳосил бўлишини таъминлаш учун мутлақо етарли эмас.

Дизелнинг юкланиши камайганда баландлик ортиши билан $n_{тк}$ нинг катталашishi камаяди, 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 паррақларининг иши оғирлашганини билдирди. Бу ҳол босим остида киритиш агрегатининг ишончли ишлаши нуктаи назаридан чеклаб қўювчи омил бўлиб қолиши мумкин. Баландлик ортганда турбокомпрессор узатаётган ҳавонинг камайиши унинг иш режимини помпаж томон силжитади, натижада агрегат ва ИЁДнинг ўзи нотурғун ишлаши мумкин.

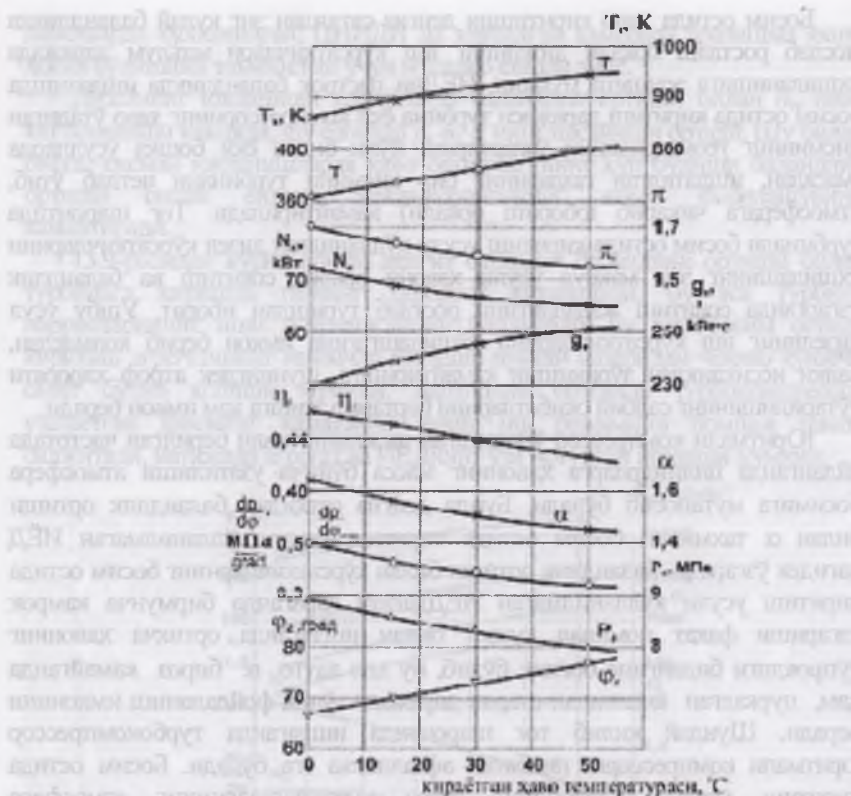


13.9-расм. Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган трактор дизелининг тоғ шароитидаги кўрсаткичлари: $n=\text{const}$; $G_e=\text{const}$; $t_{\text{ср}}=15^\circ\text{C}$

Босим остида ҳаво киритишни денгиз сатҳидан энг қулай баландликка мослаб ростлаш орқали дизелнинг иш кўрсаткичлари маълум даражада яхшиланишига эришиш мумкин. ИЁДни 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) камайтирилади. Тоғ шароитида турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизел кўрсаткичларини яхшилашнинг энг мақбул усули ҳавони оралиқ совитиш ва баландлик ўзгарганда совитиш жадаллигини ростлаб туришдан иборат. Ушбу усул дизелнинг иш кўрсаткичларини яхшилашгагина имкон бериб қолмасдан, балки иссиқликдан зўриқишни камайтиришга, 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 ИЁД дагидек ўзгаради. Баландлик ортиши билан кўрсаткичларнинг босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁДдагига 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 шароитида ишлаганда турбокомпрессор юритмали компрессорга нисбатан афзалликка эга бўлади. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизел кўрсаткичларининг атмосфера босимининг одатдаги ўзгаришларига нисбатан сезгирлиги хусусида ҳам шу гапни айтиш мумкин.

Босим остида киритиш усулининг ўзига хос томонлари тоғ шароитида 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 , амалда ўзгармаслигини белгилаб беради. Бунинг натижасида $dp/d\varphi$ нисбат, тоғ шароитида ишлаганда босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизелнинг «қаттиқ» ишлаши ортишидан фарқ қилиб, ҳамиша деярли бир хилда сақланади (баландлик ортганда жуда оз миқдорда ўзгаради). Сиқиш охиридаги кўрсаткичларга ўхшаш, баландлик ортиши билан p_2 пасайганда T_2 кўтарилади.



13.10-расм. Турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизел иш кўрсаткичларига ташқи муҳит ҳароратининг таъсири:
 $n = \text{const}$; $G_c = \text{const}$; $h = 700 \text{ м}$

Атроф ҳавосининг юқори ҳарорати. Атроф ҳавосининг ҳарорат кўтарилиши билан ИЁД 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_e ларнинг пасайишида намоён бўлади. Бу омил таъсирининг баландлик таъсирида фарқи шундаки, мазкур омил дизелнинг иш жараёнига кучлироқ таъсир кўрсатади, бунда босим остида киритиш усули ҳам ўзига хос томонларин намоён қилади.

13.10-расмда атроф ҳавосининг ҳарорати 0 дан 50°C гача ўзгарганид трактор дизелини синашда олинган маълумотларни (13.9-расмга қаранг) қайта ишлаш натижалари келтирилган ($p_0 = \text{const}$, $n = \text{const}$, насос рейкаси

тирилиб туради). Киритишда атмосфера хавосининг зичлиги пастлиги туфайли α нинг кичиклашуви, денгиз сатхидан баландлик ортганида бўлгани каби, T_r нинг кўтарилишига олиб келади. Аммо мазкур ҳолда бунинг натижасида турбокомпрессорнинг айланиш частотаси камаяди, бу эса π_k ва p_k нинг бирмунча (6%) пасайишига сабаб бўлади. $t_{\text{сп}}$ 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 ташки иш кўрсаткичлари ўзгарганда иш жараёнининг кўрсаткичлари ҳам ўзгаради. Индикатор диаграммаларининг таҳлили $t_{\text{сп}}$ 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 қискарди ва $dp/d\phi$ нинг қиймати деярли 1,5 барабар камаяди, бу эса босим остида киртиш усули қўлланилмаган дизеллар учун ҳам одатдаги ҳодисадир. Газнинг циклдаги энг юқори температураси 100° гача ортди.

Юритмали ҳайдагич билан жиҳозланган дизелларда $t_{\text{сп}}$ нинг кўтарилиши p_k нинг сезиларли даражада ўзгаришига олиб келмайди ва шу сабабли циклда босимлар даражаси турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДлардагидан юқори бўлади, бунда босим остида киритишнинг бошлангич даражаси π_k иккала ҳолда ҳам бир хил бўлган. Иш жараёнининг ва дизел кўрсаткичларининг қолган бошқа ўзгаришлари ўхшаш бўлиб, босим остида киритиш тизимининг ўзига хос томонларига маълум даражада боғлиқдир.

14-БОБ. ИЁДНИНГ ИССИҚЛИҚ БАЛАНСИ ВА ДЕТАЛЛАРИНИНГ ИССИҚЛИҚДАН ЗУРИҚИШИ

14.1. Иссиқлик баланси

Иссиқлик баланси (ёки ташқи иссиқлик баланси) ёнилғи б-
кирадиган ва қуйи ёниш иссиқлиги бўйича ҳисобланадиган иссиқлик
ИЁДдан чиқишидаги тақсимланишини кўрсатади. Иссиқлик баланси ма-
тузилмалар билан ускуналанган синов қурилмалари ёрдамида олин-
ади ҳисоблаш тажриба йўли билан аниқланади. Вақт бирлиги (с, соат) ичи-
и иссиқликнинг абсолют миқдорлари асосида тузилган иссиқлик бал-
совитиш, мойлаш, турбинали босим остида киритиш усули
кўрсаткичларини ҳисоблаб топишга, шунингдек киритилган иссиқли-
қ фойдаланишининг мавжуд имкониятларини аниқлашга имкон беради.

Одатда, иссиқлик баланси абсолют кўрсаткичларда қуйи
қуринишда берилади:

$$Q_e = Q_s + Q_{сов} + Q_{газ} + Q_{ч.е} + Q_M + Q_{кол}$$

бу ерда: Q_e — ёнилғи билан киритилган иссиқлик;

$Q_s = G_s H_u$ — суюқ ёнилғида ишлайдиган ИЁД учун;

$Q_g = V_r H_{gr}$ — газда ишлайдиган ИЁД учун;

Q_e — ИЁД нинг самарали ишлашига эквивалент бўлган иссиқлик:

$Q_s = N_e \cdot 3600$;

$Q_{сов}$ — совитиш тизими олиб кетган иссиқлик:

$$Q_{сов} = G_{сов} \cdot C_{сов} \cdot \Delta t_{сов}$$

$Q_{сов}$, $C_{сов}$, $\Delta t_{сов}$ — мос равишда совитиш суюқлигининг бир соат
сарфи, иссиқлик сиғими ва исиши (ҳаво билан совитишда ўзгар-
босимдаги ҳавонинг ҳажм бўйича сарфи, унинг зичлиги ҳамда исси-
сиғими аниқланади ва ҳисоблаш формуласига киритилади);

Q_M — мойлаш тизимига сарфланган иссиқлик;

$Q_M = G_M \cdot C_M \cdot \Delta t_M - Q_{сов}$ учун бўлган ўша таркибий қисм
аммо улар мойга тааллуқлидир;

$Q_{газ}$ — газлар билан атмосферага бериладиган иссиқлик, термодина-
муносабатга кўра: $Q_{газ} = G_e [M_2 (\mu C_p) t_q - M_1 (\mu C_p) t_0]$.

$G_e M_2 (\mu C_p) t_q$ — ишлатилган газлар билан чиқиб кетадиган

иссиқлик миқдори, $G_e M_2 (\mu C_p) t_0$ — ИЁДга янги заряд билан б-
киритиладиган иссиқлик миқдори (иссиқлик балансини олишда $Q_{газ}$ од-

иссиқлик алмашгич ёрдамида аниқланади, ишлатилган газлар иссиқликни бу алмашгичда айланиб юрувчи суюқликка беради, суюқлик сарфини ва унинг иссиқлик алмашгичда исиш даражасини ўлчаб, ишлатилган газларга берилган иссиқликни $Q_{\text{сж}}$ учун мўлжалланган формула бўйича топилади); $Q_{\text{ч.е.}}$ — ёнилғи кимёвий ва физик жиҳатдан чала ёниши окибатида йўқоладиган иссиқлик.

$\alpha < 1$ бўлганда (бензинда ишлайдиган ИЁД ларда) $Q_{\text{ч.е.}} = H_{\text{изм}} G_e$ бўлади, бу ерда: $\Delta H_{\text{изм}}$ — ёнилғининг куйи ёниш иссиқлиги бўлиб, (3.56) формуладан ҳисоблаб топилади.

$\alpha \geq 1$ бўлганда $Q_{\text{ч.е.}}$ алоҳида ҳисоблаб топилмайди ва қолдиқ хад $Q_{\text{қол}}$ билан ҳисобга олинади ($Q_{\text{қол}}$ — қолдиқ хад бўлиб, у иссиқлик балансининг барча ҳисобга олинмаган ташкил этувчиларини, шунингдек ўлчашдаги хатоларни ўз ичига олади). У деворлар орқали йўқотилган иссиқликдан ҳамда $Q_{\text{сж}}$ ва Q_m 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) формуланинг чап ва ўнг қисмларини тенглаштирувчи таркибий қисмдан иборат бўлади.

Кўп ҳолларда (турли хил ва моделдаги ИЁДда иссиқликдан фойдаланиш даражасининг мукамаллигини таққослашда, ИЁД иш режими ёки фойдаланиш шароитининг иссиқлик тақсимланишига таъсирини таҳлил қилишда ва ҳоказо) иссиқлик баланс улуш ёки фоизда берилади ва барча ташкил этувчилар Q_e га бўлинади:

$$I = q_e + q_{\text{сж}} + q_{\text{қол}} + q_{\text{ч.е.}} + q_m + q_{\text{қол}}. \quad (14.2)$$

$q_e = \eta_e$ эканлигига ишонч 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 катталаниши билан цикл давомида газнинг деворларга тегиш вақти қисқариши окибатида иш жисмининг ҳарорати кўтарилишига қарамай $Q_{\text{ч.е.}}$ нинг қиймати кичиклашади. Мос равишда, ишлатилган газлар билан бирга атмосферага чиқиб кетувчи ($q_{\text{ғаз}}$) иссиқлик улуши ортади. Бу ҳол босим остида киритиш усули қўлланилганда ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланишнинг яширин имкониятларини кенгайтиради.

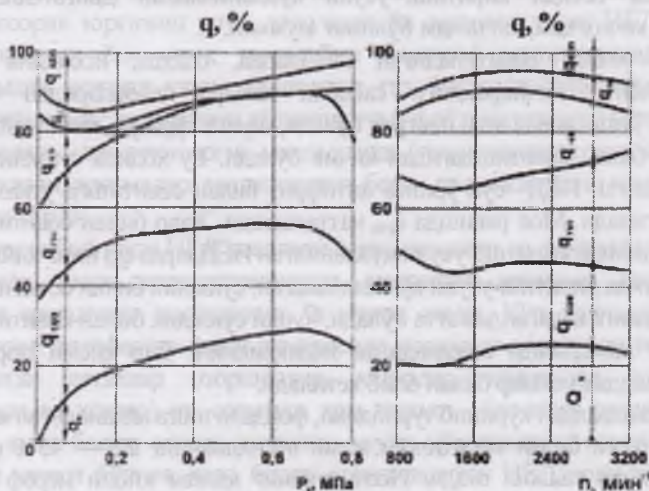
Юкланиш характеристикаси бўйича юкланиш ортиши билан иссиқликнинг фойдали ишга айланувчи улуши кўпаяди. Ёнилғи билан бирга кирув энергиянинг зиёдлашувига ва циклда газ ҳароратининг кўтарилишига мувофиқ равишда, дизелларда эса ёниш жараёнининг чўзилиб кетиши туфайли ҳам ортади. Бензинда ишлайдиган двигателларни кичик ва катта юкланишларда ишлатишда қуюқлашган аралашмалардан фойдаланилади. Шунга қўра, ёниш жараёни ёмонлашуви туфайли q_{ch} ҳали пайдо бўлиб ИЁД салт ишлаганда 35–40% ва бундан ҳам ортиқни ташкил этиши мумкин. Худди мана шу сабабга қўра, ташки тезлик характеристикаси бўйича (14-расм, б) q_{ch} 7–24% га этади ва аралашма ҳосил бўлиши ва уни цилиндрларга тақсимланиши ёмонлашуви туфайли паст айланиш частоталарида катталашади. Бу ҳол тўлиқ қувват ҳосил қилиш учун аралашмани қуюқлаштиришни тақозо этади.

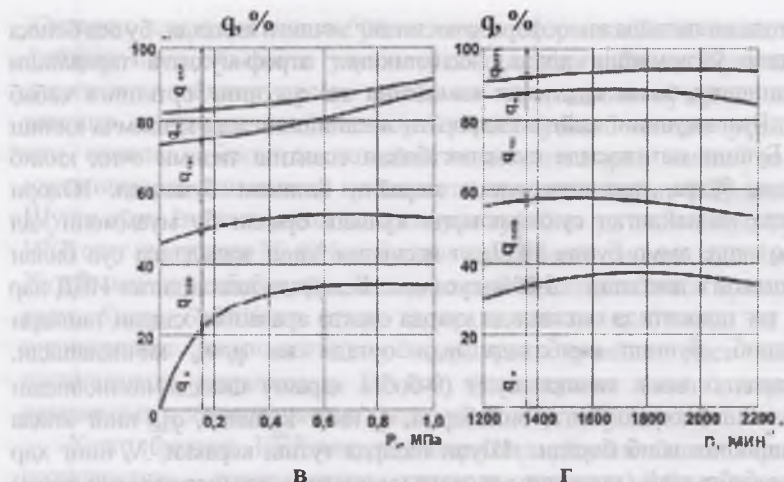
Ҳатто биргина ИЁДнинг иш шароитида ёнилғи билан киритилган иссиқликнинг тақсимланиши сезиларли даражада ўзгариши мумкин. Масалан, ёниш камераси деворларини сўхта босиши, суюқлик билан совитиш тизими филофида тош (накип) пойдо бўлиши, ҳаво билан совитиш тизимининг қобирғалари орасидаги бушиқларни чанг босиши ва бошқалар билан ифлосланиши, радиатордаги йўлларга нарса тикилиб қолиши, вентилятор тасмасининг бушашиб қолиши ва унинг шатаксияриши иссиқ юзалардан иссиқлик олиш жадаллигини сусайтиради. Бу таъсир камайиши ва p_{max} нинг катталлигида намоён бўлади. ИЁДнинг иссиқлик ҳолати бузилиши натижасида цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиқи ва ИЁДнинг қуввати камайиши мумкин, бу эса q_{ch} ни камайишига олиб келади. Иссиқлик оқимлари тақсимланиши ўзгаришини асосий хавфи шундан иборатки, бунда деталларнинг, шу жумладан, катта юкланиш тушадиган деталларнинг ҳарорати кўтарилади, бу эса уларнинг ўзи қизиши ва узел ёки двигателнинг ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.

Атроф ҳавоси ҳароратининг ёки қуёш радиациясининг ортиши билан (бу эса Ўрта Осиё региони учун ҳосдир) двигателдан атроф-муҳитга, шу жумладан, суюқлик билан совитиш тизими радиаторида ҳам, q_{out} ортади. ИЁД ҳаддан ташқари қизиқ кетади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларда бундан кўп ҳолларда ёнувчи аралашма ўта қуюқлашади (9-бобга қараңг) ва ташки тезлик характеристикаси бўйича, шунингдек кичик юкланиш режимларида ишлаганда q_{ch} ортади ва q_e камаяди. Атроф-муҳит ҳароратининг кўтарилиши оқибатида дизелларда α кичиклашади, бу эса иссиқликнинг фойдаланиш ёмонлашувига ва q_e нинг камайишига олиб келади. Бу ҳолат катта юкланишларда, яъни салбий таъсир натижасида аралашма ҳосил бўлиши ҳам ёмонлашадиган ҳолларда айниқса сезиларли бўлади. Баланд т

шароитида ишлаганда атмосфера ҳавосининг зичлиги камаяди, бу эса бошқа шароитлар ўзгармагани ҳолда, иссиқликнинг атроф-муҳитга таркалиши ёмонлашишига, яъни $q_{\text{сов}}$ нинг камайиши ва $q_{\text{газ}}$ нинг ортишига сабаб бўлади. Бунга сувнинг қайнаш ҳарорати пасайишини ҳам қўшимча қилиш керак. Бунинг натижасида суюқлик билан совитиш тизими очик қилиб ишланган бўлса, иссиқлик олиш жараёни батамом бузилади. Юқори ҳароратда қайнайдиган суюқликларни қўллаш орқали бу муаммони ҳал этиш мумкин, аммо бунда ИЁДдан иссиқлик олиш жадаллиги сув билан совитишдагига нисбатан 5-8% сусаяди. Бензинда ишлайдиган ИЁД лар баланд тоғ шароитида ишлаганда уларда одатда аралашма ҳаддан ташқари қуюқлашиб, бунинг оқибатида $q_{\text{ч.в.}}$ ортади ва $q_e = \eta_e$ кичиклашади. Дизелларда α нинг кичиклашуви (9-бобга қаранг) циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашуви, бинобарин, q_e нинг камайиб, $q_{\text{хл}}$ нинг янада катталашishiга олиб боради. Шуни назарда тутиш керакки, N_e нинг ҳар қандай сабабга кўра (ҳавонинг ҳарорати юқорилиги, тоғ шароити ва ҳоказо) пасайиши η_e нинг камайиши билан кечади ва иссиқликнинг фойдали ишга айланувчи 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 $q_{\text{сов}}$ нинг камайиши ва $q_{\text{хл}}$ нинг катталашishiга сабаб бўлади. Газ-турбинали босим остида киритиш усулида





14.1-расм. Иссиқлик баланси ташкил этувчиларнинг иш режими бўйича ўзгариш
а-бензинли ИЁДнинг юкланиш характеристикасида; б-худди шу двигател учун ташкил
тезлик характеристикасида; в-босим остида киритиш усули қўлланилган трактор
дизелининг юкланиш характеристикасида; г- худди шу двигател учун ташкил тезли
характеристикасида

ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланилиши натижасида кичиклашади. Шу сабабли, босим остида киритиш усулининг турига қарамай, $q_{\text{газ}}$ босим остида киритиш усули қўлланилмаган двигателларда нисбатан кичик ҳам, катта ҳам бўлиши мумкин.

Ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда, одатда, иссиқлик берилуш коэффициенти кичикроклиги сабабли камера деворларидан атрафга иссиқлик ўтиш жадаллиги пастроқ бўлади, шунга кўра $q_{\text{сов}}$ нинг қиймати суяқлик билан совитишдагидан кичик бўлади. Бу ҳодиса суяқлик билан совитиладиган ИЁД сув ўрнига антифриз билан совитишга ўтказилганда ҳам кузатилади. Мос равишда $q_{\text{газ}}$ катталашади. Ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда q_{M} нинг қиймати босим остида киритиш усули қўлланилмаган, суяқлик билан совитиладиган ИЁДлардагига қараганда катта бўлади, чунки суяқлик билан совитиладиган ИЁДнинг камерасида ажраладиган иссиқликнинг бир қисми поршень цилиндрлардан мойлар билан олиб кетилади.

14.1-жадвалдан кўриниб турибдики, фойдаланишга айланадиган иссиқлик ИЁДга ёнилғи 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 ИЁДларда ажралиб чикувчи иссиқликнинг тақсимланиши, % ҳисобида

Ички ёнув двигательлари	q_c	$q_{\text{сов}}$	$q_{\text{газ}}$	$q_{\text{те}}$	$q_{\text{мол}}$	$q_{\text{ит}}$
Учкундан ўт олдириладиган 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	35—45	10—25	25—40	0—5	3—8	2—5

$q_{\text{сов}}$ ташкил этувчи [(14.2) тенглама] ИЁД деталларини кўзда тутилган иссиқлик ҳолатида тутиб туриш учун улардан олиб кетиладиган иссиқликни ифодалайди. У мумкин қадар кам бўлиши ва айти пайтда узел ҳамда механизмларнинг ишончли ишлашини, деталларнинг узок муддат хизмат қилишини, мойнинг иш хусусиятлари сақланишини, двигателнинг иқтисодий ва энергетик кўрсаткичлари энг мақбул даражада бўлишини таъминлаш учун етарли миқдорда бўлиши зарур. Автомобил ва бошқа турдаги транспорт машиналарида $q_{\text{сов}}$ дан салон ва кабинани иситиш учун, учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда эса ёнувчи аралашманинг суюк фракциялари бугланишини осонлаштириш учун фойдаланилади.

$q_{\text{газ}}$ ташкил этувчи совук манба (атмосфера) га термодинамиканинг II-қонуни бўйича бериладиган иссиқликдир. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда ишлатилган газлар иссиқлигининг бир қисмидан компрессорни юргизиш учун, учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда эса суюк пардани ёки суюк зарраларни бартараф этиш мақсадида янги аралашмани иситиш учун, шунингдек газ ёнилғили таъминлаш тизими элементларининг ҳароратини кўтариш учун фойдаланилади. Ёилнинг совук мавсумида $q_{\text{газ}}$ дан технологик мақсадларда (ташладиған қовушқоқ ёки иш суюқликлари, эритмалар, аралашмалар, бетон ва хоказоларни 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 тизимининг вазифасига ёниш камерасида иссиқлик ажралиши натижасида қизийдиган деталлар (поршенлар, халкалар, клапанлар, цилиндрлар деворлари ва хоказо) ни совитиш ҳам киради. Иссиқлик режими юқори бўлган, яъни босим остида киритиш усули қўлланилган, номинал тезлик режими юқори бўлган, ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда ана шундай бўлади.

14.2. Деталларнинг иссиқликдан зўриқishi

Двигател ишлаётганида ёниш камерасида ажралиб чиқаётган иссиқликнинг бир қисми иссиқлик алмашинуви ҳисобига деталларга ўтишларни киздиради. Бунга ишқаланиш ишнинг иссиқликка айланиши атроф-муҳитнинг таъсири эвазига ИЁД қисмларининг ҳарорати кўтарилиши ҳам қўшилади. ИЁДнинг литрли қувватини ошириш, солиштирилмасини камайтириш ҳамда ташқи ўлчамларини кичрайтиш ва бошқалар мақсадларда двигателни энергетик кўрсаткичлар бўйича кучайтириш 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 шароити оғирлашади. Бу ҳол юқори механик юкланишлар билан қўшилиб, деталларнинг зўриқishi ишлашини оширади ва уларнинг яхши ишлаши бузилишига, ишлама қолишига, ИЁД деталлари, узеллари ҳамда механизмларининг ишончли ишлаши пасайишига ва хизмат муддати қисқаришига олиб келиш мумкин.

Ёниш камерасини қуршаб турган деталлар: ҳалқалари билан биргаликда поршен, цилиндрлар устёпмасининг ёниш камерасига қараган девор (устёпманинг олов ёнадиган туби), чиқариш клапани ва унинг уяси, цилиндр (ёки гильза)нинг юқориги қисми энг оғир шароитда ишлайди. Уларнинг иссиқлик юкланиши энг юқори ва механик юкланиши жуда катта бўлади. Айнан шу деталларнинг бузилмасдан ва узоқ вақт ишлаши ИЁД нинг жом энг катта қувватини белгилайди.

Иссиқлик юкланишлари иссиқлик оқимининг зичлиги $q = Q/F$ билан фойдаланади (бу ерда: Q — иссиқлик оқимининг қуввати, Вт (кВт); F — иссиқлик оқими узатиладиган сиртнинг юзи, m^2). Агар иссиқлик оқими фаз бўйича бир жинсли ва вақт бўйича ўзгармас бўлса, у ҳолда деталнинг барқарорлашган ҳарорати даражаси, бошқа шароитлар ўзгармас бўлгандоқим зичлиги билан аниқланади. Шу сабабли иш жараёнидаги иш ҳароратлари қийматларидан ёки детал ҳароратларининг мажмуи (ҳарорат майдони)дан кўп ҳолларда деталнинг иссиқлик билан юкланганлиги характеристикасини аниқлаш учун фойдаланилади. Детал ҳароратининг кўтарилиши материалнинг механик мустаҳкамлиги, яъни унинг қўйилган юкланишга қаршилиқ кўрсатиш лаёқатлиги пасайишига олиб келади. Лекин шу билан бирга, бунда агар детал барча йўналишларда эркин кенгая олмас, ҳеч қандай термик зўриқишлар пайдо бўлмайди. Агар қўриб чиқиладиган детал унинг кенгайишини чеклаб турувчи бошқа бир деталга туташган бўлса, иссиқлик оқимининг таъсири кўзда тутилган технологик ўтказиш

бузиш ва қўшимча ўзаро босимни, яъни механик зўриқишларни келтириб чиқариши мумкин.

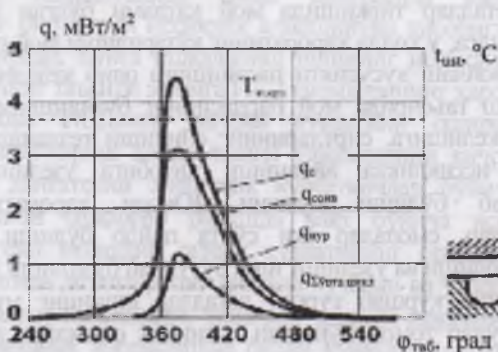
Агар жуфт деталлар тирқишида мой қатлами бўлган қўзғалувчан бирикмани ҳосил қилса, у ҳолда ҳароратнинг кўтарилиши мой пардасининг қовушқоқлиги ва мойлаш хусусияти пасайишига олиб келади, бу эса, ўз навбатида, юкланиш таъсирида мой пардасининг бузилишига, чегаравий ишқаланиш юзага келишига, сиртларининг ейилиши тезлашишига ҳамда ишқаланиш иши иссиқликка айланиши ҳисобиға узелнинг қизиши тезлашишига сабаб бўлиши мумкин. Юкори 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 келадики, деталлар ҳарорати ҳатто цикл мобайнида ҳам турғун бўлмайди. Детал сиртки қатламининг ҳарорати энг кўп даражада ўзгариб туради ва шунга кўра бу ерда иссиқликдан кенгайиш ҳам энг юкори 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 беришнинг вақт бўйича бу тарзда ўзгариши деталларда иссиқликдан зўриқишни келтириб чиқаради, чунки деталнинг ҳар бир қатлами ўзига хос бўлган ҳароратта мувофиқ тарзда кенгайишга интилади, ҳолбуки қўшни қатламлар билан ички структура боғланишлари қатламларнинг ўлчамлари ўзгаришига тўскинлик қилади. Детал ҳароратининг чуқурлик (детал сиртидан ҳисоблаганда) бўйича ўзгариш қонунияти ИЕДнинг иш режимига боғлиқ бўлади ва айланиш частотаси ортиши билан кескинроқ бўлиб боради. У детал материалига ва металлларнинг иссиқлик ўтказувчанлигига ҳам боғлиқ бўлади.

14.2-расмда тўрт тактли дизелнинг цилиндрлар устёпмасидаги олов ёнадиган туб сиртининг нукталаридан бирида иссиқлик оқими зичлигининг тирсакли валнинг 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 юкоридир. Силқиш тактида газнинг ҳарорати кўтарилган борган сари иссиқлик деворларга ўта бошлайди. Силқиш жараёни ичида деворларга ўтиб кетадиган иссиқликнинг умумий миқдори цикл мобайнида деворларга ўтиб кетган

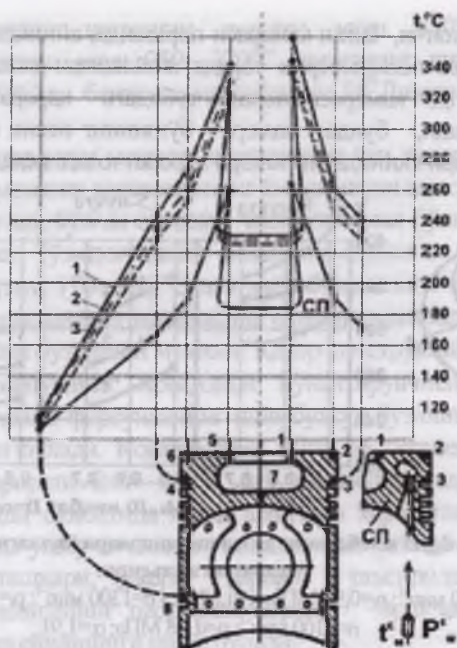
жами иссиқликнинг 1—2% (бензинда ишлайдиган ИЁД лар
дизелларда 5—3% ини ташкил этади.



14.2-расм. Дизел цилиндрлари копкағи орқали тарқалувчи иссиқлик
характеристикасининг тирсақли вал бурилиш бурчағи бўйича ўзгариши:
 мин^{-1} ; $p_k=0.163 \text{ МПа}$; $p_c=1.06 \text{ МПа}$

Иссиқлик оқимининг катталиғи газнинг ҳарорати билангин
балки унинг босими, таркиби ва камерада ҳаракатланиш тезлиғи бил
аниқланади. Бу кўрсаткичлар тирсақли валнинг бурилиш бурчағи
кучли ўзгариб туради. Дизеллардағи ёниш диффузион табиатта эга
алангада кўп миқдорда ёнувчи углерод зарралари мавжуд бўлиши
ажралиб туради. Бу зарраларнинг иссиқлик тарқатиш жадаллиғи
бўлади.

Бундан ташқари, аланганинг маҳаллий ҳароратлари аралаш
берилган таркиби учун термодинамик мулоҳазаларга кўра х
топилган ўртача қийматлардан анча ортқ бўлади. Шу сабабли ис
оқимининг нур тарздағи ташкил этувчиси дизелларда бензинда ишла
ИЁДларга қараганда анча катта бўлади. Иссиқлик оқимининг энг
зичлиғи цикл давомидағи ўртача қийматидан бир неча ўн
юқоридир. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда ёниш ва кенгайи
давомида деворларга иссиқлик умумий миқдорининг 65—70%, диз
эса 70—90% қисми ўтиб кетади. Қолган қисми эса ишлатилган газлар
чиқарилади.

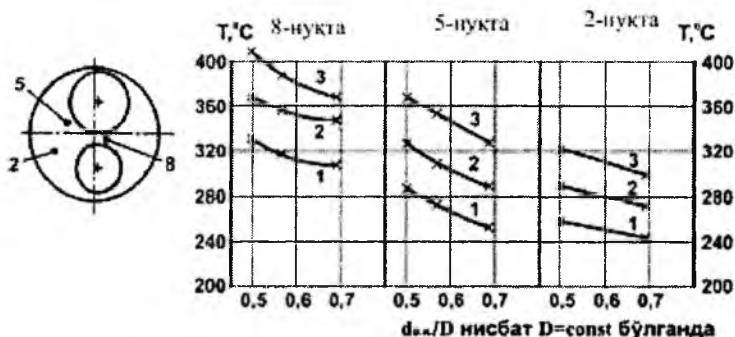


14.3-расм. ЦНИДИ камерали дизел поршенининг температура майдони:

$n=1250 \text{ мин}^{-1}$; $p_c=0.85 \text{ МПа}$; а - $p_c=0.142 \text{ МПа}$, $\alpha=1.6$, $t_c=95^\circ\text{C}$; б - $\alpha=1.66$ (p_c нинг 0.78 МПа гача кутарилиши ҳисобига), $t_c=118^\circ\text{C}$; в - $\alpha=1.66$ ($t_c=58^\circ\text{C}$ гача пасайиши ва p_c нинг 0.134 МПа гача камайиши ҳисобига)

Учқундан ўт олдириладиган ИЕДлардаги иссиқликнинг бу қисми ишлатилган газлар ҳарорати юқорирок бўлганидан дизеллардагидан 2—4 марта кўп бўлади. Иссиқлик оқимининг даврий тарзда ўзгариши металнинг сиртқи қатламлари қизиби кетишига, зўриқишларнинг бир ерга тўпланишига, толиқишга мустаҳкамликнинг пасайишига сабаб бўлади ва деталларнинг дарз кетишига олиб келиши 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 туташ деталлар ишини кўшимча 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 ўқиға нисбатан носимметрик тарзда жойлашган дизелларда (М- жараён, Д-жараён, ЦНИДИ камераси) поршен тубидаги ҳарорат майдони жуда хилма-хил бўлади, бунда камера бўғзининг иссиқ газ оқимлари тегиб ўтувчи қирралари яқинида энг юқсори ҳарорат юзаға келади.



14.4-расм. d_{ex}/D нисбатининг дизел цилиндрлари каллаги температурасининг ўзгаришига таъсири:

1 - $n=1300 \text{ мин}^{-1}$; $p_f=0.96 \text{ МПа}$; $\alpha=1.62$; 2 - $n=1300 \text{ мин}^{-1}$; $p_f=1.09 \text{ МПа}$; $\alpha=1.21$; 3 - $n=2100 \text{ мин}^{-1}$; $p_f=1.08 \text{ МПа}$; $\alpha=1.91$

Поршендаги камеранинг диаметри кичрайтирилса, камерадан цилиндр устёпмасидаги олов ёнувчи тубға томон йўналган иссиқлик оқимининг зичлиги ортади, натижада девор сиртининг нотекис кизиши кучаяди, шунингдек иссиқликдан зўриқишлар ортади (14.4-расм). Графиклардан кўриниб турибдики, кичик диаметрли камера учун энг иссиқ нукта (клапанлар орасидаги 8- нукта) ҳарорати билан энг совуқ нукта (ёниш камерасининг контуридан ташқаридаги, аммо цилиндр айланаси ичидаги 2- нукта) ҳарорати ўртасидаги фарқ дизелнинг (ϕ) иш режими учун 88°C ни, кенгрок камера учун эса 67°C ни ташкил этар экан. Поршен тубидаги ва цилиндр устёпмасидаги иссиқлик оқимлари ҳамда ҳарорат майдонининг жуда хилма-хиллиги ажратилган камерали дизеллар, айниқса, ёрдамчи камераси (уюрмали камералар ва кўпгина олд камералар) ён томонда жойлашган дизеллар учун хосдир.

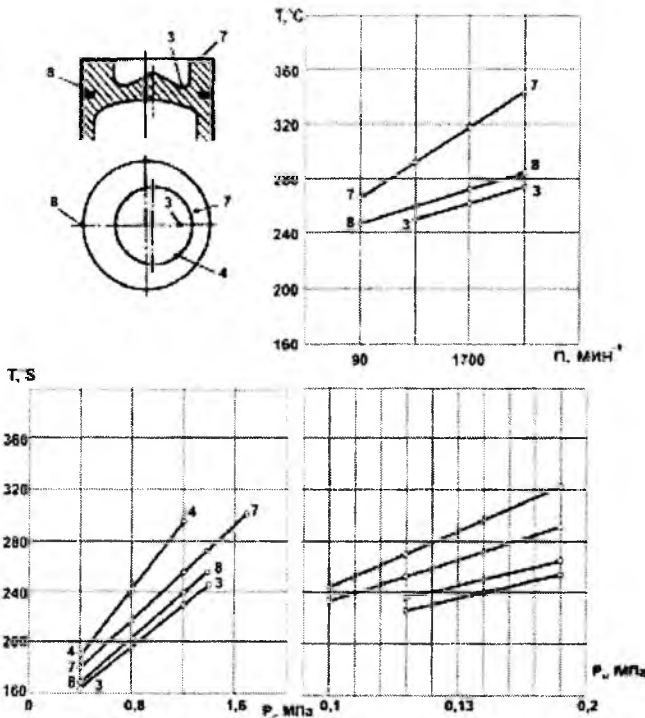
ИЁДларни яратиш амалиёти ёниш камерасини қуршаб турган, энг кўп юкланиш тушадиган деталлар учун ҳароратларнинг жоиз чекли даражаларини ишлаб чиқди. Мазкур деталлар тўхтовсиз ва ишончли ишлашига доир талаблардан келиб чиқиладиган бўлинса, ушбу даражалар оширилмаслиги керак. Чўяндан ясалган цилиндр устёпмасидаги олов ёнадиган туб учун бу даража 350°C , алюминий қотишмасидан ясалгани

учун 250°C , чўндан ишланган поршен учун 550°C . алюминий қотишмасидан ясалгани учун $350\text{—}370^{\circ}\text{C}$, дизелнинг чиқариш клапани тарелкаси учун 600°C ва бензинда ишлайдиган ИЁДники учун 850°C ни ташкил этади.

Кўпгина деталлар учун механик зўриқишлар ёки ҳарорат кўтарилиши 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 йўналтирувчисида беркитувчи иғнанинг қадалиб қолиб форсунканинг иши буткул бузилиши мумкинлиги туфайли чекланган бўлади. Компрессия ҳалқа ва поршен 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 қаттиқлигининг пасайиши поршен ариқчасидаги таянч текисликларнинг тез ейилишига сабаб бўлади.

Айтиб ўтилганидек, ИЁД 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 поршен ҳароратига унинг тубидаги энг иссиқ нукталаридан бирида ва юқориги зичловчи ҳалқа ариқчасида қандай таъсир кўрсатиши тасвирланган. Айланиш частотаси тезлик характеристикаси бўйича (14.5-расм, а) ортганда бир соатлик ёнилғи сарфи, яъни иссиқликни ИЁДга киритиш суръати зиёдлашади, 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 ИЁДнинг ҳарорати кўтарилишига олиб келади. Юкланиш ортиши билан поршен ҳароратининг кўтарилишини (14.5-расм, в; $\alpha=\text{const}$, $n=\text{const}$) 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 углевод

зарралари миқдори кўпайиб, улар ёнганда ўзидан юкори жадалликдаги иссиқлик нури тарқатади) тушунтириш мумкин.



14.5-расм. Дизел иш кўрсаткичларининг поршен температурасига таъсири

Юкланиш ИЁД деталларининг иссиқликдан зўриқишини белгилловчи асосий омил ҳисобланади. Босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ҳам (34.5-расм, в; $\alpha = \text{const}$, $n = \text{const}$) комплекс тарзда таъсир кўрсатади. Айнан мана шу — поршен ҳарорати кўтарилишининг асосий сабабидир. Бунга ҳаво зичлиги (камерадаги босим)нинг кўтарилиши ҳам келиб қўшилади, натижада деворлар билан иссиқлик алмашинуви янада жадаллашади. Агар босим остида киритилаётган ҳавонинг босими кўтарилганда циклик ёнилғи миқдори ёки ИЁДнинг қуввати ўзгаришсиз тутиб турилса, ҳавонинг ортиқлиги ортади, бу эса деталларнинг, шу жумладан, поршеннинг иссиқликдан зўриқиш даражасини камайтиради.

Бунинг якқол 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 поршен ҳароратининг чизиклари келтирилган. Иккала ҳолда ҳам дизелнинг қуввати ўзгаришсиз қолган, p_k нинг кўтарилиши билан π_k нинг катталашishi оқибатида ҳатто t_k нинг 23% ортишига қарамадан поршеннинг ҳарорати 8 — 12° пасайган. Бундай шароитда p_k нинг зиёдлашуви дизел 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 хаддан ташқари (ўта уюрмаланиш) бўлганда ёниш жараёни бузилади ва заряднинг айланиш тезлиги ортиши натижасида деталларнинг ҳарорати ҳатто бирмунча пасайиши ҳам мумкин. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда фақат тўғри ҳодиса юз беради, яъни газнинг ҳаракатланиш жадаллиги ортиши билан ёниш тезлиги, иссиқликнинг деворларга ўтиши ва деталларнинг ҳарорати зиёдлашади.

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 ИЁДларда деталларнинг механик ва иссиқлик юкланишини камайтириш учун кўпинча ёнилғи беришни илгарилатиш бурчаги кичрайтирилади. Шу билан бирга, ёнилғи (ёки ўт олдириш учқуни) хаддан ташқари кечикиб бериладиган бўлса, ёнишнинг чўзилиб кетиши туфайли ИЁД, биринчи галда, ишлатилган газларни чиқариб юбориш билан боғлиқ бўлган деталлари ўта кизиқ кетади. 14.3-расмда турбинали босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда компрессордан кейин ҳавони оралик совитишнинг поршеннинг ҳарорат майдонига таъсири кўрсатилган (эгри чизик, в). Босим остида киритилаётган ҳаво ҳароратининг иссиқлик алмаштирида 37° га пасайтирилиши (қувватни ўзгартирмаган ҳолда) поршен тубининг турли нуқталарида ҳароратнинг 16—21° га пасайишини таъминлади. Шундай қилиб, зарядни оралик совитиш дизел кўрсаткичларини яхшилашга (13.6 ва 13.7- расмлар) ҳамда деталларнинг иссиқликдан зўриқишини камайтиришга ёрдам беради. Ишлатиш шароити ИЁД 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 камади ва ёниш маҳсуллариининг ҳарорати кўтарилади, натижада деталларнинг иссиқлик билан юкланиши янада ортади. Босим остида

киритиш усули қўлланилган дизелларда ҳавонинг ҳарорати 1° кўтарилиши натижасида поршен $0,4-0,5^{\circ}$ қизийди. Ҳаво билан совитиладиган дизелда ўтказилган тажрибаларда атроф-муҳит ҳароратининг 20°C дан 40°C га кўтарилиши цилиндр устёпмасининг турли нуқталарида ҳароратнинг $30-40^{\circ}$ кўтарилишига олиб келди. Ўрта Осиё региони шароитида транспорт машиналари двигателининг ҳарорати капот остида $90-100^{\circ}\text{C}$ га етиши мумкин, бу эса ўрта минтақанинг ёз мавсуми шароитига хос бўлган қийматлардан $35-45^{\circ}$ зиёддир. Мазкур омилнинг ИЁД 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 камайиши оқибатида иссиқликнинг атроф-муҳитга тарқалиши тобора кийинлашиб боради. Суюқлик билан совитиш тизими филофининг деворларида тош (накип) ҳосил бўлиши ва ҳаво билан совитиладиган ИЁДларда қобирғали юзаларнинг ифлосланиши деворларнинг ҳарорати $30-50^{\circ}$ 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 ёнилгининг парчаланиш маҳсуллари, сўхта босиши деворларга иссиқлик ўтишини ёмонлаштиради.

Бундан келиб чиқадики, ИЁД қувватини ошириш, шунингдек бирор сабабга кўра иссиқлик оқимларининг жадаллашуви деталларнинг, биринчи галда, ёниш камераси атрофидаги деталларнинг иссиқликдан зўриқишини оширар экан, ИЁД узеллари ва ўзининг тўхтовсиз, ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминловчи чоралар кўришни тақозо этади. Муайян шароит 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 номинал юкланишда ҳавонинг ортиқчилигини кўпайтиришдан, клапанлар бир йўла очиқ бўлган даврда ёниш камерасини янги заряд билан шамоллатишдан, янги зарядни компрессордан кейин оралик 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 камайитириш,

ИЁД ишлаётганда чиқадиган шовқинни пасайтириш, иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш учун ва бошқа мақсадларда ҳам фойдаланилади.

2. *Деталларни совитиши.* Юқори юкланиш билан ишлайдиган ИЁДларда кўпинча мой билан мажбурий совитиладиган поршенлар қўлланилади. Бу мой поршен тубининг қартерга қараган деворига ёки поршен каллагига ишланган ва ёниш камерасини қуршаб турувчи айлана каналга махсус форсунка воситасида босим билан узатилади (14.3-расмдаги СП га қаранг). Бу тадбир ёрдамида поршеннинг ҳароратини 45—80° пасайтиришга эришилади. Ёниш камерасидан иссиқликнинг ажралиб чиқиши ИЁД 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. Тўзиткич ҳароратини пасайтириш учун форсункаларни суюқлик билан жадал совитиладиган юпка деворли стаканларга ўрнатиш қўлланилаётир. Чикариш клапанлари ва улар уяларининг ҳароратини пасайтириш мақсадида энг совуқ совитувчи суюқлик бевосита уя ва цилиндрлар устёпмасидаги клапан уялари орасига узатиладиган қилинмоқда. Кучайтирилган ИЁДларда ичи натрий билан тўлғазилган чикариш клапанлари қўлланилади. ИЁД ишлаётганда натрий суюқ ҳолатга ўтади. Конвектив иссиқлик алмашилиши 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 камайтириш ва унинг ҳароратини пасайтириш учун поршен тубининг олов тегадиган юзаси ва ёниш камерасининг юзаси иссиқликни ёмон ўтказадиган керамика 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 яеси сиртли зичловчи халқалар ўрнига конуссимон таянч юзали

зичловчи ҳалқалардан фойдаланишни кўрсатиш мумкин. ИЁД ишлаётган вақтда поршен цилиндр ичида ҳаракатланганда ҳалқалар поршен арикчасининг конуссимон деворларидан ажралиб, ҳосил бўлган сўхта қатламини емиради. Бунинг натижасида уларнинг арикчада доимий ҳаракатланиши таъминланади ва поршен қадалиб қолишининг олди олинади. Ҳалқаларнинг бу хусусияти арикча соҳасида поршеннинг ҳароратини оддий конструкциядагига нисбатан 50°гача кўтаради. Зичловчи ҳалқаларга мўлжалланган арикчаларнинг хизмат муддатини узайтириш учун алюминий қотишмасидан ишланган поршенлар пўлат ёки чўян қўймалар билан мустаҳкамланади. Поршен арикчалари ана шу қўймаларга ўйилади. Баъзан поршен каллагиди, биринчи зичловчи ҳалқадан юқорида, чуқур цилиндрсимон арикчалар ўйилади. Бу арикчалар иссиқлик оқими ҳалқадан айлантириб ўтказиб поршен 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 чўян 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 чораларда деталлар материални алмаштириш ёки уларга термик ишлов бериш, уларнинг ўлчамлари ҳамда шаклини ўзгартириш ва бошқалар ҳам кўзда тутилади. Одатда, ИЁДдаги иссиқликдан зўриқувчи деталлар ва узелларнинг ишончли ишлаши ҳамда имкониятларини оширишга қаратилган программа турли туркумлардаги чоралар мажмуини ўз ичига олади.

15-БОБ. ИЁД ДИНАМИКАСИ

15.1 Умумий маълумотлар

Транспорт машиналарининг иш мосламаларини ҳаракатта келтириш учун ИЁД валидаги буровчи моментдан фойдаланилади. Буровчи момент поршенларнинг цилиндрлар ичида кривошип-шатун механизми ёрдамида илгариланма ҳаракатланиши ўзгариши натижасида юзага келади. ИЁД 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 ошиш, ИЁДнинг конструкцияси ва тузилиш хусусиятларини, кривошип-шатун механизми характеристикасини, шунингдек иш режими, яъни юкланиш ва айланиш частотасини акс эттиради. Натижада ИЁДнинг буровчи моменти ва тирсакли валнинг айланиш бурчак тезлиги цикл давомида узлуксиз ўзгариб туради.

Кривошип-шатун механизмига таъсир кўрсатувчи куч ва моментлар унинг деталларини, шунингдек ИЁДнинг 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 ИЁДни яратиш босқичида уларнинг мустаҳкамлиги, қўтариб турувчи сиртларининг, подшипниклар ва таянч элементларининг ишончли ва узок муддат ишлаши шартларидан келиб чиқиб, деталларининг ўлчамларини тўғри танлашга, шунингдек ишлаётганда тушадиган юкланишлар ҳамда титрашни камайтириш чораларини белгилаш ва амалга оширишга, тирсакли 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, ИЁДнинг иш шароити ва режими буровчи момент ва титраш тарзига, шовқинга, деталларининг ейилиши ҳамда ишга яроқлилигига қандай таъсир кўрсатишини тушуниш имконини беради.

15.2. Поршен ҳаракатининг кинематикаси

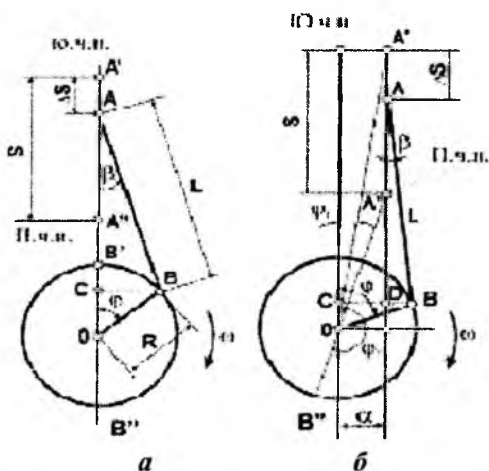
Кривошип-шатун механизмига таъсир қилувчи инерция кучларининг катталиги деталларнинг массасига ва ИЁД ишлаётганда юзага келувчи уларнинг тезланиш қийматларига боғлиқ бўлади. Тезланишлар эса механизм кинематикаси билан белгиланади. 15.1-расмда ИЁДда қўлланилувчи кривошип-шатун механизмларининг схемалари тасвирланган: *а* — *марказий*, бунда цилиндр ва тирсакли валнинг ўқлари кесишади, *б* — *силжитилган (дезаксиал)* бунда цилиндрининг ўқи валнинг айланиш ўқиға нисбатан *а* масофаға силжитилган (кривошипнинг айланиш йўналишида) бўлади. Бундай силжитишнинг нима учун кераклигини кейинроқ тушунтирамиз.

Кривошипнинг айланиш йўналиши стандарт ўнг томонға айланишға, яъни агар тирсакли валнинг эркин учи томондан қарайдиган бўлсак, соат миллининг айланиш йўналишиға мос келади. Механизмнинг асосий характеристикаси $\lambda = R/L$ нисбатдан иборатдир (бу ерда: *R* — кривошипнинг радиуси (*OB*); *L* — шатуннинг узунлиги (*AB*)). Мавжуд ИЁДларда λ нинг қиймати 1/3,2 (0,31)дан 1/4,2 (0,24)ға қадар ўзгариб туради. Силжитилган механизм учун характеристика сифатида $K = a/R$ дан, яъни нисбий силжишдан ҳам фойдаланилади. Силжитилган кривошип-шатун механизмнинг кўриб чиқилаётган 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-расмға қаранг). Шу сабабли, биз кўзлаган мақсад учун оддийроқ бўлган марказий механизмни (15.1-расм, *а*) кўриб чиқиш билан кифояланамиз. Механизмнинг бошланғич вазияти поршеннинг ЮЧН ҳолатига, яъни шатун ва кривошип бир чизиқда ётган ҳолатға 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 кўчишини ЮЧН (*A'* нукта) дан бошлаб ҳисобланади ва шу пайтда *AA'* га тенг бўлади. Кривошипнинг ихтиёрий вазияти учун поршеннинг кўчиши ушбу муносабатдан аниқланади:

$$S = AA' = OA' - AC - CO = (L + R) - L \cos \beta - R \cos \varphi, \quad (15.1)$$

бу ерда β — шатуннинг вертикалдан оғиш бурчаги.



15.1-расм. Кривошип-шатун механизми схемалари:
а-марказий; б-силжитилган

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 даражали биномиал 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 қифояланамиз: $\cos \beta \approx 1 - \lambda^2 / 2 \sin^2 \varphi$.

Мазкур ифодани (15.1) га қўйиб ва ўзгартиришлардан сўнг

$$S = R[(1 - \cos \varphi) + \lambda / 4(1 - \cos 2\varphi)] \quad (15.4)$$

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. Поршен кривошип айланишининг биринчи ва тўртинчи чораклари ичида иккинчи ҳамда учинчи чоракларига караганда (ПЧН соҳасида) кўпроқ йўлни ўтади, бунининг таъсири билан тушунтириш мумкин. S_{II} формуласининг тузилишидан кўринадики, поршен кўчишининг бу нотекислиги λ нинг катталиги, яъни шатуннинг охириги узунлиги билан боғлиқ. λ қанча катта бўлса, у шунча юкори 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:

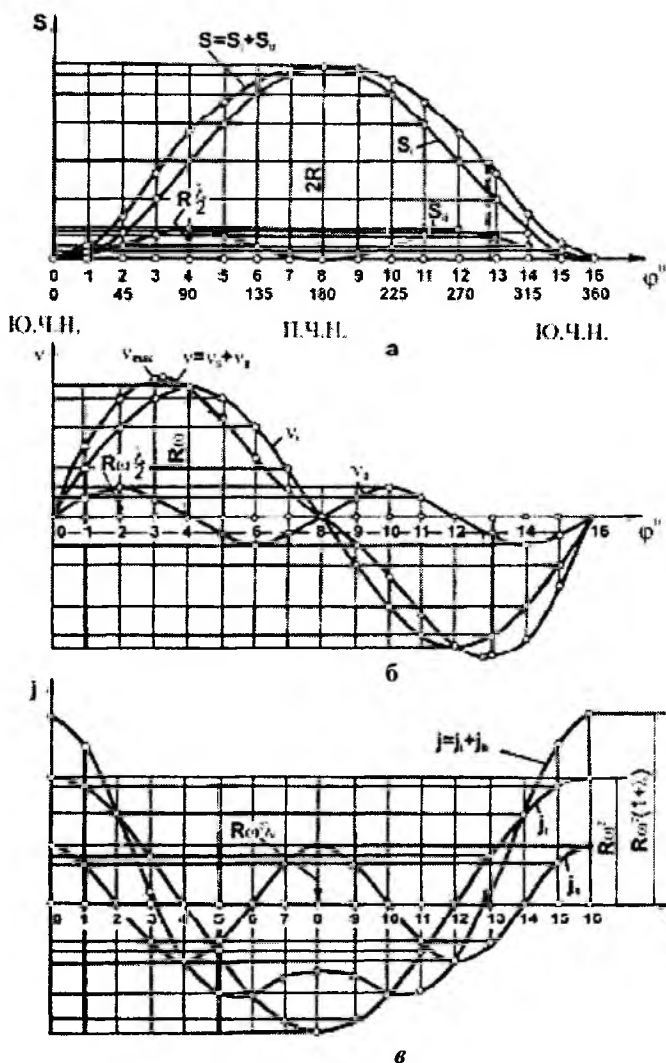
$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{dS}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} R\omega \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right), \quad (15.5)$$

бу ерда $\omega = d\varphi / dt$ – кривошип айланишининг бурчак тезлиги ($d\varphi / dt = \omega = \text{const}$ шартга кўра).

Поршен тезлиги ҳам биринчи ва иккинчи тартибли $v = v_I + v_{II}$ ташкил этувчиларга бўлинади, бу ерда $v_I = R\omega \sin \varphi$ ва $v_{II} = R\omega \lambda / 2 \sin 2\varphi$

Поршеннинг тезлик графиги 15.2-расм, *б* да тасвирланган бўлиб, унда v_I ва v_{II} ташкил этувчилар ажратиб кўрсатилган.

$\varphi = \pi / 2$ ва $\varphi = 3 / 2\pi$ бўлганда $|v| = R\omega$, яъни кривошип учининг (В нукта) чизиқли тезлигига тенг бўлади. Поршен тезлигининг энг катта қийматини тенгламани максимумга текшириш [(15,5) формулага қаранг] йўли билан аниқлаш мумкин. Бу қийматга шатун кривошип радиусига перпендикуляр бўлганда (яъни $|\lg \varphi| = 1/\lambda$; 15.1-расм, *а* га қаранг) эришилади.



152-расм. Поршен харакатининг кинематикаси:
а-кўчиш; б-тезлик в-тезланиш

Поршеннинг энг катта тезлиги $v_{\max} = R\omega\sqrt{2+\lambda^2}$ (15.6)

ни ташкил этади. Бу қийматга кривошипнинг тўлиқ айланиши мобайнида икки марта эришилади. (15.2-расм, б) ИЁДни ифодаловчи кўрсаткичлар ичида поршеннинг ўртача тезлиги

$$v_{\text{ср}} = C_I = \frac{S \cdot n}{30} = \frac{2R\omega}{\pi}$$

амалий аҳамиятга эга. Ички исрофларнинг ўртача босими, цилиндр-поршен группасининг ейилиши, цилиндрларни тўлдириш коэффициентини ва шу кабилар ана шу тезликка боғлиқ. Кўриб чиқиладиган туркумдаги ИЁД ларда $v_{\text{ср}}$ 8-15 м/с қийматдан (транспорт машинасининг турига боғлиқ равишда) ортик бўлмаслигига ҳаракат қилинади. $V_{\text{max}}/V_{\text{ср}}$ нисбат λ га боғлиқ равишда [(15.6) га қаранг] 1,62 — 1,64 атрофида ўзгаради.

Поршеннинг j тезланиши унинг тезлигининг вақт бўйича ҳосиласи каби аниқланади: $j = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} R\omega^2 (\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi)$. (15.7)

Гармоник ташкил этувчилар ёрдамида $j = j_I + j_{II}$

ни топамиз, бунда $j_I = R\omega^2 \cos\varphi$; $j_{II} = R\omega^2 \lambda \cos 2\varphi$.

(15.7) функциясини экстремумга текшириш қуйидагини беради:

$$dj / d\varphi = -R\omega^2 (\sin\varphi + 2\lambda \sin 2\varphi) = 0 ,$$

яъни $\sin\varphi + 4\lambda \sin\varphi \cdot \cos\varphi = 0$

Кривошипнинг тўлиқ айланиши мобайнида биринчи максимум $\varphi = 0$ бўлганда юзага келади, бунда $j_0 = R\omega^2 (1 + \lambda)$.

Иккинчи максимум $1 + 4\lambda \cos\varphi = 0$ шарт бажарилганда, яъни $\cos\varphi = -1/4\lambda$, бўлганда юзага келади. Агар $\lambda > 1/4$ бўлса, иккита иккинчи максимум ҳосил бўлади, бунда $j = -R\omega^2 (\lambda + 1/8\lambda)$. Абсолют катталик бўйича тезланиш $\varphi = 0$ дагидан кичик ва ишорасига кўра қарама-қарши бўлади. Агар $\lambda \leq 1/4$ бўлса, иккинчи максимум $\varphi = \pi$ бўлганда вужудга келади, бунда $j_{180} = -R\omega^2 (1 - \lambda)$.

$\lambda > 1/4$ бўлган ҳол учун поршеннинг тезланиш графиги 15.2-расм, в да келтирилган.

15.3. Кривошип-шатун механизмининг динамикаси

15.3.1. Механизмдаги таъсир қилувчи кучлар

Кривошип-шатун механизми динамикасини ўрганишда одатда фақат газ (индекси $г$) ва инерция (индекси $й$) кучлари қараб чиқилади; ишқаланиш кучлари ҳамда деталларнинг ерга тортилиш кучлари эса ҳисобга олинмайди, чунки улар нисбатан жуда кичик бўлади.

Поршенга таъсир қилувчи кучлар ва уларнинг ташкил этувчилари

Поршен бармоғининг ўкига қўйилган жами куч (15.3-расм) ушбу формула билан ифодаланади: $P = P_f + P_j$ бу ерда P_j — цилиндр ичида қайтма-илгариланма ҳаракат қиладиган деталларнинг инерция кучи. Кучларнинг йиғиндисини топишда уларнинг ишоралари эътиборга олинади. P кучни ушбу ташкил этувчиларга ажратиш мумкин:

$$\text{цилиндр деворига перпендикуляр йўналган куч} \quad N = P \cdot \tan \beta \quad (15.9)$$

$$\text{ва шатун ўқи бўйлаб йўналган куч} \quad S = P / \cos \beta \quad (15.10)$$

Поршен бармоғи воситасида поршенга шарнирли бириктирилган шатун фақат ўзининг ўқи бўйлаб йўналган кучларни (сиқувчи ёки чўзувчи кучларни) қабул қила олади. Шатуннинг кривошип билан шарнирли бириқиш жойининг B нуктасида S куч қуйидаги ташкил этувчиларга ажратилади;

$$\text{тангенциал куч} \quad T = S \sin(\varphi + \beta) = P \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta \quad (15.11)$$

$$\text{ва нормал куч} \quad K = S \cos(\varphi + \beta) = P \cos(\varphi + \beta) / \cos \beta \quad (15.12)$$

T куч машина механизмларини ҳаракатга келтириш учун мўължалланган ва тирсақли валга қўйилган индикатор буровчи моментини ҳосил қиладди:

$$M_i = TR = PR \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta \quad (15.13)$$

K 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.

N куч поршенни цилиндр деворига қисиб, ИЁД таянчларига тушувчи тўнкарувчи моментни ҳосил қиладди: $M_{\text{оғи}} = N \cdot h \quad (15.14)$

15.3-расмдан кўриниб турибдики, $M_{\text{тўнж}}$ момент M_1 га қарама-қарши йўналган. h катталики ABC ва OBC учбурчаклардан топиш мумкин:

$$h = L \cos \beta + R \cos \varphi = R(1/\lambda \cos \beta + \cos \varphi) \quad (15.15)$$

аммо

$$R \sin \varphi = BC = L \sin \beta \quad \text{ёки} \quad 1/\lambda = \sin \varphi / \sin \beta. \quad (15.16)$$

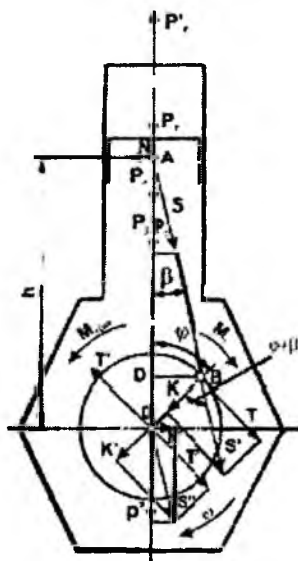
Охирги ифодани (15.15) га киритиб ва уни ўзгартириб қуйидагини ҳосил қиламиз: $h = R \sin(\varphi + \beta) / \sin \beta$.

(15.9) ва (15.14) лардан фойдаланиб ушбуга эга бўламиз:

$$M_{\text{о'йиё}} = PR \sin(\varphi + \beta) / \sin \beta = M_1.$$

Шундай қилиб, тўнкарувчи момент тирсакли валнинг ҳар қайси бурилиш бурчагида индикатор буровчи моментига тенг ва қарама-қарши йўналган бўлади. Газ кучлари (15.8) формулада ИЁДнинг тегишли иш режимида индикатор диаграммаси асосида $P_f = (p_n - p_o) \cdot F_n$ ифодага кўра ҳисоблаб топилади (бу ерда: F_n — поршен ёки цилиндрнинг юзи; p_n ва p_o — кўриб чиқиладиган вақтда цилиндрдаги газнинг тўлиқ босими ва атмосфера босими). Агар цилиндрдаги босим атмосфера босимидан паст бўлса (масалан, босим остида киритиш усули қўлланилмаган ИЁД ларда киритиш тақтида), 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_f ва P_f' кучлар ўзаро тенг ҳамда йўналиш жиҳатидан қарама-қаршидир. Тирсакли валнинг P_f куч узатиладиган таянчи эса тузилиши 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 подшипнигини маҳкамлаш болтлари ва ҳоказо) дагина зўриқишни юзага келтиради.



15.3-расм. Кривошип-шатун механизмидаги таъсир қилувчи кучлар схемаси

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 поршен группаси деталлари (поршен, 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 кккита масса билан алмаштирилиб, улардан бири ($m_{шт}$) поршен бармоғининг ўқиға қўйилади ва поршен 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 кккита тўпланган массалар тизими билан алмаштириш учун ушбу иккита шарт бажарилиши керак: $m_{ш} = m_{шт} + m_{шк}$ — массанинг ўзгармаслиги шarti; $m_{шт}L_n = m_{шк}L_k$ (15.4-расм) — массалар маркази вазиятининг ўзгармаслиги шarti.

Мавжуд усуллар ушбу нишни ҳисоблаш йўли билан (яратилаётган ИЁД лар учун) ва тажриба йўли билан (мавжуд ИЁД лар учун) амалга ошириш имконини беради. Статистика маълумотларига кўра $m_{шт} = (0,25-0,33) \cdot m_{ш};$ $m_{шк} = (0,67-0,75) \cdot m_{ш}$. Шундай қилиб, $P_i = -m_j \cdot j$,

$$\text{бу ерда} \quad m_j = m_{п} + m_{шт}. \quad (15.17)$$

Марказдан қочма кучлар:

а) *шатун массаси бир қисмидаги марказдан қочма кучлар.* Марказдан қочма кучнинг қиймати ушбу формуладан аниқланади:

$$K_{рш} = -m_{шк} R \omega^2. \quad (15.18)$$

Мазкур куч кривошип радиуси бўйлаб 0 марказдан йўналган, яъни мушбат K кучга қарама-қарши йўналган бўлиб шатун бўйинга ва шатуннинг пастки каллагига, шунингдек ўзак бўйинга ҳамда унинг подшипникига 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 p 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:

$$m_{RK} = m_{шб} + 2m_{жR} = m_{шб} + 2m_{ж} \rho / R$$

У ҳолда кривошипнинг марказдан қочма кучи

$$K_{RK} = -m_{RK} R \omega^2 \quad (15.19)$$

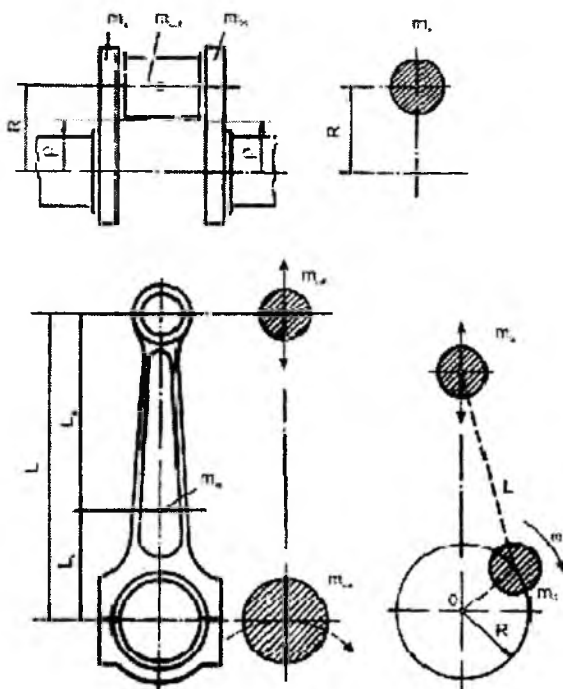
га тенг бўлади. У айланиш маркази 0 дан кривошип бўйлаб йўналади ва ўзак бўйинга ҳамда унинг подшипникига тушади. Оралик ўзак таянчлари учун бўйинлар ва жағларнинг бир-бирига нисбатан сурилишини ҳисобга олган ҳолда, подшипникнинг иккала томонидаги ёнма-ён жойлашган иккита кривошипдан тушувчи юкланишлар аниқланади.

Шатун ва кривошип айланувчи массаларининг марказдан қочма кучлари $K_R = K_{руи} + K_{RK}$ ИЁД таянчларига узатилиб, уларда йўналиши жиҳатидан ҳар хил бўлган юкланишларни ҳосил қилади;

в) *посангилардаги марказдан қочма кучлар*. Бу элементлар ИЁД иштаётганда уни мувозанатлаш учун, шунингдек, вални ва ўзак подшипникларни юксизлантириш учун атайин киритилади. Уларнинг марказдан қочма кучлари умумий боғлиқликлар билан аниқланади, массаларини танлаш усуллари эса 15.5-§ да кўриб чиқилади.

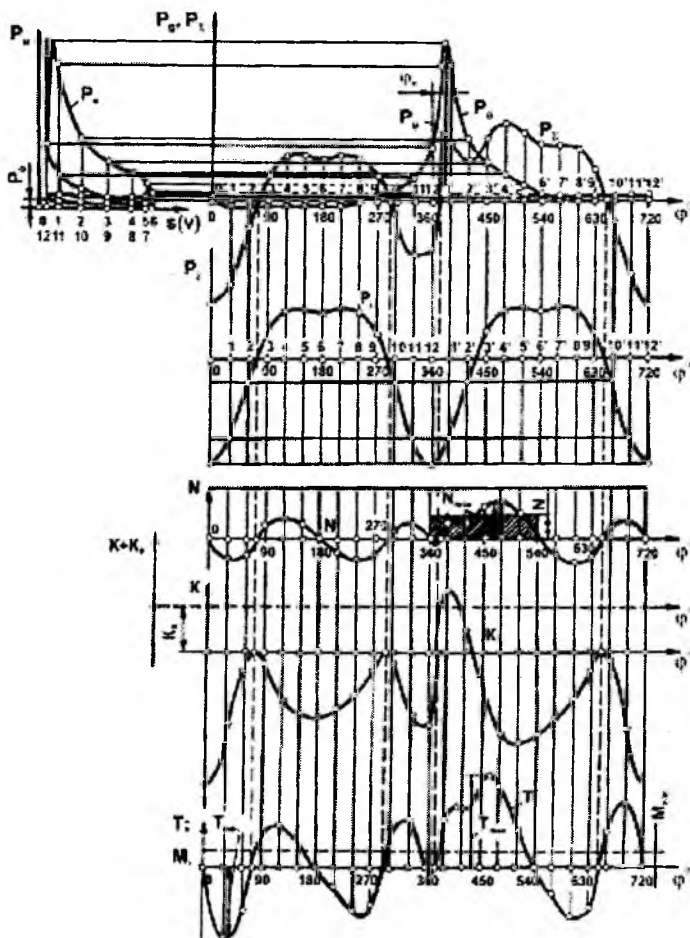
Кривошип-шатун механизми деталлари, ИЁДнинг корпус элементлари, подшипниклар ва таянч юзалар одатда келиб чиқиши турлича бўлган бир неча куч ҳамда моментлар (газ ва инерция кучлари) билан юкланади. Газ кучларининг т.в.б. бурчаги бўйича ўзгариши мураккаб тарзда бўлиб, иш жараёнининг ташкил қилишининг ўзига хос хусусияти ва иш режимиға, яъни айланиш частотаси ҳамда юкланишға боғлиқдир. Инерция кучларининг ўзгариш қонуниятлари ҳам айланиш частотасиға боғлиқ бўлиб, конструкциянинг ўзига хос томонларини акс эттиради. Шу сабабли механизмдаги у ёки бу детал ва элементларнинг энг катта юкланишиға мос келувчи кривошип вазиятини олдиндан айтиб бериш кийин. Шундан келиб чиқиб, кривошип-шатун механизмнинг динамик таҳлили бутун иш цикли мобайнида ўтказилиб, бунда ҳисоблашлар қандай мақсадға қаратилганиға боғлиқ равишда, тирсакли валнинг ҳар $10\text{—}30^\circ$ бурилиш бурчағида куч ва моментларнинг қийматлари аниқланади. Бунда ҳисоблашлар энг кўп юкланган иш режимларида, одатда, номинал айланиш частотасида тўлиқ юкланиш билан ёки, камдан-кам ҳолларда, энг катта буровчи момент режимида ўтказилади.

3-иловининг 1—4-жадвалларида поршен кинематикасининг кўрсаткичларини аниқлаш ва механизмни кривошипнинг бурилиш бурчағиға боғлиқ равишда динамик таҳлил қилиш учун зарур бўлган тригонометрик функциялар берилган. Мавжуд ИЁДларни динамик таҳлил қилишда инерция кучларини ҳисоблаш учун зарур бўлган элементлар массаларининг қийматлари тарозида тортиб кўриш натижаларига кўра (ёки справочник маълумотларидан) олинади. Янги яратилаётган ИЁДлар учун статистика маълумотларидан, ишлаб чиқарилган ўхшаш ИЁДлар бўйича фойдаланилади (15.1- жадвал),



15.4-расм. Кривошип-шатун механизми массаларини келтириш

15.5-расмда бензинда ишлайдиган ИЁДлар учун кучлар ва улар ташкил этувчиларининг номинал режимда кривошипнинг бурилиш бурчаги бўйича ўзгариш графиги келтирилган. Газ кучлари ва инерция кучларини қўшиш қулай бўлиши учун $P_Г$, $P_и$ ва $P_Σ$ катталиклар поршеннинг юза бирлигига бўлинган, яъни босим ўлчами келтирилган.



15.5-расм. Кривошип-шатун механизмидаги кучларнинг тирсакли вал бурилиш бурчаги бўйича ўзгариш графиги

Айтиб ўтганимиздек, N куч цилиндр девори ва поршен этак қисмига таъсир этиб, ИЁД ишлаётганида ана шу ишқаланувчи сиртларнинг ейилишига сабаб бўлади. Деталларнинг ейилишга чидамлилигини оширишга қаратилган махсус тадбирлар (сиртларнинг тайёрланиш сифатини яхшилаш, поршен 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 кичикрок

кийматини танлаш [(15.9) ва (15.16) формулаларга қаранг] шатуннинг узайишн ҳамда $m_{ш}$ нинг ортишига олиб келади.

15.1-жадвал

Кривошип-шатун механизми деталларининг конструкцион массаси, кг/м² ҳисобида

ИЁД тури	Поршен группасининг солиштирма оғирлиги (массаси) $m_p/F^*_{п}$	Шатун группасининг солиштирма оғирлиги (массаси) $m_{ш}/F^*_{п}$
Карбюраторли (D= 60—100 мм) Двигеллар (D= 80—120 мм)	100—150 200—300	120—200 250—350

Эслатма. * $F_{п}$ — поршен юзи, м²

Силжитилган (дезаксиал) механизмлардан фойдаланиш ҳам (15.1-расмга қаранг) N_{max} ни камайтиришга қаратилгандир. λ нинг берилган кийматида α (K) қанча катта бўлса, β бурчак шунча зиёд кичиклашувига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Бундай механизмлар N кучнинг мусбат кийматларини кичиклаштиришга имкон беради. Илгариланма-қайтма ҳаракат қилувчи деталларнинг асосан инерция кучлари ҳисобига юзага келувчи N кучнинг манфий кийматлари эса бунда марказий механизмдагидан каттарок бўлади.

K ва T ташкил этувчилар $K_{ру}$ билан биргаликда шатун подшипнигига таъсир қилиб, унинг ейилишига сабаб бўлади. Шатун подшипнигининг юкланиши қандай аниқланишини кейинроқ қўриб чиқамиз. Шу кучларнинг ўзи $K_{ру}$ куч билан қўшилиб, тирсақли 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 нотекис ишлашини ҳисобга олган ҳолда куп цилиндрли ИЁД нинг буровчи моментига доир эгри чизикни ясашда ҳам юқоридаги эгри чизикдан фойдаланилади. Куп цилиндрли ИЁДнинг буровчи моментини аниқлаш усуллари 15.3.4- § да келтирилади.

15.3.2. Шатун бўйинининг юкланиши

Шатун бўйинга шатун бўйлаб узатиловчн S куч ва марказдан қочма $K_{ру}$ кучдан иборат йигинди куч таъсир қилади. $R_{шб}$ тенг таъсир этувчини олиш учун бу кучлар векторли қўшилади:

$$\overline{R}_{шб} = \overline{S} + \overline{K}_{ру}.$$

С кучнинг йўналиши $K_{ру}$ га нисбатан доим ўзгариб тургани учун шатун бўйинга тушадиган юкланиш графигини тузишда S куч кривошипнинг ҳар бир ҳолатида K ва T ташқил этувчилар билан алмаштирилади. Бу ташқил этувчилар механизмни динамик таҳлил қилишда топишган ва кривошипга нисбатан муайян йўналишларга эга. ИЁД нинг иш цикли давомида бўйиннинг юкланиш графиги *қутбли диаграмма* кўринишида тузилади. Бу диаграмма вақтнинг ҳар бир ониди $R_{шб}$ ни модуль ва йўналиш бўйича топиш, шунингдек унинг кривошипга нисбатан вазиятини аниқлаш имконини беради. Қутбли диаграмма ясашда шатун бўйни (кривошип) ни қўзғалмас деб, механизмни эса унга нисбатан қарама-қарши томонга айландиган деб фараз қилинади.

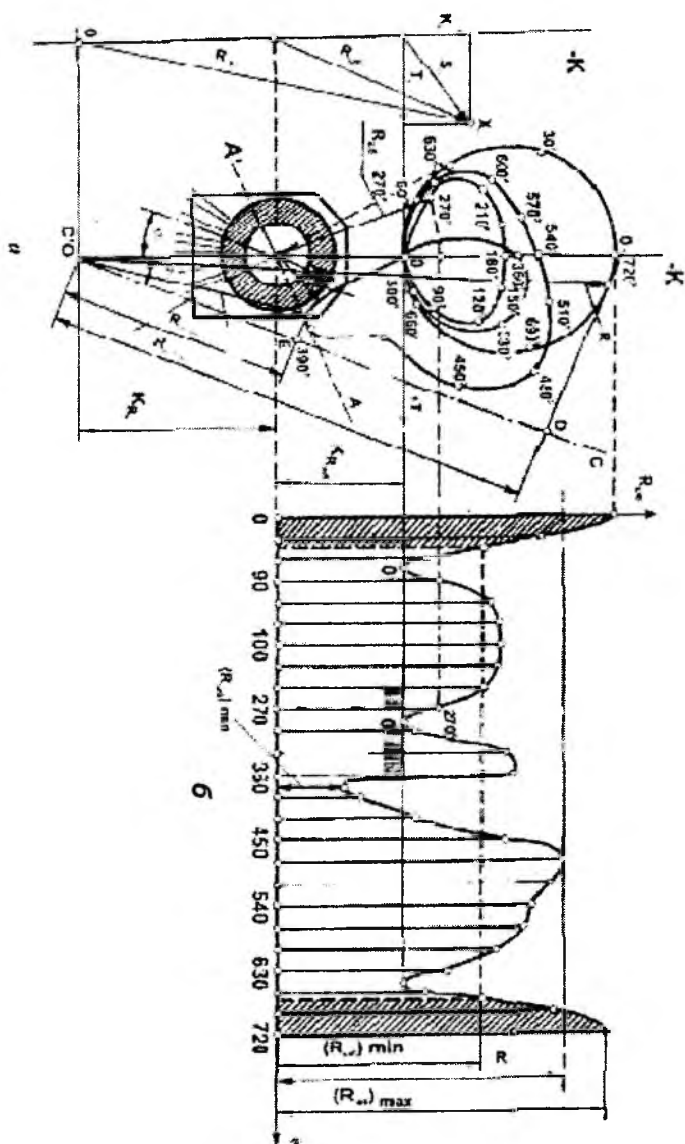
Қутбли диаграмма тузиш усуллари 15.6-расм, *а* да тушунтириб берилган. Вақтинчалик қутб деб олинган O нукта орқали K ва T кучларнинг ортогонал ўқлари ўтказилади. Уларнинг мусбат йўналишлари 15.3-расмга мос келади. Ихтиёрий лаҳза (φ бурчак) учун O нуктадан қабул қилинган масштабда K_p ва T_p лар ўлчаб қўйилади. Улар кучлар графигидан (15.5-расм) олинади. Ox_p кесма S_p куч векторига мос келади. Шу ишнинг ўзини барча кетма-кет φ бурчаклар учун 15.5-расм бўйича такрорлаб, O нуктада бошланувчи S куч учларининг геометрик ўрни топилади (15.6-расм, *б* га қара).

$R_{шб}$ тенг таъсир этувчини ҳосил қилиш учун диаграмманинг қутби K ўқ бўйлаб $O_{ш}$ нуктага шундай кўчириладики, $OO_{ш}$ масофа $K_{ру}$ га кучларнинг танланган масштабида мос келадиган бўлсин. Агар бунда $O_{ш}$ нукта шатун бўйиннинг маркази қилиб олинса, у ҳолда тирсақли валнинг ҳар қайси бурилиш бурчаги учун $O_{ш}x_p$ кесма шатун бўйинга тенг таъсир этувчи юкланишни ифода қилади. Равшанки, муайян тирсақли валнинг ўқи $O_{ш}$ нуктадан 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 ИЁДнинг иш цикли давомида тирсақли валнинг бурилиш бурчаги бўйича $R_{шб}$ нинг ўзгариши кўрсатилган. $R_{шб}$ нинг қийматлари тегишли нукталар учун бевосита қутбли диаграммадан олинган. Кўрииб турибдики, шатун бўйинга тушувчи энг катта юкланишни инерция кучлари ҳосил қилади (тирсақли валнинг $\varphi=0^\circ$ бурилишига мос келувчи нукта). Номинал айланиш частоталари кичикроқ ва ёнишдаги газ кучларининг қийматлари каттароқ бўлган дизеллар учун $R_{шб}$ нинг энг катта қийматлари кенгайиш тактида ҳосил бўлади ($\varphi = 390—450^\circ$).

Бензинда ишлайдиган ИЁД ларда M_{max} режимида, яъни инерция кучлари номинал частотадагидан 3 - 5 баравар кичик бўлганда ҳам ана шундай ҳодиса рўй беради. Қарама-қарши томонлардаги цилиндрлардан келувчи иккита шатуни битта шатун бўйинда жойлашган V-симон ИЁДлар учун шатун бўйиннинг 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_{RLH} ташкил этувчилари йўналиши жиҳатидан мос келади). Бу ҳолда қарама-қарши жойлашган цилиндрлардан келувчи тенг таъсир этувчи кучлар шатун бўйиннинг узунлиги бўйича ҳам силжиган бўлади. Шатун бўйиннинг юкланиш қутбли диаграммаси ўзак бўйиннинг ҳам юкланганлик даражасини аниқлаш имконини беради. Шатун бўйинга қўйилган кучларга қўшимча равишда, ўзак бўйинга марказдан қочма K_{RK} куч ҳам таъсир қилади. Бу кучнинг йўналиши K_{RLH} ники каби бўлади. Бинобарин, агар диаграммада (15,6-расм, а, б) қутб O_k нуктага K_{RK} кучлар масштабига мос келувчи O_kx_{ϕ} катталиққа силжитилса, O_k нукта ўзак таянчи (тирсакли вал ўқи) нинг марказини ташкил этади ва O_kx_{ϕ} кесма валнинг ушбу тирсаги ўзак таянчлари юкланишининг тенг таъсир этувчи вектори $R_{k_{\phi}}$ бўлади.

Тўлиқ таянчли тирсакли валларда оралик ўзак бўйин ўзининг икки томонида жойлашган иккита қўшни тирсак билан юкланади. Бунда ўзак подшипнигига ҳар бир тирсак юкланишининг ярми узатилади деб фараз қилинади:

$$R_{\varepsilon_{\Sigma}} = 0,5(\overline{R}_{\alpha i} + \overline{K}_{RO}) + 0,5(\overline{R}_{\alpha i} + \overline{K}_{RO}) = 0,5\overline{R}_k + 0,5\overline{R}_k. \quad (15.20)$$



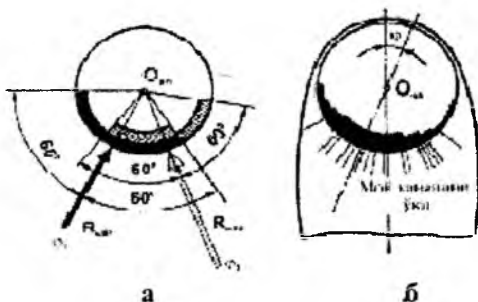
15.6-расм. Шатун буйинга таъсир қилувчи юкланишнинг кутбли диаграммаси:
а-таъсир қилувчи кучлар диаграммаси; б-кутбли диаграмма; в-тенг таъсир этувчи куч $R_{\text{сб}}$ нинг тираскли
вал бурлиш бурчлари буйича графиги

$R_{к\ у}$ ни олиш учун, юкорида айтилганидек, қўшни тирсаклар ўзак таянчлари юкланишининг қутбلى диаграммалари тузилади ва кейин тирсакларнинг силжишини ҳамда ИЁД цилиндрларининг ишлаш тартибини эътиборга олиб, тегишли нукталардаги $R_{к\phi}$ ва $R_{к\phi}$ 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 қутбلى диаграммалари асосида уларнинг ейилишини ифодаловчи шартли диаграммаларни тузиш мумкин. Бунда, бўйиннинг ейилиши қўйилган кучга ва қўрилаётган вақт оралигида унинг таъсир этиш даврига мутаносибдир, деб фараз қилинади. Ейилиш диаграммасини яшаш усули 15.7-расм, а да тасвирланган. Бўйинга нисбатан йўналган, қўйилган куч векторининг икки томонига 60° бурчак остида бўйин контури бўйлаб ҳалқасимон чизиклар ўлчаб қўйилади. Уларнинг қалинлиги куч модулига мутаносиб бўлиши керак. Белгиланган ҳисоблар қадами (10° , 15° , 30° ва ҳоказо) орқали қутбلى диаграммадан олинган таъсир этувчи кучлар векторларининг барча йўналишларини чизиб ва чизиклар қалинлигини қўшиб ИЁДнинг иш цикли давомидаги ейилишни кўрсатувчи шартли диаграмма ҳосил қилинади.

Қўшиш орқали ҳосил қилинган юза канча катта бўлса, ейилиш шунча катта бўлади. Ейилиш диаграммалари яшашда қўйилган кучлар сифатида мос равишда шатун бўйин учун $R_{шб}$ ва ўзак бўйин учун $R_{шб}$ чизилади. Шатун бўйиннинг 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 оралиги мобайнида таъсир қилади. Расмдан кўриниб турибдики, шатун бўйин контурининг бир қисми умуман ейилмайди. Шу сабабли, бўйин ишлаётганда ейилиши туфайли ўзининг мунтазам цилиндрсимон шаклини йўқотади.



15.7-расм. Тирсақли вал бүйиннинг ейилиш диаграммасыни тузиш

15.3.4. Буровчи момент графиги

Буровчи моментнинг жорий қиймати M_i га муносиб 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, ИЁД буровчи моментининг ўртача қийматига инерция кучларининг цикл давомида қўшадиган ҳиссаси нолга тенг бўлади. T куч асосида $M_{бр}$ ни аниқлашда бу

ҳол ўз-ўзидан ҳисобга олинади:

$$M_{имп. бур} = \frac{R}{2\pi} \int_0^{2\pi} T d\varphi.$$

Кўп цилиндрли ИЁДлар учун буровчи моментнинг ўртача қиймати $M_{бр}$ $M_{бр}$ $M_{бр}$ ни цилиндрлар сони i га кўпайтириб аниқланади. Кўп цилиндрли ИЁД буровчи моментининг ўзгариш графигини олиш учун битта цилиндрнинг эгри чизиги $T=f(\varphi)$ 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 тирсақли 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 чизиги $\Delta\varphi$ узунликдаги 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 моментнинг қийматлари аниқланади. Равшанки, график ҳар $\Delta\varphi$ ораликда такрорланади. 15.8-расмдан кўриниб турибдики, $\Delta\varphi$ мобайнида

моментнинг қиймати узлуксиз ўзгарар экан. Бунда ҳатто биргина ИЁД 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:

$$\dot{I}_{\text{ср}} = \frac{R}{\Delta\varphi} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \dot{\sigma} d\varphi = \frac{F_2 - F_1}{\Delta\varphi} R m,$$

бу ерда m — диаграмма масштаби.

Чакнашларнинг навбатма-навбат юз бериши нотекис бўлганда йиғинди куч T_{Σ} (буровчи момент) нинг графиги ҳамма цилиндрларнинг $T = f(\varphi)$ эгри чизикларини устма-устлаш усули билан тузилади. Бунда ИЁД ларнинг ишлаш тартиби ва бир цилиндрдаги чакнашнинг бошқасидаги чакнашга нисбатан силжиш бурчаги ҳисобга олинади.

15.4 ИЁД ишлашининг раволиғи

ИЁД 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

коэффициенти билан баҳоланади:
$$\mu = \frac{M_{i\max} - M_{i\min}}{M_{i\text{ср}}}$$

μ нинг қиймати асосан цилиндрлар сонига боғлиқ бўлиб, уларнинг сони ортиши билан кичиклашади. μ нинг қиймати ИЁД нинг тури ва ўзига хос томонларига, хусусан, чакнашларнинг навбатма-навбат юз бериш раволиғига ҳам боғлиқ. Биргина ИЁД нинг ўзида μ иш режимига 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 мавжудлиғи, ИЁД нинг ўзидаги ишқаланиш, ёрдамчи механизмларнинг қаршилиғи ва бошқа омиллар шунга олиб келадики, ИЁД дан чиқишда буровчи моментнинг ўзгариш қонунияти 15.8-расмда келтирилганидан бошқачароқ бўлади. ИЁД нинг барқарор иш режимида $M_{\text{нр}} = M_{\text{кпр}}$ бўлади. Айни чоғда, $M > M_{\text{кпр}}$ бўлган даврларда индикаторли буровчи моментнинг нотекислиги тирсакли вал айланишининг тезлашишига (унинг ω си катталашади), $M > M_{\text{кпр}}$ бўлган даврларда эса секинлашувига (ω кичиклашади) олиб келади. Цикл давомида тирсакли вал айланишининг нотекислиги айланишининг нотекислик коэффициенти билан ифодаланади:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ур}}},$$

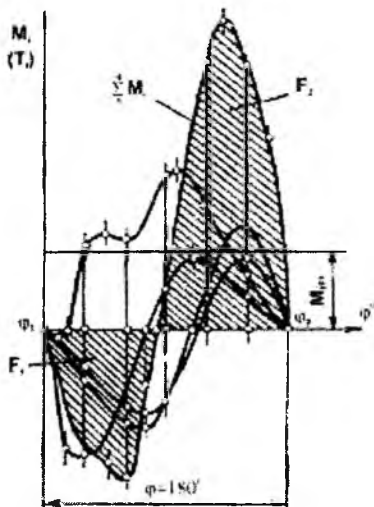
бу ерда $\omega_{\text{ур}} = \pi n / 30 = (\omega_{\max} + \omega_{\min}) / 2$ — вал айланишининг ўртача бурчак тезлиги. ИЁДда инерцияга эга ҳаракатланувчи элементлар мавжуд бўлганда кинетик энергия баланси қуйидагича ёзилади:

$$(M_i - M_{\text{кар}})d\varphi = J_0 d\left(\frac{\omega^2}{2}\right). \quad (15.21)$$

Ушбу тенгламанинг чап қисми тирсакли валнинг элементар бурилиш бурчаги мобайнидаги буровчи моментнинг ортиқча ишини, J_0 эса тирсакли валга келтирилган ИЁД ҳаракатланувчи деталларининг инерция моментини ифодалайди. Мазкур тенгламани вал чиқиш учи бурчак тезлигининг $\omega_{\min}$ дан $\omega_{\max}$ гача ўзгариши оралиғида интеграллаб ушбуга эга бўламиз:

$$L_{\text{OPT}} = J_0 \delta \omega_{\text{ур}}^2. \quad (15.22)$$

Одатда, машиналарнинг кўриб чиқилаётган туркуми учун жоиз $\delta = 1/30$ — $1/40$ қиймат ҳаракатга келтирилувчи механизмларнинг нормал ишлашини таъминлаш шартидан келиб чиқиб танланади. (15.22) формула маховикнинг зарур моментини ҳисоблаб топишга имкон беради, мазкур момент қиймати j_0 катталигининг 80 - 90% ини ташкил этади. Бироқ, кўпинча, маховик узатма уланганда машинанинг ўрнидан қўзғалишини таъминлаш шартидан келиб чиқиб танланади. Бунда инерция моменти, айланишнинг жоиз нотекислиги талабларидан келиб чиқувчи моментга нисбатан каттароқ бўлади.



15.8-рasm. Тўрт цилиндрли, тўрт тактли ИЁДдаги йиғинди куч
Т (буровчи момент) нинг графигини тузиш

ИЁД буровчи моментининг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича нотекислиги ва унинг ўзгариш 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 бурилиш 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 тезжорар ИЁДлар яратишдаги энг долзарб масалалардан биридир.

15.5. ИЁДни мувозанатлаш

Мувозанатланган деб шундай двигателга айтиладики, у ишлаётганда таянчларига узатиловчи 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 ишли бузилишига олиб келади. Титраш ва тебранишлар

машинада ишловчилар (хайдовчилар, машинистлар) нинг меҳнати ва соғлиғига ёмон таъсир кўрсатади, қўшимча механик шовкин манбаи бўлиб ҳисобланади. Иш вақтида ИЁД 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 тўнкарувчи моментининг ўзгариши сабаб бўлади.

ИЁД буровчи моментининг нотекислигини цилиндрлар сонини қўпайтириш орқали камайитириш мумкин. Аммо уни бутунлай йўқотиб бўлмайди, шу сабабли ИЁД мувозанатланмаган агрегат бўлиб қолади. Инерция кучлари ва уларнинг моментларини, умуман олганда, мувозанатлаш мумкин, аммо бунинг учун талайгина ишлаб чиқариш харажатлари талаб қилинади. Шу боис ИЁДлар амалда инерция кучлари бўйича ҳам қисман мувозанатланмаган бўлади. ИЁДларни қиёсий баҳолашда улар конструкцияларининг у ёки бу турларининг камроқ ёки кўпроқ мувозанатланмаганлиги тўғрисидагина гапириш мумкин. ИЁДнинг мувозанатланмаганлигини (ва бу билан боғлиқ бўлган двигател ишининг нотекислигини) камайитиришнинг қўплаб имкониятлари мавжуд бўлиб, уларни двигателларни 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. ИЁД таянчларига тушадиган юкланишнинг вақт бўйича ўзгариш сабабларидан бири ишнинг циклдан-циклга ва цилиндрлараро барқарор эмаслигидан иборат. Кўп цилиндрли ИЁД цилиндрларининг бир хилда ишлашига ҳар қайси цилиндрда сиқиш даражаси ва ёниш камерасининг шакли, янги заряд билан тўлдириш даражаси ҳамда ўт олдириш лаҳзаси (ёнилғининг берили бошлаш вақти) бир хил бўлишини таъминлаш орқали эришиш мумкин. Дизелларда, булардан ташқари, ёнилғини киритиш ва тўзитиш қонуниятлари ҳамда аралашма ҳосил бўлиш кўрсаткичлари ҳам бир хилда бўлиши лозим. Бензинда ишлайдиган ИЁДлар иш жараёнининг цилиндрлар бўйича бир хил бўлиши деганда учкун разряди кўрсаткичларининг, аралашманинг таркиби ва тартибсиз ҳаракатланишининг бир хил бўлиши назарда тутилади. Иш жараёнининг циклдан-циклга nobарқарор бўлиб бориши дизелларда ёнилғи аппаратларини такомиллаштириш билан, бензинда ишлайдиган ИЁДларда эса аралашманинг мос таркибини танлаш, уни тартибсиз ҳаракатланидиган қилиш, ўт олдириш тизими элементлари ишини яхшилаш, ёнилғи билан таъминлаш аппаратларини такомиллаштириш орқали

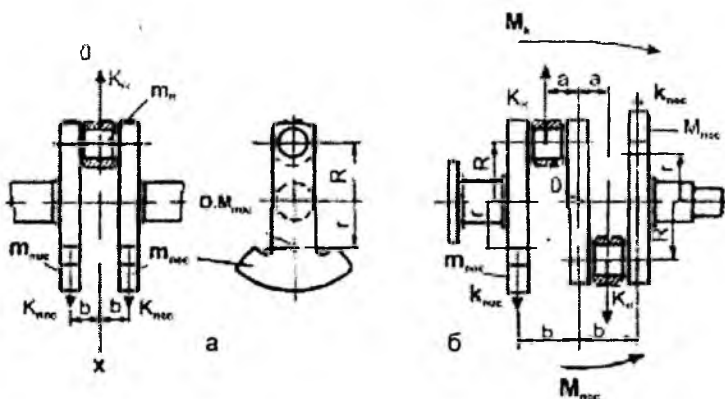
камайтирилади. Бу чораларнинг ҳаммаси ИЁДнинг иш жараёнини умумий сошлаш давомида амалга оширилади.

ИЁДнинг мувозанат ҳолатда бўлишини таъминлашда конструктив чоралар асосий рол ўйнайди. Улар умумий тузиш масалалари (цилиндр сонни ва жойлашуви, тирсакли вал схемаси, элементларнинг конструктив нисбатлари, цилиндрларнинг ишлаш тартибини танлаш, посангилар қўллаш) ни ишлаб чиқишни ўз ичига олади. ИЁДнинг конструкцияда кўзда тутилган даражадаги мувозанатланган бўлишликни таъминлашда технологик чоралар катта аҳамиятга эга. Улар барча поршен комплеклари ва шатун группалари массаларини уларнинг оғирлик марказлари, барча поршен группаларининг кинематикаси бир хилда, тирсакли вал ҳамда маховикнинг мувозанатланган бўлишига эришишга қаратилган. Мазкур чоралар мавжуд допусklar тизимида 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 нолға тенг бўлиши керак (статик мувозанатланганлик), марказдан қочма кучларнинг айланиш ўқида ётувчи исталган нуқтаға нисбатан моментлари йиғиндиси ҳам нолға тенг бўлиши лозим (динамик мувозанатланганлик). Бир тирсакли вални (15.9-расм, а) мувозанатлаш учун жағларининг давомиға иккита бир хил оғирликдаги посангилар ўрнатилади:

$$m_{\text{пос}} = \frac{m_R R}{2r} = \frac{(m_{\text{шк}} + m_{\text{шп}} + 2m_{\text{ж}} \rho / R) R}{2r},$$

бу ерда m_R — марказдан қочма кучни ҳосил қилувчи элементларнинг айланиш радиуси R га келтирилган массаси; ρ ва r (15.4-расмға қаранг) — мос равишда жағлар ҳамда посангилар оғирлик марказларининг айланиш радиуслари.



15.9-расм. Бир тирсакли (а) ва икки тирсакли (б) валларни мувозанатлаш

Динамик мувозанат таъминланиши учун посангилар цилиндр ўқи Ox га нисбатан симметрик тарзда ўрнатилиши шарт.

Мувозанатланган икки тирсакли валда (15.9-расм, б) валнинг марказидан бир хил масофада ўрнатилган иккита бир хил огирликдаги посангининг марказдан қочма кучи юзага келтирувчи бўйлама момент иккита тирсак айланганда ҳосил бўладиган марказдан қочма кучлар моментига тенг:

$$K_R 2a = K_{noc} 2b \quad \text{ёки} \quad m_R R \omega^2 2a = m_{noc} r \omega^2 2b,$$

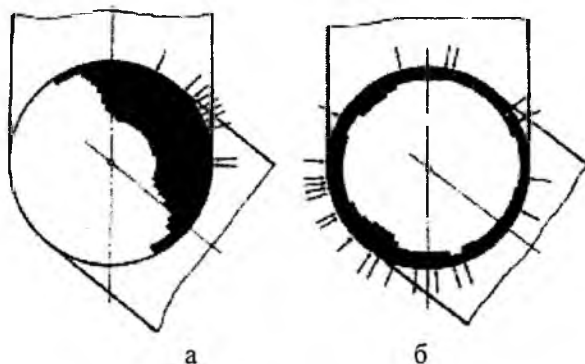
$$\text{Бундан} \quad m_{noc} = m_R \frac{a R}{b r}.$$

Цилиндрлари бир қатор жойлашган кўп цилиндрли ИЁДларнинг 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 огирлик маркази айланиш ўқида жойлашиши керак. Бу ҳолда валнинг ўзи мувозанатланган бўлишига қарамай, вални эгувчи моментларни кичрайтириш ва ўзақ подшипникларни юксизлантириш учун валларга кўпинча посангилар ўрнатилади. Агар тирсакли валга посанги ўрнатиладиган бўлса, ўзақ бўйиннинг ейилиш диаграммаси уларнинг марказдан қочма кучларини ҳисобга олиб тузилади. Бунда ўзақ бўйиннинг юкланиши ва ейилиши бир текисроқ бўлади (15.10- расм).



15.10-расм. Ўзак бўйиннинг ейилиш диаграммаси:
а-посангсиз; б-посанги билан

Қуйида турли конструктив схемалардаги двигателларни инерция кучларидан мувозанатлаш усуллари кўриб чиқилади.

Бир цилиндрли ИЁД

Йиғинди марказдан қочма инерция кучи K_R 15.9-расм, a га мувофиқ тирсакли вал жағининг давомига ўрнатилган иккита посанги билан мувозанатланади. Қайтма-илтариланма ҳаракатланувчи деталларнинг инерция кучлари P_j , 15.11- расмга мувофиқ, қўшимча A ва B посангилар тизимини ўрнатиш орқали мувозанатланиши мумкин. Биринчи тартибли ташкил этувчи $P_{ji} = -mjR\omega^2 \cos \varphi$ валикларга цилиндрнинг ўқиға нисбатан симметрик тарзда жойлаштирилган айланувчи иккита посанги $m'_{\text{пос}}$ воситасида мувозанатланади. Посангилар тирсакли валнинг ўқиға перпендикуляр бўлган ва цилиндр ўқи орқали ўтувчи текисликда жойлаштирилади. Улар тирсакли вал тезлигида қарама-қарши томонларга айланади, вертикалга нисбатан φ' бурчак эса ҳар онда қривошипнинг бурилиш бурчаги φ га тенг бўлиши керак, Бунда
$$m'_{\text{пос}} = \frac{1}{2} \frac{R}{r'} m_j$$

унга карама-карши бўлади. Кўриб чиқилган усул бўйича P_{II} ва P_{III} кучларни мувозанатлаш тадқиқот мақсадлари учун мўлжалланган бир цилиндрли махсус қурилмалардагина қўлланилади. Одатдаги мақсадларга мўлжалланган бир цилиндрли мавжуд ИЁДларда фақат посангилар ўрнатилади (15.9-рasm, *a*). Бунда уларнинг массаси марказдан қочма K_R кучни мувозанатлаш учун зарур бўлган массада каттароқ олинади. ИЁД ишлаётганда посангиларнинг ортиқча марказдан қочма кучининг вертикал ташкил этувчиси P_{II} ни камайтиради. Аммо айна пайтда қиймати ва йўналиши жиҳатидан ўзгарувчан бўлган мувозанатланмаган горизонтал ташкил этувчи пайдо бўлиб, у ИЁД нинг тўнқарилишига ва унинг ўзи ўрнатиш таянчлар текислиги бўйлаб сурилишига сабаб бўлади.

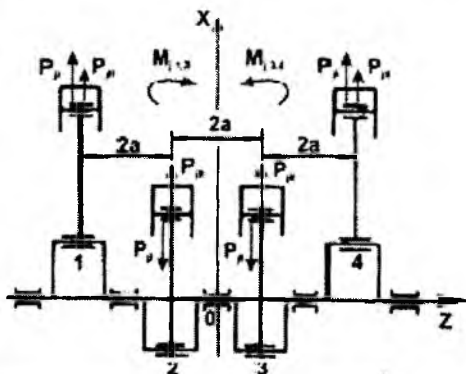
Цилиндрлари бир қатор жойлаштирилган, тўрт тактли, тўрт цилиндрли ИЁД

Бундай двигателнинг тирсакли ваги текис, марказий O нуқтага нисбатан симметрик, қўшни цилиндрларнинг 180° бурчак остида силжиктилган кривошипларига эга бўлади (15.12- рasm). Вал посангиларсиз статик ва динамик жиҳатдан мувозанатланган, яъни $\sum K_{Ri}=0; \dots \sum M_{Ri}=0$.

Биринчи ва тўртинчи цилиндрлар учун биринчи тартибли инерция кучлари $P'_{jI} = -m_j R \omega^2 \cos \varphi = C \cos \varphi$ га тенг, иккинчи

ва учинчи цилиндрлар учун эса $P'_{jI} = C \cos(\varphi + 180^\circ) = -P'_{jI}$.

Шундай қилиб $\sum_1^4 P_{jI} = 0$. Вал симметрик бўлганидан $\sum M_i = 0$.



15.12-рasm. Бир қаторли тўрт тактли, тўрт цилиндрли ИЁД ни мувозанатлаш

Биринчи ва тўртинчи цилиндрлар учун иккинчи тартибли инерция кучлари $P''_{jl} = -m_j R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi = C \cos 2\varphi \lambda$ иккинчи ҳамда учинчи цилиндрлар учун эса $P''_{jl} = C \lambda \cos 2(\varphi + 180^\circ) = C \lambda - P'_{jl} \cos 2\varphi$.

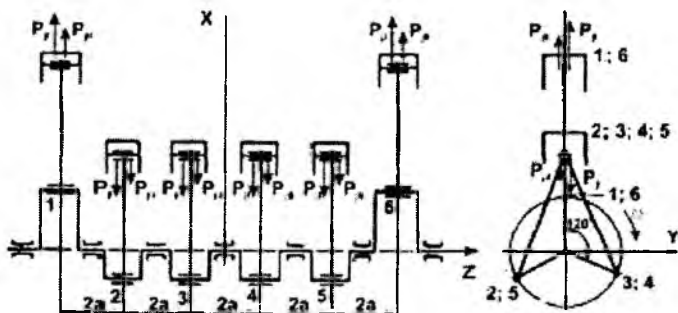
Бинобарин, $\sum_i P_{jl} = -4m_j R \omega^2 \cos 2\varphi$ бўлиб, одатда,

мувозанатланмаганлигича қолади ва таянчларда ишораси ўзгарувчан вертикал юкланишлар ҳосил қилади. Тирсакли вал симметрик бўлгани учун иккинчи тартибли инерция кучлари ҳосил қилувчи йиғинди бўйлама момент $\Sigma M_{il}=0$ бўлади.

Цилиндрлари бир қатор жойлашган олти цилиндрли, тўрт тактли ИЁД

Ушбу ИЁДнинг 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

$$\sum K_{Ri}=0; \quad \sum M_{Ri}=0.$$



15.13-расм. Бир қаторли тўрт тактли, олти цилиндрли ИЁДни мувозанатлаш

Кривошиплари бир фазада бўлган ўхшаш цилиндрларнинг биринчи тартибли инерция кучлари қуйидагиларни ташкил этади:

1 ва 6- цилиндрлар учун $P'_{jl} = C \cos \varphi$;

3 ва 4- цилиндрлар учун $P'_{jl} = C \cos(\varphi + 120^\circ)$;

2 ва 5- цилиндрлар учун $P'_{jl} = C \cos(\varphi + 240^\circ)$.

$$\sum_1^6 P_{jII} = 2C[\cos\varphi + \cos(\varphi + 120^\circ) + \cos(\varphi + 240^\circ)] = 0.$$

Иккинчи тартибли инерция кучлари қуйидагиларни ташкил этади:

1 ва 6- цилиндрлар учун $P'_{jII} = C\lambda \cos 2\varphi$;

3 ва 4- цилиндрлар учун $P''_{jII} = C\lambda \cos 2(\varphi + 120^\circ)$;

2 ва 5- цилиндрлар учун $P'''_{jII} = C\lambda \cos 2(\varphi + 240^\circ)$.

$$\sum_1^6 P_{jII} = 2C\lambda[\cos 2\varphi + \cos 2(\varphi + 120^\circ) + \cos 2(\varphi + 240^\circ)] = 0.$$

Вал симметрик бўлганидан $\sum M_{jII} = 0$; $\sum M_{jII} = 0$.

Шундай қилиб, мазкур двигателда ёнаки N куч юзага келтирувчи тўнқарувчи моментгина мувозанатланмаган ҳолатда қолади.

Саккиз цилиндрли, тўрт тактли, оғиш бурчаги 90° бўлган V- симон ИЁД

Мазкур двигател цилиндрларида чакнашлар навбатма-навбат бир текисда юз бериши билан ажралиб туради ва автотракторсозликда кенг қўлланилади. Бундай двигателнинг тирсакли вали 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 тўрттинчи кривошипларнинг кучлари ҳосил қилувчи жами момент ана шу тирсакларнинг текислигида таъсир қилади ва

$$M_{R1.4} = 6aK_R \text{ ни ташкил этади;}$$

иккинчи ва учинчи кривошипларнинг кучлари ҳосил қилувчи жами момент перпендикуляр текисликда таъсир қилади ва $M_{R2.3} = -2aK_R$ ни (15.14-расмга кўра соат миллининг айланиш йўналишига тескари йўналишда) ташкил этади;

натияжаловчи момент ташкил этувчиларни геометрик усулда қўшиш орқали ҳосил қилинади:

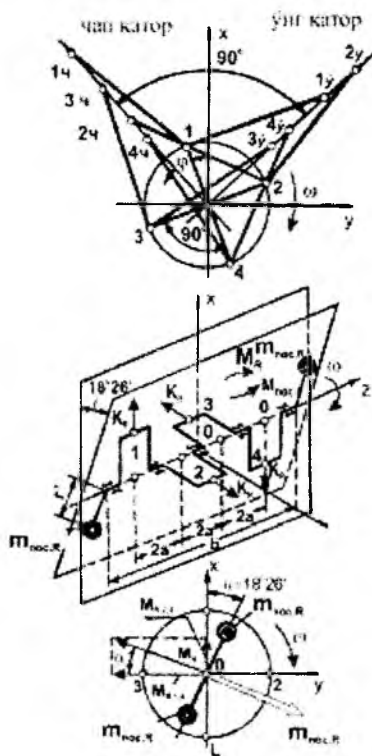
$$M_{R\Sigma} = \sqrt{(6aK_R)^2 + (-2aK_R)^2} = aK_R \sqrt{40} = 6.325aK_R.$$

Натижаловчи моментнинг таъсир қилиш текислиги α бурчак билан аниқланади. Бу бурчак $\operatorname{tg}\alpha = (-2aK_R)/(6aK_R) = -1/3$ муносабатдан (биринчи тирсак текислигига нисбатан) аниқланади; $\alpha^\circ = 18^\circ 26'$.

$P_{jl} = C \cos \varphi$ 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, $\sum_1^8 P_{jl} = 0$ бўлар экан.

Валнинг ҳар бир тирсаги учун, $P_{jl\Sigma} = m_j R \omega^2$ бўлиб, айланиш марказидан кривошип бўйлаб йўналгандир, яъни K_R куч кабидир. У ҳам натижаловчи бўйлама момент $M_{j\Sigma}$ ни беради.



15.4-расм. Түрт тактлы, саккиз цилиндрли оғиш бурчаги 90° бўлган V симон ИЁД ни мувозанатлаш: а-двигател схемаси; б-бўйлама моментни икки посанги ёрдамида мувозанатлаш; в-натияжаловчи векторларни аниқлаш

Ушбу иккала момент ҳам (яъни $M_{R\Sigma}$ ва $M_{L\Sigma}$) тирсакли валнинг учларига ўрнатилган иккита посанги ёрдамида мувозанатланиши мумкин (15.14-расмга қаранг). У ҳолда, агар $|M_{noc}| = |M_{R\Sigma} + M_{L\Sigma}|$ бўлса,

$$m_{noc} = r' \omega^2 b = (K_R + P_{jL\Sigma}) a \sqrt{40} ;$$

$$m_{noc} = 6,325 \frac{a}{b} \frac{R}{r'} (m_R + m_j) \quad \text{бўлади.}$$

Равшанки, ҳар қайси тирсакда марказдан қочма кучларни ҳам биринчи тартибли инерция кучларини ҳам тирсак жағларининг давомига 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 $P_{ji} = C \lambda \cos 2\varphi$ умумий формула билан аниқланувчи иккинчи тартибли инерция кучлари 15.2-жадвалда 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 модул 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

$$\sum_1^8 P_{ji} = 0 \quad \text{ва} \quad \sum_1^8 M_{ji} = 0.$$

Цилиндрлари икки қатор жойлашган ўн икки цилиндрли, тўрт тактли ИЁД

Ушбу двигателни марказий нуктага нисбатан симметрик бўлган фазовий олти тирсакли умумий валга эга бўлган иккита олти цилиндрли двигателлар қўшилмасидан иборат деб қараш мумкин. Ҳар қайси олти цилиндрли ИЁДда биринчи ва иккинчи тартибли инерция кучлари, шунингдек уларнинг моментлари мувозанатланган бўлади. Бу - блокнинг оғиш бурчагидан қатъи назар, ўн икки цилиндрли двигател учун ҳам ўринлидир. Марказдан қочма кучлар ва уларнинг моментлари ҳам посангиларсиз мувозанатланган. Блокнинг оғиш бурчаги 60° бўлганда чакнашлар навбатма-навбат бир текис юз беради. Баъзан конструктив мулохазаларга кўра бу бурчак ўзгартирилади, шунда чакнашлар номунтазам равишда навбатлашиб келадиган бўлади, бу эса двигателнинг раван ишлашига таъсир қилади. Кўп цилиндрли ИЁДларнинг мувозанатланганлигини қараб чиқишда, барча цилиндрларнинг поршен ва шатун комплекслари бир хил массага эга, деб фараз қилинади. Бундай бир хиллик деталларни тайёрлашда ва ишлаб чиқариш жараёнида двигателларни йиғиш олдида мазкур деталларни комплекташда технологик жиҳатдан муайян аниқлик билан таъминланади.

Биринчи ва иккинчи тартибли пнердия кучлари

Куч	Чап катордаги цилиндрлар				Ўнг катордаги цилиндрлар			
	1	2	3	4	1	2	3	4
P_d	$C \cos \varphi$	$-C \sin \varphi$	$C \sin \varphi$	$-C \cos \varphi$	$C \cos \varphi$	$C \sin \varphi$	$-C \sin \varphi$	$-C \cos \varphi$
$P_{d\lambda}$	$C \cos^2 \lambda \varphi$	$-C \cos^2 \lambda \varphi$	$-C \cos^2 \lambda \varphi$	$C \cos^2 \lambda \varphi$	$-C \cos^2 \lambda \varphi$	$C \cos^2 \lambda \varphi$	$C \cos^2 \lambda \varphi$	$-C \cos^2 \lambda \varphi$

Бу шартни бажармаслик ИЁДнинг мувозанатланганлигини бузади, оқибатда осмадаги двигател тебранади ва титрайди, шунингдек двигател ҳосил қиладиган механик шовқин кучаяди. Барча цилиндрлардаги ҳаракатланувчи деталлар массасининг бир хил бўлишига нисбатан қўйиладиган юқори талабларга ИЁДни тузатиш чоғида ёки уни ишлатиш жараёнида яқка деталларини алмаштириш чоғида ҳам амал қилиниши керак.

Шуни назарда тутиш лозимки, двигател 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 ёнилгини бир хилда дозаламаслиги, ёнилги пуркала бошлаш лаҳзасидаги фарқлар, форсункалар ростланишининг ва ишининг бузилиши: (игнанинг ҳаракатчанлиги йўқолиши, сопло тешиқларининг ифлосланиши) натижасида содир бўлиши мумкин. Бензинда ишлайдиган ИЁДнинг титраши ёки тебранишига свечаларнинг носозлиги, узгичдаги кулачок ва бошқа элементларнинг ёйилиши, шунингдек контактларнинг куйиши, турли цилиндрларга келувчи ёнувчи аралашманинг таркиби ёки миқдори бўйича бир хилда эмаслиги ва ишнинг циклдан-циклга нобарқарор бўлиб боришини кучайтирувчи бошқа омиллар сабаб бўлиши мумкин.

16-БОБ. МОЙЛАШ ТИЗИМИ

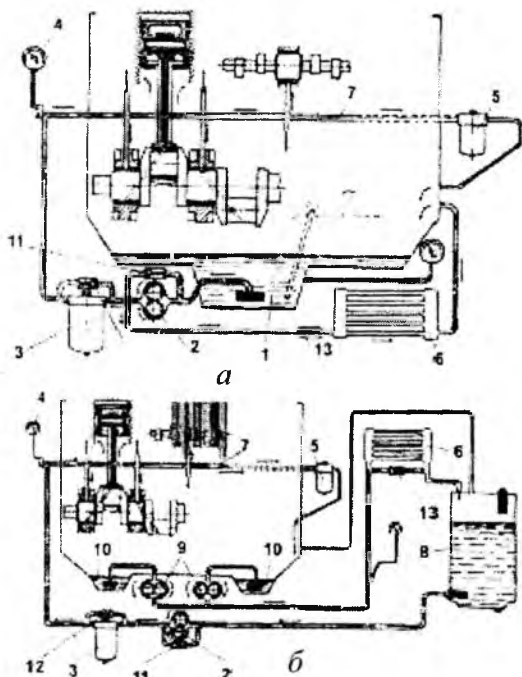
16.1. Умумий маълумотлар

Мойлаш тизими ИЁДнинг ҳаракатланувчи туташмалари ва узелларида ишқаланишга бўладиган исрофларнинг камайишини шунингдек деталларни ишқаланиш туфайли ҳамда ёниш камерасидан иссиқликнинг деворларга ўтиши туфайли юзага келувчи иссиқликдан ҳимоялашни таъминлайди. Тизимдаги мойдан деталларни занглашдан сақлаш ва ёниш камерасини қартер томондан зич (герметик) бўлишини таъминлаш (бу ишни зичловчи ҳалқалар сиртлари билан поршен сирти орасидаги тирқишга тўлдирилган мой бажаради) ва бу билан қартерга газ ўтишининг олдини олиш учун фойдаланилади. Кучайтирилган ИЁДларда ёниш жараёни ҳисобига қизийдиган деталларни (биринчи навбатда поршенни) совитиш мойлаш тизимининг махсус вазифаларидан биридир. Аралашма ҳосил бўлишини ва ёнишини ташкил қилишнинг муайян усулларида поршенга ростланадиган микдорда мой узатишдан ёниш камераси деворининг ҳароратини кўзда тутилган даражада тутиб туриш учун фойдаланилади.

Кўриб чиқилаётган туркумдаги машиналар двигателларининг деярли ҳаммасида комбинациялашган мойлаш тизимлари қўлланилади. Бундай тизимларда мойлаш нукталарининг 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 кулачokлари, турткичлар, штангалар ва хоказo) ҳаракатланувчи узелларнинг тирқишларидан чиқаётган мойнинг сачратилиши билан, шунингдек қартер бўшлиғини тўлдириб турган мой тумани билан мойланади. Иш режими жадал кечувчи ИЁДларда поршен бармоқлари, турбокомпрессорлар ва одатда мой сачратиш усулида мойланадиган кўпгина бошқа деталлар ҳам босим остида мойланади.

Қизиган ИЁДнинг мойлаш тизимидаги 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 микдори қартер поддонида (хўл қартерли тизим) сақланади. Ўнқир-чўнқир жойларда ёки тоғ шарoитида ишлашга мўлжалланган машиналарда қурук қартерли мойлаш тизими қўлланилади. Бундай тизимда мойнинг асосий қисми махсус идишда сақланади. Мазкур тизим қўлланилган двигателни қартер поддонида мой резервуари йўқлиги сабабли бирмунча пастга тушириш мумкин бўлади. Ушбу тизим буғланиш ва

сачраш туфайли бўладиган мой исрофи кам бўлишини таъминлайди, шунингдек ҳаво кислороди иштирокида иссиқ юзаларга тегиш туфайли мойнинг эскиришини камайтиради. Аммо унинг конструкцияси мураккаброқ ва нархи қимматроқдир.



16.1-расм. ИЁДнинг мойлаш тизими: а-ҳўл картерли; б-қурук картерли

16.1-расм, а да ҳўл картерли, б да эса қурук картерли мойлаш тизими тасвирланган (умумий элементлари бир хил рақамлар билан номерланган). Поддон 1 (идиш 8) дан мой дастлабки тозалаш фильтри ўрнатилган қабул қилгич орқали насос 2 воситасида тўлик оқимли дағал тозалаш фильтрига ва кейин магистрал 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. Тизимда 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 мойдан

фойдаланиладиган двигателларда қўлланилади. Бунда мойлаш тизимига ўтувчи иссиқлик миқдори 1,5 барабар ва бундан ҳам ортик зиёда бўлиши мумкин. Иш режими ўртача рақам бўлган двигателларда картердаги мой уни ҳаво оқими билан шамоллатиш орқали совитилади, иссиқлик алмашувини жадаллаштириш учун картер деворларига баъзан қобирғалар қилинади. Машина анча қия жойларда ҳаракатланганда ва ҳаракат режими кескин ўзгариб турганида картернинг мой қабул қилгичига ҳаво кириб қолиб, тизимдаги босим пасайиши ва мойлаш режими бузилиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун картернинг поддони чуқурроқ қилиб ишланади ёки унинг ичига мой оқиб ўтишига тўқинлик қилувчи тўсиқлар ўрнатилади.

Қуруқ картерли тизимнинг 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 моторресурси ошишини таъминлайди.

16.2. ИЁД деталларининг мойланиш шарт-шароитлари

Ишқаланувчи сиртларга узатиладиган мойнинг асосий вазифаси ишқаланишдаги исрофларни ва деталларнинг ейилишини камайитиришдан иборат. Мавжуд ИЁДларда 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, сиртки қатламларининг структураси ўзгаради. Ейилиш ва иссиқликдан кенгайиш оқибатида деталларнинг геометрик ўлчамлари ўзгаради, ёпиқ туташмаларда кўзда тутилган ўрнатишлар бузилади. Ўрнатишларнинг бузилиши деталларнинг бир-бирига нисбатан

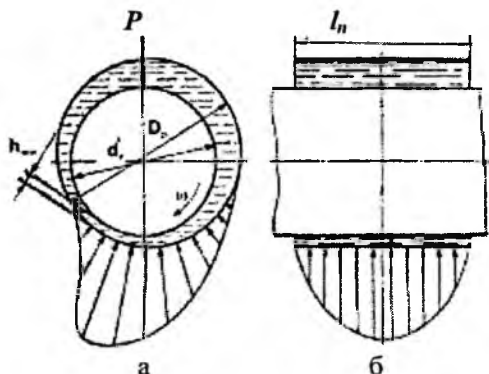
кўзгалувчанлиги бузилиши ва уларнинг қадалиб қолишига, шунингдек узелларнинг бутунлай ишдан чиқишига олиб келиши мумкин. Ишқаланишга энергиянинг исроф бўлиш жадаллиги ва деталларнинг ейилиши қўйилган юкланиш ҳамда бир-бирига нисбатан ҳаракатланиш тезлигига мутаносибдир. У материалларнинг хоссалари ва ўзаро танланишига боғлиқ. ИЁДларда қуруқлайин ишқаланиш бўлишига йўл қўйиб бўлмайди.

Ишқаланувчи сиртлар орасига мой қатлами киритиш уларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланишидаги ўзаро таъсирлашув тарзини тамомила ўзгартиради. *Суюқликли ишқаланиш* деталларнинг ейилиши ва энергия исрофи камайиши нуктаи назаридан энг мақбул ишқаланиш ҳисобланади. Бунда мой қатлами ишқаланувчи каттиқ сиртларни бир-биридан батамом ажратиб туради. Бу ҳолда ишқаланишга бўладиган исрофлар асосан мойнинг қовушқоқлиги билан белгиланади. Ишқаланишнинг бу тури, масалан, ҳисоблаб топилган иш режимларида тирсакли валнинг шатун ва ўзак подшипникларида юзага келади.

*Чегаравий ишқаланиш*да ҳам ишқаланувчи сиртлар орасида

мой қатлами бўлади, аммо бунда каттиқ юзалар бевосита бир-бирига тегади ва бунинг оқибатида улар ейилади. ИЁД нинг кўпгина деталлари ана шундай шароитда 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 бўлишни таъминлашга ҳаракат қилинади, аммо таъсир этувчи омилларнинг кўпчилиги ҳамда деталлар, узеллар ва умуман ИЁД ишининг ўзига хос хусусиятлари туфайли бунга ҳамма вақт ҳам эришиб бўлавермайди. ИЁДнинг босим билан мойланадиган узели — тирсакли вал сирпаниш подшипнигининг ишини кўриб чиқамиз. *Р* куч қўйилган вал подшипникда айланганида эксцентрик вазиятни эгаллаб (16.2-расм, *а*) мойни понасимон тирқишга тортиб киритади. Валга бевосита тегиб турувчи мой зарраларининг ҳаракат тезлиги валнинг чекка сиртидаги айланма тезликка тенг. Кўзгалмас подшипник сиртида мой зарраларининг айланма тезлиги нолга тенг бўлади. Шундай қилиб, узел ишлаётганда мойнинг бир қатлами иккинчисига нисбатан сирпанади, бунда улар қовушқоқ 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, ковушқоқ ишқаланиш кучи эса бунга қаршилиқ қилади. Вал ўқи бўйлаб босимнинг тахминий ўзгариши 16.2-расм, б да кўрсатилган. Подшипникнинг олд кесимларида гидродинамик босим йўқолади, чунки мой ташқарига оқиб чиқиши мумкин.



16.2-расм. Сирпаниш подшипникнинг мойлаш схемаси

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 эни кичик тирқишнинг қиймати катталашади. Бу қиймат вал ва подшипник сиртидаги микро нотекисликларнинг йиғинди баландлигидан ортганда (таянчдаги валнинг эгилишини ҳисобга олган ҳолда) деталларнинг қаттиқ сиртлари мой қатлами воситасида бир-биридан ажралиб туради ва суюқликли ишқаланиш режими бошланади. Кўтариб турувчи (ажратиб турувчи) мой қатлами ёйининг узунлиги $120—130^\circ$ 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, ИЁДНИ тузатиш чоғида ҳам сиртларнинг ишланиш тозалиги, деталлар геометрик шаклининг 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 киймати, бинобарин, унинг кўтариб туриш қобилияти мойнинг қовушқоқлиги ортиши билан зиёдлашади. Аммо шу билан бирга қовушқоқ ишқаланишни енгишга энергия сарфи ҳам ортади. Шундай қилиб, мойнинг қовушқоқлиги ортганда юзаларнинг ишончли мойланиши ошади, аммо бунинг оқибатида ишқаланишга қувватнинг исрофи ва солиштирма ёнилғи сарфи кўпаяди. Бундан ташқари, бунинг учун мойни подшипниклар орқали ҳайдаб ўтказишга энергия сарфини ошириш, яъни тизимдаги босимни кўтариш талаб қилинади, натижада подшипникнинг юк тушадиган қисмида мойнинг иссиши зиёдлашади. Мойнинг қовушқоқлиги мумкин қадар паст, аммо подшипникларда ишончли суюқликли ишқаланиш бўлишини таъминлашга етарли даражада бўлиши лозим. ИЁДни мойлаш учун қўлланиладиган, нефтдан олинган мойларнинг қовушқоқлиги ҳарорат кўтарилиши билан анчагина пасайиши туфайли подшипникдаги мойнинг иссиши энг кичик тиркишни янада кичиклаштирувчи ва мой қатламининг кўтариб туриш қобилиятини камайтирувчи омил бўлиб ҳисобланади.

Мой ҳароратининг хаддан ташқари кўтарилиши подшипникбот антифрикцион материалларнинг чидамчилигига ёмон таъсир кўрсатади. Бироқ мой ҳароратининг кўтарилиши қовушқоқ ишқаланишдаги исрофларни, бинобарин, солиштирма ёнилғи сарфини камайтиради. Демак, мойнинг ҳарорати мумкин қадар юқори бўлиши, аммо подшипникларнинг ишончли мойланиши ва ишлаш қобилияти нуқтан назаридан жоиз чекли қийматдан ошиб кетмаслиги керак. Мойнинг жоиз энг юқори ҳароратини муайян даражада тутиб туриш учун катта юкланиш билан ишлайдиган ИЁДларнинг мойлаш тизимида советкичлар қўлланилади. Мойнинг подшипник орқали ҳайдаб ўтказилишини ошириш, масалан, тизимдаги босимни кўтариш йўли билан мойнинг подшипникдан чиқишидаги ҳароратини маълум даражада пасайтириш мумкин. Аммо бунда мойнинг анчагина қисми подшипникнинг юк тушмайдиган қисмидаги катталашган тиркиш орқали чиқади, ҳолбуки мойнинг кўтариб турувчи қатламидаги ҳарорат жуда оз ўзгаради. Ейилиш кучли бўлганда подшипник орқали ўтувчи мойнинг микдори кўпаяди ва унинг ҳарорати $4-6^{\circ}$ га пасаяди, лекин бунда мой қатламининг кўтариб туриш қобилияти зиёдлашмайди. Қўйилган P куч катталашганда подшипникдаги κ_{min} нинг қиймати кичиклашади. Шу сабабли, подшипникларига катта юкланиш тушадиган ИЁДларда қовушқоқроқ мойлар қўлланилади. ИЁДдаги 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 ($R_{\text{шб}}$ учун 15.6- расмдаги штрихланган зона) уни подшипник проекциясининг юза бирлигига бўлиб аниқланади, яъни $K = \frac{R}{ld}$, бу ерда l

ва d - мос равишда подшипникнинг узунлиги ва диаметри. Айланиш частотаси ортиши билан энг кичик зазорнинг катталиги ортади, натижада мойланиш ишончлилиги ошади, аммо айни чоғда мойнинг исиши кучайиб, унинг қовушқоқлиги пасаяди, бинобарин, тескари ҳодиса рўй беради. Подшипникларга тушувчи инерция кучлари жадал катталашишини ҳам ҳисобга олиш зарур. Шу сабабли, бензинда ишлайдиган ИЁДлар учун тўлиқ юкланиш билан ишлагандаги номинал тезлик режими тирсакли вал подшипникларининг ишончли мойланиши нуқтаи назаридан энг оғир режим ҳисобланади. Нисбатан секин айланувчи дизеллар учун, одатда, подшипникларнинг ишончли мойланиши энг катта буровчи момент режимига боғлиқ бўлади. Бу режимда катта газ кучларининг таъсири юқори бўлади. Кўриб чиқилаётган 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 қовушқоқлиги ҳамда подшипниклардаги ва мойланадиган бошқа узеллардаги мой қатламидининг 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 қовушқоқлиги бошқа подшипниклар ёхуд енгилроқ иш шароитлари учун энг яхши қовушқоқлик бўла олмайди. Масалан, энг катта юкланишлар учун қабул қилинган қовушқоқлик кичик юкланишлар, салт ишлаш, ёки айниқса, совуқлайин ишга тушириш учун ортиқчалик қилади, чунки бунда қовушқоқлик берилган режимларда механик исрофлар ҳамда ёнилғи сарфини оширади ва ИЁДнинг ишга тушиш сифатларини ёмонлаштиради. Буни зътиборга олиб мой қовушқоқлиги иш режимига ёхуд ИЁД фойдаланиладиган шароитга мослаб ўзгартирилиши керак, аммо бундай қилишга имкон йўқ. Шунинг учун амалиётда мойни мавсумга (ёзги, қишқи), иш шароитига (енгил, ўртача, оғир) ёки ИЁД нинг турига қараб танлаш билан кифояланилади. Иш шароити ёки иш режими ўзгарганда қовушқоқлиги кам ўзгарадиган, қовушқоқлик-температура характеристикалари яхшиланган мойлар (масалан, барча мавсумбоп мойлар) қўллаш йўли билан мойнинг қовушқоқлик хоссаларини ИЁДдан фойдаланиш талабларига бирмунча яқинлаштиришга эришилади. Сирпаниш подшипникининг ишлаши нуқтаи назаридан қарайдиган бўлсак,

бу талаб кўриб чиқиладиган режимда мойнинг подшипник орқали ўтишида ҳам, ИЁДнинг юкланиши ва айланиш частотаси ўзгарганида ҳам мойнинг қовушқоқлиги кам ўзгартирилиши керак.

16.3. Мотор мойларнинг хоссалари

Мотор мойларининг мойлаш хоссаларини ва ИЁДдаги ишқаланишга бўладиган исрофларни белгилловчи қовушқоқлик 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.

Қовушқоқлик индекси — қовушқоқликнинг температурага қараб ўзгаришини баҳоловчи кўрсаткич. У синаладиган мойни иккита эталон мой билан таққослаб аниқланади. Эталон мойлардан бирининг қовушқоқлиги температура таъсирида энг кам, бошқасиники эса энг кўп ўзгарадиган бўлади. Температурага боғлиқ равишда қовушқоқлик қанча кам ўзгарса, қовушқоқлик кўрсаткичи шунча юқори бўлади.

Кислота миқдори — мойнинг ИЁД 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 жойиз энг катта кислота сони қатъий тарзда белгилаб қўйилади. Тайёр мойларда сувда эрийдиган кислоталар бўлмаслиги ва уларнинг коррозиялаш хусусиятлари қатъий чекланган бўлиши керак. ИЁД 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, Pb 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 жойиз энг кичик миқдори стандартларда белгилаб қўйилади ва махсус қўшилмалар қўшиш орқали таъминланади.

Оксидланишга қарши турғунлик — температура ва кислород миқдори юқори бўладиган шароитда мойнинг ўзида эримайдиган юқори молекуляр бирикмалар ҳосил бўлишига қаршилик кўрсатиш хусусияти. Ҳосил бўлган

смоалар, локлар, шлам ва сўхта ИЁДни ифлослантиради, поршен халқаларининг 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 чўқиндилар ҳосил қилиш хоссаси. Махсус қўшилмалар қўшилмаган янги мойнинг кул ҳосил қилиши жуда кам бўлади ва фоизнинг мингдан бир улушида ўлчанади. Қовушқоқроқ мойларнинг мазкур хоссаси юқорироқ бўлади. Қўшилмалар қўшилган мойлар кўпроқ кул ҳосил қилади. Мойда ёнилгининг парчаланиш ва оксидланиш маҳсуллари, чанг ҳамда бошқа ифлосликлар тўпланиши натижасида унинг кул ҳосил қилиш ва коксланиш даражаси ортади. ИЁД 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, поршен халқалари ва гильзанинг ейилишини кучайтиради. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларда сўхта детонацияга, калил алангаланиш содир бўлишига, нормал ўт олишнинг бузилишига сабаб бўлиши мумкин.

Чакнаш температураси — юқори температурада мойнинг ўз-ўзидан алангаланишга мойиллиги. Мойнинг у ёки бу нави учун чакнаш температураси унинг бугланувчанлиги билан узвий боғлиқ бўлади, шунинг учун фракцион таркиби ўхшаш бўлган мойлар учун у мойнинг куйиндига исроф бўлишга мойиллигини ифодалайди (гарчи бу исрофлар ИЁД билан боғлиқ бўлган конструктив ва технологик омиллар билан белгилансада). Одатда, қовушқоқлиги пастроқ мойларнинг фракцион таркиби енгилроқ бўлгани ҳолда чакнаш температураси ҳам пастроқ бўлади. Мойга унинг қовушқоқлигини оширувчи ва қовушқоқлик-температура характеристикаларини яхшиловчи қуюлтиргичлар қўшилганда одатда унинг катта юкланишда ишловчи ИЁДларда куйиндига исроф бўлиши камаймайди ва бу мой ушбу кўрсаткич жиҳатидан табиий қовушқоқлиги юқорироқ бўлган мойдан орқада қолади.

Механик қўшилмалар органик (ёнадиган) ва ноорганик (ён-майдиган) хилларга бўлинади. Янги мойларда бундай қўшил-малар миқдори 0,015% дан ошмаслиги керак, акс ҳолда улар кул ҳосил бўлишини кўпайтиради, деталларнинг ейилишини кучайтиради, шламлар ҳосил бўлишига олиб келади. Ишлатилган газларда уларнинг миқдори 0,5—1% га етади, бунинг асосий (70% гача) қисмини органик маҳсуллар (кокс, курум ва хоказо) ташкил этади.

Сув миқдори. Мой таркибидаги сув мойнинг кўпиришига, унинг филтрланиши ёмонлашувига, коррозиялаш хусусиятининг ортишига сабаб бўлади. Шу боис янги мойларда жуда ҳам оз миқдорда (деярли йўқ даражада) сув бўлишигагина рухсат этилади. ИЁД айниқса атмосфера босими ва ҳарорати кескин ўзгариб турадиган районларда ишлатилганда қартердаги атмосфера намининг сувга айланиши ҳисобига, (совитиш тизимидан сув кириши ҳисобга олинмаганда) мойда сув миқдори анчагина ортиб кетиши мумкин. Марказдан қочирма тўлиқ оқимли тозалагичлар ёрдамида мойдаги сувни етарли миқдорда бартараф этиш мумкин. Мотор мойларининг мойлаш-фойдаланиш хоссаларини яхшилаш учун одатда тайёрлаш чоғида уларга оз-оз (3—7% гача) миқдорда турли хил қўшилмалар қўшилади. Уларнинг асосийларига қуйидагилар киради: оксидланишга қарши, коррозиялашга қарши, ёйилишга (тирнашга) қарши қўшилмалар; қовушқок қилувчи, ювувчи-дисперсловчи, ишқорли, депрессорли, кўпикланишга қарши қўшилмалар. Ювувчи-дисперсловчи қўшилмалар мой тозалаш деталлари ва агрегатларида углеродли катламлар (чўкиндилар) ҳосил бўлиш жадаллигини пасайтиришга мўлжалланган. Улар деталлардаги чўкиндиларни ювиб туширади, уларнинг ёпишиб, йиғилиб қолиши ва чўкишига йўл қўймайди, уларни майда дисперсли, коллоид ҳолатга ўтказди. Депрессорли қўшилмалар мойнинг қуюқлашиш (қотиш) ҳароратини пасайтиради ва мойнинг паст температураларда ҳайдалувчанлигини яхшилайди. Кўпикланишга қарши қўшилмалар мойларнинг сирт таранглигини камайтиради ва бу билан уларнинг, ҳаво ва сув аралашганда, масалан чайқалганда, кўпиришига тўсқинлик қилади.

Мойларнинг турли хусусиятларига бир йўла таъсир қилувчи бир неча мақсадга мўлжалланган қўшилмалардан кенг фойдаланилади.

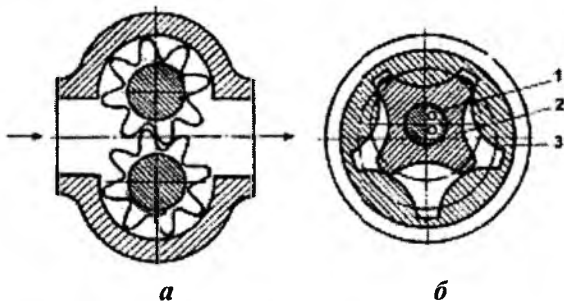
Мотор мойларининг классификацияси. Қўлланиладиган мойнинг нави ИЁДнинг турига ва у ишлайдиган шароитга қараб аниқланади. Двигател ишончли ва самарали ишлаши учун уни тайёрлаган завод тавсия этган мойларнигина ишлатиш зарур. Россияда ишлаб чиқариладиган мотор мойлари двигателларда қўлланилиш шарт-шароитига қараб мавсумий ва барча мавсумбоп хилларга ажратилади. ГОСТ га мувофиқ мотор мойлари (маркаси — М) куч агрегатлари ишининг кучланганлик даражасига боғлиқ равишда ушбу туркумларга бўлинади. А — кучайтирилмаган ИЁДлар учун; Б — кам кучайтирилган ИЁДлар учун; В — ўртача кучайтирилган ИЁДлар учун; Г — юкори даражада кучайтирилган ИЁДлар учун; Д — оғир шароитда ишловчи юкори даражада кучайтирилган дизеллар учун. Дизелларга ҳам, бензинда ишлайдиган ИЁД ларга ҳам ярай-верадиган универсал мойлар туркум белгисида индекс билан ажратиб кўрсатилмайди.

Б, В, Г туркумлардаги 1 индексли мойлар бензинда ишлайдиган ИЁДларга, 2 индекслилари эса дизелларга мўлжалланади. Қовушқоклигига кўра мотор мойлари 7 синфга ажратилади. Уларнинг қовушқоклиги 100°C ҳароратда 6 дан 20 сСт (сантистокс) га қадар ўзгаради, қовушқоклик индекси эса 90 дан кам бўлмайди. Мавсумий мойнинг маркаланишига мисол: М-10В₂— ўртача кучайтирилган дизелларга мўлжалланган, 100°C даги қовушқоклиги 10 сСт бўлган мотор мойи. Барча мавсумбоп қуюлтирилган мойлар 4 синфга ажратилади ва уларнинг қовушқоклик индекси 125 дан кам бўлмайди. Улар каср сон билан маркаланади. Каср соннинг з (қуюлтирилган) индексли сурати мойнинг $+18^{\circ}\text{C}$ даги шартли қовушқоклигини, махражи эса 100°C даги қовушқоклигини сСт да ифодалайди. Мойнинг маркаланишига мисол: М-63/10Г₁—бензинда ишловчи юқори даражада кучайтирилган ИЁДларга мўлжалланган, 100°C даги қовушқоклиги 10 сСт бўлган барча мавсумбоп қуюлтирилган мотор мойи.

Мотор мойларининг хоссалари ва хусусиятлари тегишли стандартлар ҳам техник шартларда қатъий тарзда белгилаб қўйилади.

16.4. Мойлаш тизимининг таркибий қисмлари

Мой насоси мойнинг тизимда айланиб юришини таъминлайди ва тизимнинг мойланадиган узеллари ёки таркибий қисмларига мой узатилиши учун зарур босимни ҳосил қилади. Одатда, ИЁДларда ташқи илашмали ҳажмий, шестерняли насослар қўлланилади. (16.3- расм, а). Етақчи шестерня айланганда мой кириш бўшлиғидан чиқиш бўшлиғига шестерня ботиклари билан корпус деворлари орасида ўтади (стрелкалар билан кўрсатилган).



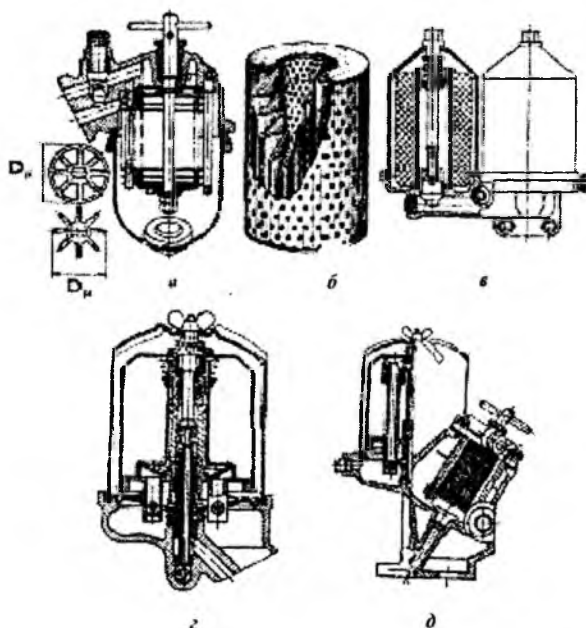
16.3-расм. Шестерняли мой насоси: а-ташқи илашмали, б-ички илашмали

Бундай насослар тайёрланишига кўра оддий, ишончли ишлайди, тизимда зарур миқдорда босим бўлишини таъминлай-ди. Мазкур насослар қўлланилганда бир йўла ишловчи тизим бўлинмаларини ташкил қилиш

мумкин, бу эса баъзида қатта ахамиятга эга. Тўғри ёки қия тишли шестернялар қўлланилади. Қия тишли шестернялар иш вақтида мой босими пульсацияси кичик бўлишини, бинобарин, тиш ботикни беркитганда валга камроқ юкланиш тушишини таъминлайди. Шестернялар билан корпус орасидаги олд (торец) ва радиал тирқишлар 0,05—0,15 мм ни ташқил этади. Насосларнинг иш унуми ИЁДнинг барча иш режимлари ва мойнинг исталган температурасида тизимнинг эҳтиёжларини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб аниқланади. Температура кўтарилиши билан мойнинг ковушқоқлиги пасаяди, бу эса ботикларнинг мой билан тўлиши яхшиланиши натижасида насоснинг узатиши ортишига сабаб бўлади. Температура янада кўтарилганда юқори босимли бўшлиқдан кириш бўшлиғига мой оқиб ўтиши қўпайиши туфайли насоснинг иш унуми камаяди. ИЁДнинг иш жараёнида насос шестернялари, корпуси ва қопқоғининг ейилиши тирқишларнинг катталашувига олиб келади, бунинг оқибатида насоснинг узатиши ва ҳосил қиладиган босими камаяди. Насоснинг иш унумини ҳисоблаб топишда бу жиҳат ҳам эътиборга олинади. Насос узатгич ортикча мойни унинг ичига ўрнатилган редукцион клапан кириш бўшлиғига қайта ўтказди (16.1-расмдаги 11 га қаранг). Мазкур клапан босим тизим учун номинал ҳисобланган босимдан ортиқ бўлганда очилади. Редукцион клапан бир неча режимларда ишлай олади. Насоснинг узатиши камайиб боргани сари бу клапан кириш бўшлиғига тобора кам мой ўтказди. Мой насослари ИЁД нинг тақсимлаш вали ёки тирсакли валидан ҳаракат олади ва 4000—5000 мин⁻¹ га тенг айланиш частотаси билан ишлайди. Баъзи насосларда иккита ҳайдаш бўлинмаси бўлади: улардан бир мойни совиткичга узатади, бу ердан мой қартерга оқиб келади. Қуруқ қартерли тизимларда ҳайдовчи ва сўрувчи (баъзан иккита) бўлинмалли насослар қўлланилади. Сўриш бўлинмасининг иш унуми одатда ҳайдаш бўлинмасиникидан бир ярим-икки баравар зиёд бўлади, бунга шестерняларнинг баландлигини катталаштириш орқали эришилади. Айрим ҳолларда ички илашмалли 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 ўлчамигача кичраяди ва мой магистралга сиқиб чиқарилади. Бундай насос 16.3-расм, а да кўрсатилгандагига қараганда ихчамроқ бўлади. Мойнинг насосга киришидаги тезлиги 0,3—0,6 м/с, ундан чиқишдаги тезлиги эса 0,8—1,5 м/с атрофидадир.

Фильтрлар. ИЁД ишлаётганда картерга ҳаво билан бирга кирган атмосфера чанги ва нами, деталларнинг ейилиш маҳсуллари, мой, унинг қўшилмалари ва ёнилғи оксидланиши натижасида юзага келган углевод чўкиндилари, ИЁДни йиғиш, тузатиш, техник хизмат кўрсатиш пайтида унга кириб қолган бегона зарралар, ичкарида бўлган ва мой оқимлари чиқариб ташлаган технологик колдиклар (киринди, қасмоқ, қум), сув ҳамда ёилғининг олтингугуртли бирикмалари таъсирида материалларнинг коррозияланиш маҳсуллари ва шу кабилар мойни ифлослантиради. Буларнинг ҳаммаси мойлаш тизимидаги ўтиш йўлларига тикилиб қолиб, унинг иш режимини бузади, ҳаракатланувчи деталлар орасидаги тирқишга кириб қолиб, узеллар ишини бузади ва деталларнинг абразив ейилишига сабаб бўлади. Уларни йўқотиш, бинобарин, ИЁДнинг ишончли ишлашини ошириш ва хизмат муддатини узайтириш, унинг кўрсаткичларини яхшилаш учун мойлаш тизими мойни тозалайдиган тузилмалар билан ускуналанади. 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 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 сабабли улар орасига кириб қолган қаттиқ зарралар уларнинг абразив ейилишига сабаб бўлиши мумкин. Мавжуд ИЁДларда 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 тўрли, 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 шароитда мой қуюқлашганда магистралга мой келмай қолишининг олдини олиш учун майин тозалаш фильтрларига қайта ўтказувчи клапанлар (16.1-расмдаги 12 га қаранг) ўрнатилади. Улар мойнинг ички қаршилиги ортганда уни фильтрловчи элементни четлаб ўтиб, тизимга йўналтиради. Қайта ўтказувчи клапан очилганда босим 0,08—0,12 МПа атрофида ўзгарадиган қилинади. 0,5—1 мкм дан йирикроқ зарраларни тутиб қолиш учун мойни майин тозалашда тирқишли (картондан), сиртли (қоғоздан) (16.4-расм, б) ёки

ҳажмий (ёғоч унидан, камдан-кам ҳолларда намот ва ип газламадан) (16.4-расм, а) фильтрловчи элементлар қўлланилади. Мазкур элементлар белгиланган вақт давомида ишлатилганидан сўнг алмаштирилади. Картон элементлар даста килиб йиғилган штампланган пластиналардан иборат бўлади. Уларнинг хизмат муддати нисбатан қисқа (100—200 соат) ва ички қаршилиги юқори бўлади. Сиртли қоғоз элементлар қоғознинг махсус навларида тайёрланади ва ИЁДда мойни майин тозалаш учун кенг қўлланилади. Филтрлаш сиртининг юзини катталаштириш учун қоғоз парда қўп қиррали юлдуз қўринишида бурмали килиб тайёрланади (16.4-расм, б га қаранг). Бу турдаги олмош филтрлар ичига қайта ўтказувчи клапанлар жойланган зич беркилувчи каппоқларга ўрнатилади.



16.4-расм. Мой тозалогичлар: а - *пластина-тирқалчи дағал тозалаш филтри*; б - *қоғоз элементли майин тозалаш филтри*; в - *элементи ёғоч унидан тайёрланган майин тозалаш филтри*; г - *гидравлик-реактив юритмали центрифуга*; д - *комбинацияланган (пластинали бирламчи филтр ва центрифуга)*

Ҳозирги вақтда мойни майин тозаловчи тузилмалар сифатида, кўпинча, ротори асосан гидравлик юритмага эга бўлган центрифугалардан фойдаланилади. Уларда насос узатадиган мойнинг бир қисми ички

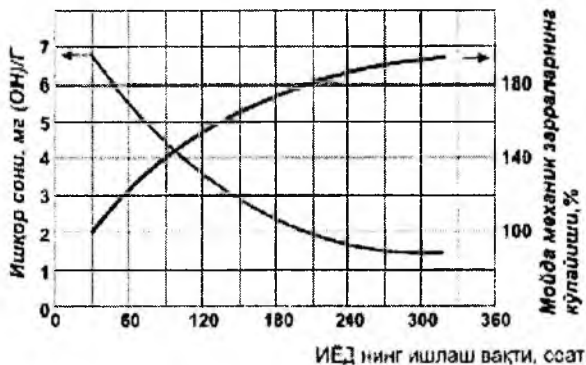
калпоқни айлантериш учун ишлатилади. Марказдан қочма кучлар таъсирида ажралган ифлослантеригич зарралари ана шу калпоқ деворларига ўтиради. Бунда ИЁД деталларини энг кўп ейилтирадиган йирик каттик зарралар мойдан энг яхши ажратилади. Двигателнинг иш режимларида мой қизиган ҳолатда центрифуга калпоғи $5000\text{--}8000\text{ мин}^{-1}$ частота билан айланиб, ифлослантеригичларнинг зарур майинликда ажратилишини таъминлайди. Майин тозалаш филтърлари каби центрифугалар ҳам тизимдагн 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 ИЁД деталлари ейилишини 20%, ўзак бўйинларининг ейилишини 50%, шатун бўйинларининг ейилишини 65% камайтеришга имкон беради. Мойни тўлиқ оқим билан тозалашни қўллаш учун майин тозалаш филтърларининг ўтказиш қобилиятини ошириш, яъни уларнинг ташқи ўлчамларини анчагина катталаштериш талаб қилинади. Бу мақсадда тўлиқ оқимли центрифугалардан фойдаланиш муайян афзалликларни беради, шу билан бирга уларни дағал тозалаш филтърларисиз ҳам қўллаш мумкин. Гидравлик юритмали центрифугаларнинг камчилиги шундаки, мой кўп сарф бўлади ва тизимдаги босим ортади. Бу кўрсаткичларни мой насоси таъминлаши керак. ИЁД да комбинациялашган мой филтърлари қўлланилади. Уларда тўлиқ оқимли дағал тозалаш филтѐри ҳамда параллел уланган майин тозалаш филтѐри ёки центрифуга бўлади (16.4-расм, д). Деталлар ейилиши натижасида пайдо бўлган ферромагнит маҳсулларни ушлаб қолиш учун қартер поддонига ёки тўлиқ оқимли филтѐрлар корпусига баъзан магнитли тикинлар ўрнатилади.

Совиткичлар. Иш режими жадал кечадиган ИЁДларда мой ўзига оладиган иссиқлик ҳаво билан ёки совитиш тизимининг суёуклиги билан совитиладиган *мой радиаторлари* ёрдамида атроф-муҳитга тарқалади. Гарчи сув-мой радиаторлари ихчамроқ бўлишига ва мойнинг температураси турғунроқ бўлишини таъминлашига қарамай, Россияда ишлаб чиқарилган ИЁДларда асосан ҳаво-мой радиаторлари қўлланилади. Мой совиткичлари тизимнинг асосий оқимига параллел қилиб ўрнатилади (16.1-расмга қаранг) ва баъзан ёзда совиткичларни улайдиган ҳамда қишда уларни узиб қўядиган жўмраклар билан таъминланади. Қуруқ қартерли ИЁД да мой совиткичлари сўриш линиясига ўрнатилади. Радиаторлар $0,15\text{--}0,20$ МПа босимга ростланган сақловчи клапанлар билан (16,1-расмдаги 13 га қаранг) таъминланади. Мой паст температурада қуёқлашиб қолганда бу клапанлар радиаторларга мой келиш йўлини беркитиб қўяди ёки мой оқимини

радиаторни четлаб ўтказди. Бундай ҳодиса двигател совуклайин ишга туширилганда, киздирилмаган ҳолатда ишлатилганда юз беради.

16.5. Ўрта Осиё регионини шароитида мойлаш тизими ишининг ўзига хос хусусиятлари

ИЁД ишлаганда ундаги мой аста-секин эскириб боради, яъни унда оксидлар, полимерланиш маҳсуллари, олтингугурт бирикмалари ва шу кабилар йиғилиб боради. Натижада мойдаги ишкор сони камаяди. Мойда органик ва аорганик қўшилмалар ҳамда қаттиқ зарралар миқдори кўпаяди (16.5-расм). Буларнинг ҳаммаси мойнинг хоссаларини ёмонлаштиради, натижада уни вақти-вақтида янги мой билан алмаштириш зарурати туғилади. Ўрта Осиёнинг фойдаланиш шароити ана шу мой сифатининг табиий ёмонлашиш жараёнига ҳам, мойлаш тизимининг ишига ҳам таъсир кўрсатади. Оқибатда мойлаш тизимига хизмат кўрсатишга доир мажбурий операциялар даврийлигини ўрта минтақа учун белгиланган нормаларга нисбатан қисқартиришга, ИЁДнинг ишончили ва узок вақт ишлашини, деталларнинг ейилишини ва уларни тузатишга қилинадиган харажатларни камайтиришни таъминлаш учун қўшимча чоралар кўришга тўғри келади.



16.5-расм. Иш жараёнида мой характеристикасининг ўзгариши

Атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати ва жадал қуёш радиацияси деталлар ва мойнинг совишини ёмонлаштиради, уларнинг ҳарорати кўтарилишига сабаб бўлади. Бу ҳол мойнинг қовушқоқлиги камайишига, тирсақли вал подшипникларидаги ва бошқа узелларнинг ишқаланувчи сиртлари орасидаги мой қатламининг кўтариб туриш қобилияти пасайишига олиб келади.

Буларнинг ҳаммаси уларнинг иш шароитини чегаравий ишқаланишга яқинлаштириб қўяди. Аммо ҳатто ёғлиги юқори даражада бўлган мойлар

учун ҳам чекли энг юкори температура мавжуд бўлиб, температура бундан ортиб кетганда ишқаланиш коэффиценти кескин катталашади ва деталларнинг ейилиши кучаяди. Бу ҳодиса юкори температура ва кийин мойланиш шароитида ишловчи оғир юкланган узеллар (поршен, халқалар, бармок, цилиндр девори ва ҳоказо) да ҳам рўй бериши мумкин.

Ташиқ ҳароратнинг кўтарилиши мойдаги оксидланиш жараёнларини тезлаштириб, унинг эскириши ва қўшилмаларининг таъсири камайишига сабаб бўлади. Ҳаво ҳароратининг кун мобайнида кескин ўзгариб туриши туфайли қартер деворлари ва деталларда атмосфера ҳавосининг сувга айланиши натижасида мойда сув микдори ошади, бу эса оксидловчи ҳодисалар билан қўшилиб, мойнинг агрессивлиги кучайиши ҳамда ишқор сонининг камайишига олиб келади. Мойда 1 % микдорда сув бўлиши поршен халқаларининг 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 тизими ва умуман ИЁД ишига ёмон таъсир кўрсатувчи асосий хусусиятларидан бири шундан иборатки, йўл ёқасидаги ҳаво қатлами серчанг ва чангнинг абразивлик хоссалари юкори 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, ташки деталларнинг бирикмиш жойларидаги ҳатто жуда ҳам кичик нозичликлар орқали ИЁД қартерига кириб боради. Мой филтрларида ушлаб 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 тизимларида қўлланилувчи филтрларнинг ифлосланганлик даражасини кўрсатувчи махсус тузилмалар — сигнализаторлар фойдалидир. Шу нуқтаи назардан қарайдиган бўлсак,

тўлиқ оқимли центрифугалар майин тозалаш фильтрларига нисбатан катта афзалликларга эга. Гидроюритмали центрифугалар юқори температуралар шароитида мойнинг тозаланиш сифатини оширади, чунки мойнинг қовушқоқлиги камайиши натижасида роторнинг айланиш тезлиги, агрегатнинг ўтказиш қобиляти ва зарраларнинг чўкиш жадаллиги зиёдлашади, 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 ИЁДнинг ейилишини камайитиришга ва хизмат муддатини узайтиришга қаратилган одатдаги чораларга фильтрловчи элементларни алмаштириш муддатларини қисқартиришни, шунингдек центрифугалар ва дағал тозалаш фильтрларини ювиш ҳамда тозалаш муддатларини қисқартиришни кўрсатиш мумкин. Картерга ва мойга чанг тушишини камайитириш учун қопқоқлар, туйнуқлар, ташқи деталларнинг бирикиш жойларини ниҳоятда зичлаш, сапунлар ҳамда шамоллатиш найларига фильтрлар ўрнатиш зарур. Мойни ва фильтрловчи элементларни алмаштириш чоғида картерни, мойлаш тизими қисмлари ва цилиндрлар блоқи устёпмасини махсус қурилмаларда ювиш воситалари (қовушқоқлиги паст мойлар, дизел ёнилғиси ва хоказо) дан фойдаланиб босим билан ювиш юқори самарали усуллардан бири ҳисобланади.

17-БОБ. СОВИТИШ ТИЗИМИ

17.1. Умумий маълумотлар

Двигателнинг совитиш тизими детал ва узелларни мажбурий совитади, шунингдек, турли иш режимлари ҳамда шароитларида деталлар ҳароратини бир хилда тутиб туради ва бу билан куч агрегатининг ишончили ва узок вақт ишлашини 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 ҳисобига унинг деталлари қизийди. ИЁД нинг тури ва вазифасига, шунингдек унинг иш режимига қараб, совитиш тизими ёнилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқликнинг 15—35% ини олиб кетади (14-бобга қаранг). Совитиладиган деталлардан олинган иссиқлик асосан тизимнинг иссиқлик элткичи (суюқлик ёки ҳаво) воситасида четлатилади ва атроф-муҳитга тарқалади.

ИЁД деталлари температурасининг энг мақбул даражадан юқорилашиши цилиндрларнинг янги заряд билан масса бўйича тўлиши камайишига, мой катламининг кўтариб туриш қобилияти пасайишига, чегаравий ишқаланиш пайдо бўлиш эҳтимоли ортишига, иш вақтида мойнинг мойлаш ва бошқа сифатлари барвақт йўқолишига, унинг қуйиндига айланиб исроф бўлиши кўпайишига, конструктив тирқишлар ва узеллардаги деталларнинг ўрнатилиши бузилишига олиб келади. Поршенларнинг иссиқлик таъсирида шикастланиш, клапан ва форсункаларнинг ўта қизиб кетиш, поршен ҳалқаларининг қуйиш ва бошқа жиддий носозликлар пайдо бўлиш эҳтимоли ортади. Бензинда ишлайдиган двигателларда бунда детонация ва калил ўт олиш учун шароит юзага келади.

ИЁДнинг ўта совиб кетиши эса иссиқликнинг деворга ўтиб исроф бўлишига ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашувига, мойнинг қовушқоқлиги 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, поршен ва ҳалқаларнинг мойланиши бузилади, дизелларда эса уларнинг «қаттиқ» ишлаши кучаяди. Иш шароитида ИЁДга иссиқлик киритиш тезлиги унинг иш режимига боғлиқ равишда ўнларча марта ўзгаради. Шунга яраша, вақт бирлиги ичида совитиш тизими олиб кетадиган иссиқлик миқдори ҳам ўзгариши керак. Агар тизим атроф-муҳитнинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда энг оғир

шароитда ҳам двигателнинг ишончли ишлашини таъминлашга мўлжалланган бўлса, у ҳолда оралик режимларда иссиқликнинг олиб кетилиш жадаллиги ортиқлик қилади ва двигател ҳаддан ташқари совиб кетиши мумкин. Бинобарин, совитиш тизими таркибида деталларнинг совитилиш жадаллигини ростлаб турадиган ва двигателнинг ҳароратини энг мақбул даражада тутиб турадиган тузилмалар бўлиши керак. Фойдаланиладиган иссиқлик элтикичнинг табиатидан келиб чиқиб, ИЁДларда суюқлик билан ва ҳаво билан совитиш тизимлари қўлланилади. Суюқлик билан совитиш тизими ҳаво билан совитиш тизимига нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

энг қизиган жойларни самаралироқ совитади, бу эса кучайтирилган двигателлар учун айниқса муҳимдир;

суюқликнинг иссиқлик сиғими 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;

тизим агрегатларини юргизишга қувват камроқ сарф бўлади ва ишининг шовқинлилик даражаси пастроқ бўлади;

номинал режимда цилиндрларни тўлдириш коэффициенти юқорироқ ва ўртача самарали қувват киймати ҳамда литрли қувват каттароқ бўлади.

Ўз навбатида, ҳаво билан совитиш тизимлари ҳам суюқлик билан совитиш тизимларига 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 тизимни тозалаб туриш зарурати бўлмайди;

радиаторнинг ва совитиш суюқлиги запасининг мавжуд эмаслиги туфайли куч агрегатининг массаси ва ташқи ўлчамлари кичикроқ;

суюқлик билан совитиш тизимида бўлганидек, камёб рангли металлари талаб қилмайди;

сув буғларининг сувга айланиш ҳамда двигател қиздирилмасдан ишлатилганда кислоталар ҳосил бўлиш (айниқса, олтингугуртли ёнилгилардан фойдаланилганда) эҳтимоли йўқлиги туфайли цилиндрларнинг занглаб ейилиш хавфи камроқ;

конструкцияси ўхшаш бўлган алоҳида цилиндр ва устёпмалар асосида ИЁДлар «оиласини» яратиш осонроқ.

Ана шу ўзига хос хусусиятлар ИЁДларнинг кўриб чиқилаётган туркумида асосан суюқлик билан совитиш тизимларини кўпроқ қўллаш кераклигини белгилаб берди. Ҳаво билан совитиш усули эса аввало кам

кувватли ёки юкланиш бўйича унчалик кучайтирилмаган двигателларда қўлланилади. Дизелларда ҳам шу усулни қўлаган маъқулроқ, чунки ана шу тизимга хос бўлган, ёниш камерасини қуршаб турган деталлар хароратининг юқорилиги иш жараёнининг ташкил қилинишини ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичларини яхшилайти. Ҳаво билан совитишда бўлганидек, бензинда ишлайдиган ИЁД деталлари хароратининг иш режимига ёки иш шароитига қараб анчагина миқдорда ўзгариб туриши двигател қизиб кетганда детонация юз беришига ёки ўта совиб кетганида ёнилғи буғларининг суюқликка айланишига сабаб бўлиши мумкин.

17.2. Суюқлик билан совитиш тизими

Кўриб чиқилаётган туркумдаги ИЁДларда суюқлик билан совитиш тизими қўлланилади. Мазкур тизимда иссиқлик элткич 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 харорати кескин ўзгариши туфайли бўладиган иссиқдан зўриқишлар рўй бермайди. Иссиқлик элткичнинг ҳосил бўлган буғлари ва у исиганда ажралиб чиқувчи эриган ҳавони суюқлик оқими тизимга 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 тизимда ҳаракатланишини бузиши мумкин. Тизимдаги суюқликнинг температураси қайнаш нуктасига яқинлашганда буғ ҳосил бўлиши кескин жадаллашади. Шу сабабли, совитиш тизими ишончли ишлаши учун суюқликнинг қайнаш температураси унинг ИЁД ишлагандаги энг юқори хароратидан 25—30° баланд бўлиши зарур. Двигателнинг совитиш тизими учун қўлланиладиган асосий суюқлик сувдир. 760 мм симоб устунига тенг босимда сувнинг қайнаш температураси 100° Сга тенг бўлиб, босимга мутаносиб тарзда (ҳар 0,01 МПа га тахминан 2,1° С ҳисобида) ўзгаради.

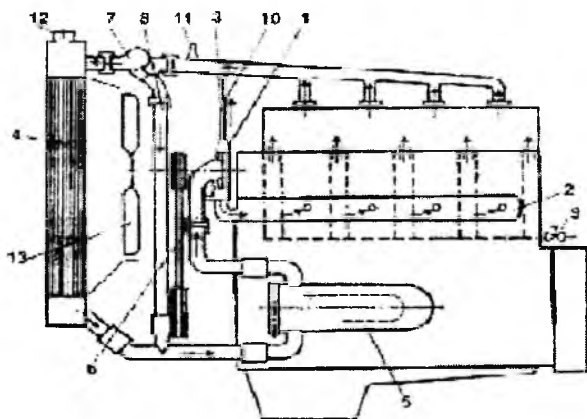
ИЁДларни стендда синаш натижасида шу нарса аниқландики, иш кўрсаткичлари энг яхши бўлишига эришиладиган оралик (интервал) совитиш суюқлигининг 80—85°С дан паст бўлмаган хароратига мос келар экан. Агар деталларнинг яхши мойланиши таъминланадиган бўлса, совитиш суюқлигининг харорати бирмунча кўтарилганда ҳам (айниқса, дизелларда) двигателнинг иш кўрсаткичлари яхшиллашади. Совитиш самарадорлигини ошириш учун ёпиқ тизимлар қўлланилади. Уларнинг ички бўшлиғи атмосферадан ажратилган бўлади. Бу ҳол ИЁД ишлаб турганида тизимдаги

босимни атмосфера босимидан 1,2—1,5 барабар оширишга ҳамда сувнинг қайнаш температурасини 105—115°C га қадар кўтаришга имкон беради.

Радиатордаги суёқлик ва ҳаво ҳароратларидаги фарқнинг катта бўлиши радиаторнинг ўлчамларини кичиклаштириш имконини беради. Ёпиқ тизимлар қўлланилганда суёқликнинг буғланиб исроф бўлиши камаяди, шунингдек ИЁД оғир шароитда ва тоғли районларда ишлаганда қайнаш ёки кавитация туфайли совитиш суёқлигининг айланиб юриши бузилади. Тоғ шароитида ишлаганда атроф-муҳит билан туташувчи очиқ совитиш тизимидан фойдаланилганда атмосферанинг сийраклашуви туфайли тизим ишининг бузилиши двигател қуввати ва юкланиши чекланишининг, яъни транспорт машинанинг иш унуми камайишининг асосий сабабларидан биридир.

17.1-расмда совитиш суёқлиги мажбурий равишда айланиб юрувчи ёпиқ совитиш тизимининг схемаси келтирилган. Тирсакли валдан ҳаракат олувчи насос 1 совитиш суёқлигини тақсимлаш магистрати 2 орқали цилиндрлар блокига узатади.

Суёқлик 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 суёқлик ва ҳавонинг иссиқлик алмашинуви вентилятор 13 ёрдамида жадаллашади. Суёқлик мой радиатори 5 дан ўтгач най 6 бўйлаб насосга қайтиб келади. Айланиб юришнинг мазкур доираси двигателнинг қизиган ҳолатига, яъни цилиндрлар устёпмасидан чиқишда суёқликнинг ҳарорати 80—95°C дан юқори бўладиган ҳолатта тўғри келади. Агар двигател қизимаган бўлса, яъни суёқликнинг ҳарорати 70—80°C дан ошмаса, ИЁДнинг иссиқлик ҳолатини ростлаб туришга мўължалланган термостат 7 коллектор 3 дан чиққан суёқлик оқимини радиатордан ўтказмай, қўшимча (байпассли) най 5 орқали насос 1 га йўналтиради. Бу ҳол тизимдаги суёқликнинг бинобарин, ИЁД нинг тезроқ исишига ёрдам беради. Дренаж найчаси 10 насоснинг юқори қисмидан чиқадиган суёқлик ва ҳавони коллектор 3 га ва кейин радиаторнинг устки бўшлиғига ўтказишга хизмат қилади. Радиаторнинг тўлдириш тикини 12 тизимни зичлаштиради ва уни махсус клапанлар орқали буғ чиқариш найчаси воситасида (расмда кўрсатилмаган) атмосферага туташтиради.



17.1-расм. Суюқлик мажбурий равишда айланиб юрувчи ёпик совитиш тизимининг схемаси

Айрим ИЁДларда насосдан келган суюқлик клапанлар уялари, форсункаларни (дизелларда), ёниш камерасини ўраб турган деворларни жадал совитиш учун блок устёпмасига ёки цилиндрларнинг юқори қисмига узатилади. Суюқликни устёпмага узатиш учун тешикли махсус найлар ёки деворларда махсус йўллар кўзда тутилган бўлиб, улар орқали энг паст температурали суюқлик энг иссиқ жойларга боради. Булардан ташқари, тизимда суюқлик оқимини қизиган деворларга мумкин қадар яқинлаштирувчи дефлекторлар ҳам кўзда тутилган. Суюқликни насосдан ИЁДга узатишнинг кўриб чиқиладиган усулида цилиндрларнинг ўрта ва пастки қисмлари суюқлик актив айланиб юрадиган жойда жойлашади ва эркин конвекция ҳисобига қисман совийди. Шу билан бирга суюқликни цилиндрлар блокида маълум йўналишда ҳаракатлантириш ва суюқлик 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.

ИЁДнинг иссиқлик ҳолатини ростилаш учун, радиатор орқали суюқлик 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. Ҳайдовчининг ўриндан қўлда бошқариладиган (совитиш суюқлиги 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 суюқликлари

Суюқлик билан совитиш тизимлари учун иссиқлик элткич сифатида сувдан кенг фойдаланилади, чунки у бошқа моддаларга нисбатан талайгина афзалликларга эга: арзон, ҳамма ерда топилади, заҳарли эмас, ёнғин жихатидан хавфсиз, иссиқлик сиғими катта, қовушқоқлиги 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 тизимларидан фойдаланишга мажбур қилади. Сув тузларни эритиш хоссасига эга, шу сабабли табиий сув таркибида оз ёки кўп миқдорда эриган кальций ва магний бирикмалари бўлади.

ИЁД ишлаётганда юқори ҳарорат таъсирида сувдан тузлар ажралиб, двигател ғилофининг ва совитиш тизимидаги бошқа таркибий қисмларнинг деворига ўтириб тош (накип) ҳосил қилади. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти металларикидан 50—100 марта кам бўлган бу тош қатлами совитиш тизимига иссиқлик ўтишини камайтиради ва бу билан деворларнинг ҳарорати кўтарилишига, детал ва узелларнинг иссиқликдан зўриқиши кучайишига, иссиқликнинг атроф ҳавосига тарқалиши бузилишига ва суюқликнинг тизимда айланиб юриши қийинлашувига сабаб бўлади. Буларнинг ҳаммаси ИЁДнинг 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 тизимига 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 тизимига қуйишдан олдин махсус аппаратларда юмшатиш зарур. Баъзан, тизимга қуйиладиган сувга қайнашга қарши қўшилмалар деб аталувчи кимёвий реактивлар қўшилади (3—5 мг/л миқдорда). Тизимга қуйиладиган сувларнинг энг маъқули дистилланган сувдир.

ИЁДнинг чўян ва пўлат деталларини занглатиши ҳам сувнинг асосий камчиликларидан биридир. Двигател атроф ҳавосининг температураси

манфий бўлган табиий шароитда ишлаганида совитиш тизимидаги сув музлаши мумкин. Маълумки, музнинг зичлиги сувникига караганда кичикроқ бўлади ва шу сабабли у сувга нисбатан каттароқ ҳажмни эгаллайди. Бунинг оқибатида муз металл деталларни шикастлаши мумкин. Шунинг учун двигателни совуқ шароитда ишлатганда двигател узоқ вақтга тўхтатиб қўйиладиган бўлса (масалан, машина иситилмайдиган жойда сақланадиган бўлса), тизимдан 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. Йилнинг совуқ мавсумида музлаш температураси паст бўлган суюқликлар — антифризлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир, чунки уни тизимдан тўкиб ташлаш шарт эмас. Одатда саноатда бундай суюқликнинг икки тури ишлаб чиқарилади. Булар дистилланган сувнинг этиленгликол 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.

17.1-жадвал

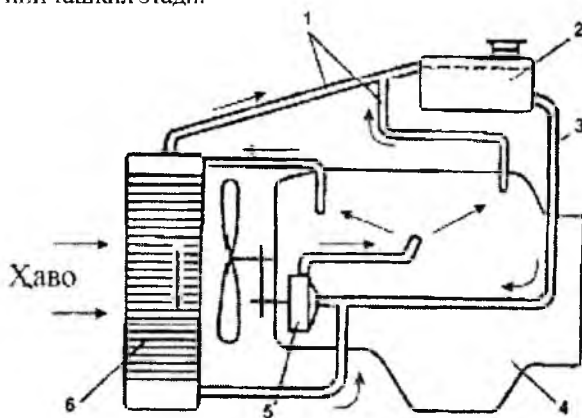
ИЕДни совитиш учун ишлатиладиган суюқликларнинг хусусиятлари

Суюқлик	Таркиби	Музлаш температураси, °C	Қайнаш температураси, °C	20°C даги зичлиги, кг/м ³	Иссиқлик снғими, кДж/кг°C	20°C даги коэфф.кўчлиқ, 10 ⁻⁶ м ² /с	Иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/м°C	Ҳажмий кенгайиш коэфф.циенти
Сув	дистилл	0	100	958,4	4,224	1,12	68,4	4,15·10 ⁻⁴
Антифриз-40	47%B+53%Э	—40	117	1070				
Антифриз-65	47%B+53%Э	—65	102	1087	2,093	6,43		
Тосол А-40	47%B+53%Т	—40	108	1080		1,65	26,75	5,25·10 ⁻⁴
Тосол А-65	37,9%B+62,1%Т	—65	115	1090				

Эслатма: В - дистилланган сув; Э - этиленгликол;

Т - тосол А (этиленгликол қўшимлар билан)

Антифризларнинг қовушқоқлиги сувникига нисбатан юқорироқ, шунингдек иссиқлик сиғими ва иссиқлик ўтказувчанлиги камроқ бўлади. Қовушқоқликдаги 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, ИЁДнинг ҳарорати ва деталларнинг иссиқликдан зўриқиши ортади. Тажрибанинг кўрсатишича, совитиш суюқлигининг ҳарорати ўзгармаганда дизел антифризда ишлашга ўтказилганда цилиндрлар устёпмасининг турли нукталарида температура 10—15°, поршен тубида 20—25°, цилиндр гильзасининг юқориги қисмида 17—20°, картер поддонидаги мойнинг температураси 3—6° га кўтарилар экан, бу эса кучайтирилган ИЁДлар учун катта аҳамиятга эга. Антифризларнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти сувникига нисбатан анча катта бўлади, бу эса ИЁДнинг қизиши жараёнида суюқликнинг ҳажми 6—8 % катталашishiга олиб келади. Шу сабабли совитиш тизимларида суюқлик билан тўлдирилмаган ва двигателнинг ҳарорати номинал қийматга қадар кўтарилганда иссиқлик элткичнинг кенгайишига мўлжалланган қўшимча идишлар бўлмоғи лозим. Бу идишлар радиаторнинг юқориги резервуарида кўзда тутилади ёки буг-хаво клапани воситасида радиаторга туташган кенгайиш бакчаси кўринишида алоҳида ясалади (17.2-расм). Бакчанинг ҳажми ИЁД ишлаётганда унинг суюқлик билан тўлишини ҳисобга олган ҳолда тизим умумий сиғимининг 10—15 % ини ташкил этади.

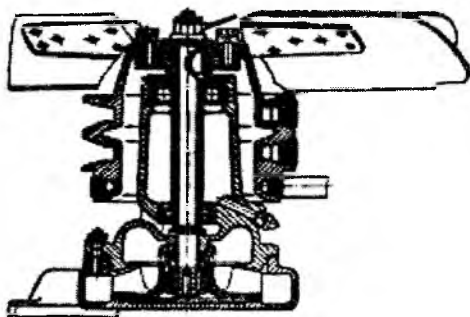


17.2-расм. Кенгайиш бакчаси бўлган совитиш тизими

Кейинги вақтда ИЁДнинг ёпиқ совитиш тизимларида барча мавсумбоп совитиш суюқликлари тобора кенг қўлланилмоқда. Уларнинг таркибида суюқликнинг иш хоссаларини яхшиловчи махсус қўшилмалар: коррозияга қарши, кўпикланишга қарши, барқарорлаштирувчи қўшилмалар бўлади. РОССИЯ 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 ёнгин жиҳатидан хавфли эканлигини эсдан чиқармаслик керак.

17.3. Суюқлик билан совитиш тизимининг элементлари

Суюқлик насоси суюқликнинг минутига тизимнинг 7—12 ҳажми микдоридаги жадаллик билан айланиб юриши учун хизмат қилади. Суюқликнинг айланиб юриши тизимда буғ тикинлари ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади ва деталларнинг бир текис совишини таъминлайди. Кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар двигателларида суюқлик бир томондан келтириладиган марказдан қочма насослар қўлланилади (17.3-расм). Насослар, одатда, понасимон тасмали узатма воситасида тирсакли валдан ҳаракатга келтирилади ва кўпинча вентилятор билан ёнма-ён ўрнатилади. Юритманинг узатиш нисбати 1,6-1,0 ни ташкил этади.

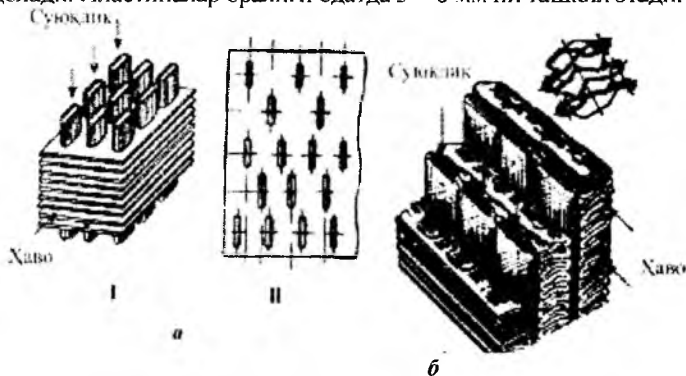


17.3-расм. Марказдан қочма суюқлик насоси

Суюқлик насос паррагининг ўрта қисмига келади ва унинг парраклари суюқликни насоснинг четки қисмига улоқтиради, бу ёрдам эса суюқлик корпусдаги спиралсимон канал бўйлаб тизимга узатилади. Насослар ишлаётганда муайян микдорда босим ҳосил қилади, бу босим тизимнинг гидравлик қаршилигини енгиш учун зарур бўлади.

Радиатор. ИЁДнинг кизиган деталларидан чиқадиган иссиқлик умумий микдорининг бир қисми двигателнинг ташқи деворлари ва совитиш тизимининг қисмларидан бевосита атроф-муҳитга тарқалади. Аммо ушбу иссиқликнинг асосий қис-ми 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 алмашилиш юзасини катталаштиради. Пластиналар қадамини (уларнинг оралиғини) кичиклаштириш совитиш самарадорлигини оширади, аммо панжаранинг аэродинамик қаршилиги, яъни у орқали ҳаво сўрилишига энергия сарфи ортади. Бундан ташқари, бунда радиатор йўл чанги ва бошқа ифлослантиргичлар билан осонгина тўлиб қолади. Пластиналар оралиғи одатда 3—6 мм ни ташкил этади.



17.4-расм. Радиаторларни совитиш панжаралари:
а-найча пластинали (найчаларнинг жойлашиши бўйича;
 I-коридорли; 2-шахматли); *б*-найча тасмали

Найча-тасмали радиаторларда (17.4-расм, б) найчалар бурмаланган тасма воситасида бириктирилган бўлади. Бундай радиаторларни ишлаб чиқариш осон, улар ихчамроқ бўлади ва иссиқлик узатиш коэффициентини 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 суюқлик сизадиган бўлса, уни узиб қўйиш (кавшарлаш) мумкин, холос. Натижада радиаторнинг иссиқлик алмашилиши бўйича иш унуми камаяди.

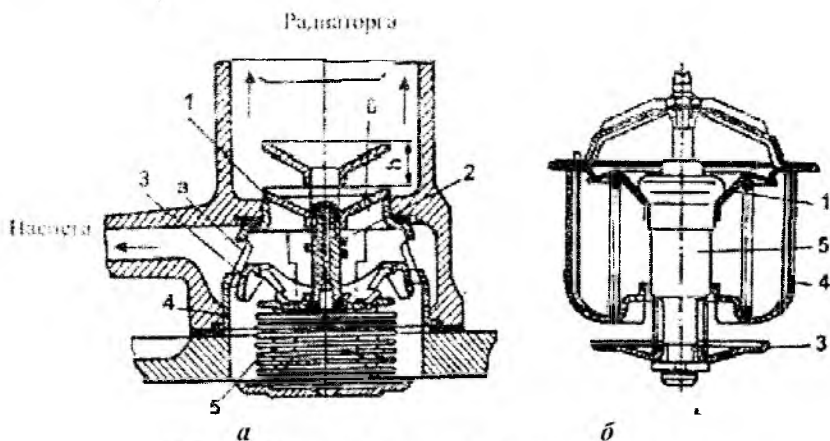
Кўпинча ИЁДдан суюқлик радиатордаги устки бакчанинг пастки қисмига келтирилади. Бунда унинг юқориги қисми суюқликни актив айланштиришда қатнашмайди ва ундан кенгайиш ҳажми сифатида фойдаланилади.

Термостат радиатор орқали ўтаётган суюқлик оқимини унинг температурасига қараб автоматик равишда ўзгартиради ва ИЁДнинг иш режими энг қулай тарзда тутиб туриш учун қўлланилади. Термостатдан фойдаланиш двигател ишга туширилгандан сўнг унинг қизишини тезлаштиради, турли иш режимларида ва атроф-муҳитнинг ҳар хил шароитларида унинг иссиқлик ҳолатини барқарорлаштиради. Натижада ИЁДнинг ейилиши камаяди ва ёнишга тежамкорлиги яхшиланади.

Одатда бир ёки икки клапанли, суюқ ёки қаттиқ тўлдиргичли термостатлар қўлланилади. Сильфонли термостат (17.5- расм, а) ён деворлари бурмаланган, учувчан суюқлик билан тўлдирилган, зич қилиб беркитилган юпка деворли баллон 5 дан иборат. Баллон тубларидан бири қўзғалмас таянч пластина 2 га, иккинчиси эса клапанларга, яъни радиаторга суюқлик (ИЁДдан пастдан келувчи) ўтиш йўлини беркитувчи асосий клапан 1 га ҳамда суюқликни насосга йўналтирувчи қайта ўтказувчи клапан 3 га туташтирилган. ИЁДдан чиқишда суюқликнинг ҳарорати 70—75°C дан паст бўлганда клапан 1 ёпиқ, клапан 3 эса очик 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, а). Ҳарорат 80—90°C дан кўтарилганда клапан 3 насоснинг қайта ўтказувчи найига олиб боровчи дарчаларни беркитади, клапан 1 эса h баландликка кўтарилиб радиаторга суюқлик ўтиш йўлини очади. Двигател қиш мавсумида ишлаганда ва совитиш тизимида 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 тизимидаги босимга боғлиқ бўлади, бу эса ИЁДнинг иссиқлик ҳолатига таъсир кўрсатади. 17.5-расм, б да келтирилган қаттиқ тўлдиргичли термостатда (белгилашлар 17.5-расм, а га мос келади) бу камчилик йўқ. Унинг ишлаш принципи ҳам шунга ўхшайди,

аммо бунда тўлдиригич сифатида перезиндан ёки унинг мис кукуни билан аралашмасидан фойдаланилади. Ҳароратнинг кўтарилиши тўлдиригичнинг суюқланишига сабаб бўлади, натижада баллоннинг ҳажми катталашади, яъни у узади. Каттик тўлдиригичли термостат ишончлироқ ишлайди, арзонроққа тушади, тизимдан осон ечилади ва ўрнатилади, шу сабабли ундан кўпинча ИЁДнинг иссиқлик ҳолатини ростлаш мосламалари (радиатор панжалари, вентиляторни ишга тушириш муфтаси) ни бевосита бошқариш учун фойдаланилади.



17.5-расм. Термостатлар: а-суёқ; б-каттик тўлдиригичли

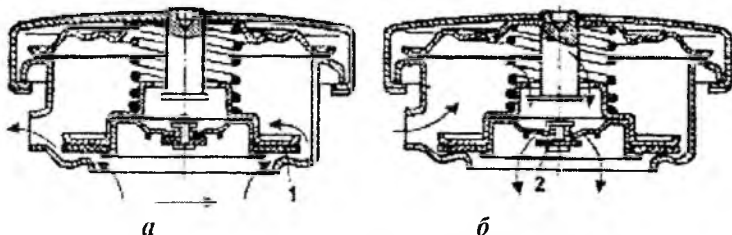
Вентилятор радиатор оркали ўтувчи ҳаво оқимини юзага келтиради ва иссиқлик алмашинувиini кучайтиради. Суюқлик билан совитиладиган ИЁДларда, одатда, текис ёки каварик радиал парраклари бўлган вентиляторлар қўлланилади.

Паррақлар ҳаво оқимининг йўналишига нисбатан $35\text{--}45^\circ$ бурчакка бурилган бўлади. Вентиляторлар парраги пўлат қисмлардан йиғиб тайёрланади ёки полимер материаллардан қуйиб ясалади. Аллюминий қотишмаларидан тайёрланган паррақлар ҳам бор. Биринчи ҳолда, штамплаб ясалган паррақлар гупчакка парчинлаб маҳкамланади, кккинчи ҳолда эса улар гупчак билан яхлит қилиб ишланади. Аллюминий қотишмаларидан ясалган паррақлар энг яхши аэродинамик шаклга эга бўлади ва ишлаганда паст шовқин чиқаради. Вентилятор, одатда, шовқинсиз понасимон тасмали узатма ёрдамида ва кўпинча суюқлик насоси билан бирга ҳаракатта 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 йўналтирувчи ғилоф

ичига мумкин кадар кичик радиал тиркиш билан жойланади. Тиркишнинг нисбий катталиги диаметрга нисбатан 0,01ни ташкил этади. Ғилоф ичига ўрнатилганда вентилятордан радиаторгача бўлган оралик 80—100 мм ни, ғилоф бўлмаганда эса кўпи билан 10—15 мм ни (самарадорлик йўқолмаслиги учун) ташкил этиши керак.

Кўпинча вентилятордан ИЁДнинг иссиқлик ҳолатини ростлаб туришнинг юксак самарали воситаси сифатида фойдаланилади. Тажрибанинг кўрсатишича, ўрта минтақанинг иш шароитида атроф-муҳитнинг ҳарорати мўътадил бўлганда иш вақтининг жуда оз қисмидагина (транспорт машиналари учун 5—15 % қисмида) вентиляторни ишлатишга зарурат пайдо бўлар экан. Қолган вақтда эса уни ишлатиш ИЁДнинг кераксиз ўта совиб кетишига ва айланиш частотасининг учинчи даражасига мутаносиб тарзда қувватнинг фойдасиз ишлатилишига олиб келади. Шу сабабли, ростланадиган юритмали, суюқлик температурасини ростлаш датчиклари воситасида бошқариладиган вентиляторлар совитиш тизимида тобора кенг қўлланилаётир. Бу юритмалар суюқликнинг температураси пасайганда вентиляторнинг айланиш частотаси равои ўзгаришини (камайтишини) ёки унинг тўхташини таъминлайди.

Вентиляторлар фрикцион, электрмагнитли, гидродинамик муфталар ёрдамида ёки алоҳида электр двигатели ёрдамида бошқарилади. Гидродинамик муфталар (17.9- расмга қаранг) бурувчи моментни ўзининг ичида айланиб юрувчи мой ҳисобига узатади. Улар ИЁДнинг мойлаш тизимига ёки машина иш мосламаларининг гидроюритмали тизимига уланади. Вентилятор гупчагига бириктирилган муфта етакланувчи гилдирагининг 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 кўзғалиши ва шигов олишини ва бу билан тасмали узатманинг хизмат муддати узайишини таъминлайди. Шу сабабли улардан ҳаво билан совитиладиган ИЁД вентиляторларининг ростланадиган юритмаси учун ҳам фойдаланилади.



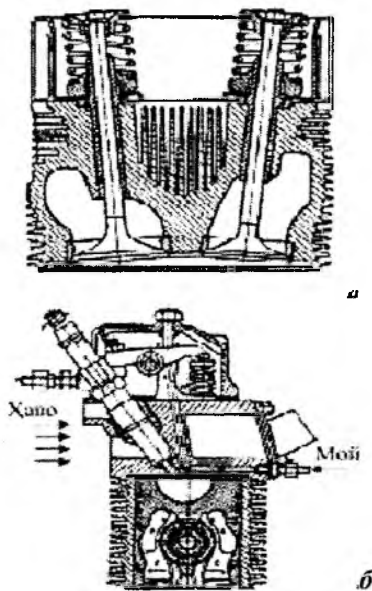
17.6-расм. Буғ-хаво клапанли радиаторнинг суюқлик қуйиш бугзи: *а*-буғ клапанининг ишлаши; *б*-хаво клапанининг ишлаши

Дренаж клапанларидан тизим ичидаги ва ташқарисидаги босимлар фарқи рухсат этилганидан ошиб кетганда совитиш тизими элементларини шикастланишдан сақлаш учун фойдаланилади. Ёпик тизимларда буғ ва хаво клапанлари қўшилмасидан иборат бўлган аралаш буғ-хаво клапани қўлланилади. Буғ-хаво клапани тўғридан-тўғри радиаторнинг юқориги резервуарига ёки тизимнинг кенгайиш бакчасига ўрнатилади. Қуйиш бугзининг ва унинг қопқоғига ўрнатилган буғ-хаво клапанининг умумий қўриниши 17.6-расмда тасвирланган. Тизимдаги ортиқча босим 20-60 кПа бўлганда буғ клапани 1 очилади ва 17.6-расм, *а* да кўрсатилганидек, буғ атмосферага чиқиб кетади. Суюқликнинг паст ҳарорати ва буғнинг сувга айланиши натижасида ички босим атмосфера босимидан пасайганда хаво клапани 2 тизимни атмосфера билан туташтиради (17.6-расм, *б*). Клапан пружинаси тизимдаги 1—4 кПа га тенг сийракланишга мўлжалланган.

17.4. Ҳаво билан совитиш тизими

Ҳаво билан совитиш тизимларида иш жисми сифатида газдан фойдаланилади. Газнинг зичлиги суюқликникидан тахминан 800 баравар, иссиқлик сиғими эса 4 баравар кичик бўлади, шу сабабли унинг иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати кўп марта кичикдир. Деталларнинг совишини жадаллаштириш учун уларнинг иссиқлик алмашилиш юзаси катталаштирилади. Бунинг учун эса ИЁД цилиндрлари ва устёпмаларига қобирғалар қилинади (17.7-расм). Иссиқликни олиб кетиш нуктаи 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 ИЁД лардагига нисбатан) тезлашади. Цилиндр устёпмасининг энг иссиқ қисми - клапанлар орасидаги соха ҳароратини

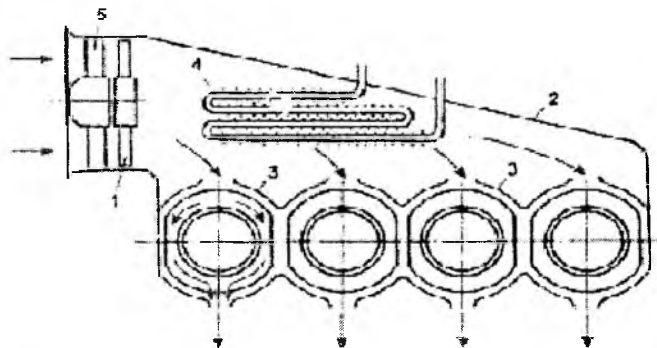
пасайтириш учун, кўпинча, насосдан махсус каналлар бўйлаб юбориладиган мой билан совитишдан фойдаланилади (17.7-расм, б).



17.7-расм. Ҳаво билан совитиладиган ИЁД нинг конструктив элементлари:
а-цилиндр устёпмаси; б-цилиндр устёпма билан биргаликда

Ҳаво ўтадиган каналлар ўлчамини тўғри танлаш, ҳаво тўхтаб қоладиган жойларни бартараф этиш, қобирғалар йўналишини тўғри танлаш деталларнинг бир текис совишига катта 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 ИЁДларда бутун иссиқликнинг 40 % гача қисми устёпмалардан, 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 патрубокларини қўшаб турган конструкция элементларида) юқори бўлади. Совитиш тизими қобирғалари асосида ўртача температура алюминий устёпмалар учун 150—200°C ни ва чўян цилиндрлар учун 130-170°C ни ташкил этади, бу эса мой ҳамда ёнишга (бензинда ишлайдиган ИЁД ларда)

нисбатан кўйиладиган талабларни ошириб юборади. Деталларнинг температураси ташқи шароит ва иш режимида кўп даражада боғлиқ бўлгани туфайли двигателнинг температурасини бир хилда тутиб турувчи тузилмаларга алоҳида эътибор берилади. Двигателнинг ҳаво билан совитиш тизимининг умумий тузилиши 17.8-расмда келтирилган. Ҳаво йўналтирувчи ёки тўғрилаб турувчи аппарат 5 билан таъминланган вентилятор 1 воситасида узатилади. Узатилаётган ҳаво ИЁДга ғилоф (кожух) 2 ёрдамида йўналтирилади. Бу ғилоф ҳаводан фойдаланиш самарадорлигини оширади. Цилиндрлар ва каллакларни қуршаб турган дефлекторлар 3 ҳавонинг керакли жойларга узатилишини таъминлайди. Совитиш тизимидан радиатор 4 ёрдамида мойнинг температурасини пасайтириш учун фойдаланилади. Парраклар 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 ИЁДнинг иссиқлик режими бузилиши туфайли ҳаво системасининг қарчилиги ортиқ бўладиган шароитда ишлаганда катта аҳамият касб этади. Айрим ҳолларда тўғриловчи аппарат (вентилятор орқасига ўрнатилади) қўланилади. У вентилятордан сўнг ҳавонинг айланишини бартараф этади, бунинг эвазига совитиш тизимининг самарадорлиги ортади ва иш пайтида чиқадиغان шовқин бироз пасаяди.



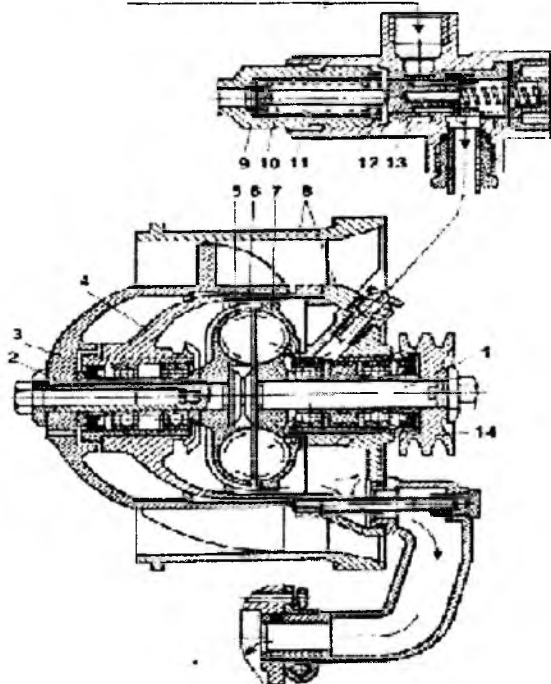
17.8-расм. Дизелнинг ҳаво билан совитиш тизимининг схемаси:

1-вентилятор; 2-кожух; 3-дефлектор; 4-мой радиатори; 5-йўналтириш апарти

Итариб киргизувчи вентиляторлари бўлган кенг тарқалган тизимдан фаркли ўлароқ (17.8-расм), баъзи ҳолларда ИЁДнинг ҳаво трактидан чиқиш жойига ўрнатиш сўрувчи вентиляторлари бўлган тизимдан фойдаланилади.

Бу ҳолда двигател қисмларининг бир текис совиши яхшиланади, аммо вентиляторни юргизишга энергия сарфи ортади, чунки у кенгайиш туфайли кўпроқ ҳажмдаги ҳавони ўтказади. Ҳаво билан совитиладиган ИЁД 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 гулчаги 3 га маҳкамланган турбина гилдираги 5 нинг тезлиги катталашади. ИЁДнинг температурасини ростлаш учун баъзан мотор бўлинмасининг панжарасидаги кожухнинг ташлама пардасидан фойдаланилади ёки мой радиатори термик бошқарилувчи клапан воситасида узиб қўйилади.

Мойлаш системасидан

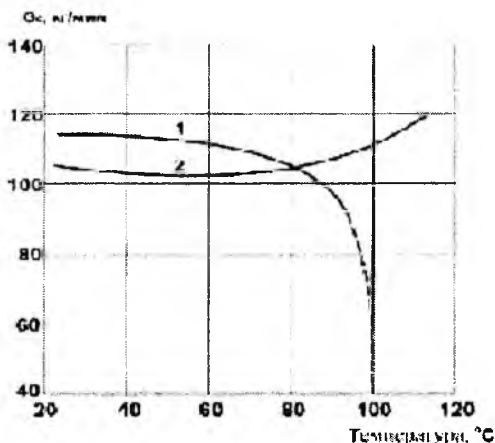


17.9-расм. Гидродинамик муфтали вентилятор:

1-гидромуфтанинг этакловчи ваги; 2-этакловчи вал; 3-вентиляторнинг иш гилдираги; 4-копқоқ; 5- гидродинамик муфтанинг турбина гилдираги; 6-кожух; 7-насос гилдирак; 8-йўналтириш апарати; 9-сезгир элемент; 10-шток; 11-термостат корпуси; 12-золотник; 13-втулка; 14-шків

17.5. Ўрта Осиё регионни шароитда совитиш

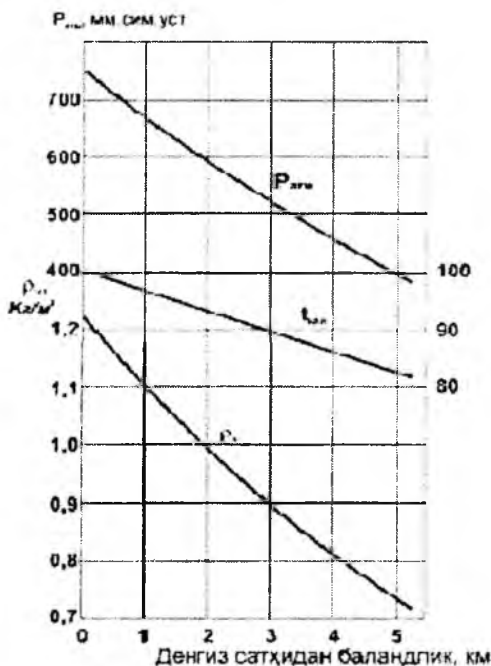
Ўрта Осиё регионининг ўзига хос табиат-иқлим шароити ИЁДнинг иши, кўрсаткичлари ва ишончилиги совитиш тизими орқали энг кучли таъсир кўрсатади. Ёзда атроф ҳавосининг ҳарорати юқори бўлиши ва қуёш радиацияси тўғридан-тўғри тушиши деталларнинг температураси кўтарилишига ҳамда радиаторнинг ҳам, бевосита двигател ташқи деворларининг ҳам совиши ёмонлашишига сабаб бўлади. Оқибатда қувват камаяди, ёнилғи тежамкорлиги камаяди, узеллари кизиб кетиб, уларнинг иши бузилади, деталларнинг мойланиши бузилади. Совитиш тизимидаги 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).



17.10-расм. Насос иш умумининг суюқлик температурасига боғлиқлиги:
1-суб; 2-этиленгликол

Регионнинг аксарият сув ҳавзалари ва манбаларидаги сув қаттиқ бўлганидан, машиналарни ишлатиш жараёнида уларга тез-тез қўшимча сув қуйиб туриш тош (накип) ҳосил бўлишини тезлаштиради, бу эса ИЁДни совитишнинг янада кўпроқ бузилишига олиб келади. Шунини айтиб ўтиш кифояки, тизим юзаларидаги 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 тизимга сув қуйишдан ёки қўшимча сув қуйишдан олдин сувни кимёвий усуллар билан юмшатиб олиш ҳамда унга

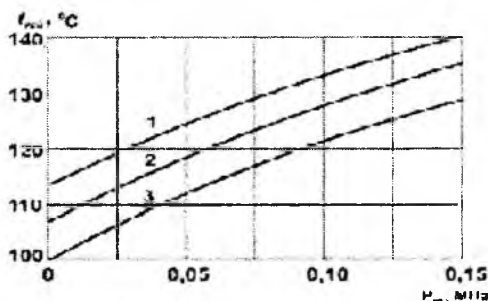
магнит билан ишлов бериш зарур. Бу тадбирлар тош ҳосил бўлишига тўскинлик қилади. Сувга тош ҳосил бўлишига қарши қўшил-малар; натрий гексаметафосфат (5-6 мг/л ҳисобида), тринатрийфосфат ёки супер-фосфат (10-12 мг/л) ва калийли хромпик (3-5 мг/л) қўшиш ҳам яхши натижалар беради. Калийли хромпикдан фойдаланилганда эҳтиёт чораларига амал қилиш керак, чунки у захарлидир. Шу нуқтан назардан, ёпиқ совитиш тизимлари катта афзалликларга эга, чунки улар суёқликнинг буғланиб исроф бўлиши камайишини таъминлайди ва кавитация эҳтимоллигини камайтиради. Аввал айтиб ўтганимиздек, тизимларда дистилланган сувдан фойдаланиш тош ҳосил бўлишининг олдини олади. Ёпиқ тизимларда қайнаш температураси юқори бўлган совитиш суёқликларидан фойдаланган маъқул.



17.11-рasm. Сувнинг қайнаш температураси ва ҳаво кўрсаткичларига денгиз сатҳидан баландликнинг таъсири

Регион шароитида ИЁДнинг совишини ёмонлаштирувчи муҳим омил суёқлик 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. Сууюқлик билан совитиш тизими радиатори чанг билан ифлосланганда хатто ташқи хавонинг 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 бўғлари чиқадиган жойларда қаттиқ қатламлар ҳосил бўлиб, улар деталларнинг совитишини пасайтиради ҳамда уларнинг иссиқлик ҳолатини бузади. Шу сабабли машиналар серчанг шароитда ишлатилганда ИЁД совитиш тизимининг ташқи сиртларини ҳар куни ювиб ва тозалаш туриш лозим. Сууюқлик билан совитиш тизимига қўшимча сув қуйиш учун табиий манбалардан олинган сувдан фойдаланиладиган бўлса, машиналарга йилда икки марта мавсумий хизмат кўрсатиш ҳамда тошни йўқотиш учун тизим ва радиаторни ювиб тозалаш мақсадга мувофиқдир.



17.12-рasm. Сууюқлик қайнаш температурасининг совитиш тизимидаги босимга боғлиқлиги: 1 - антифриз-60; 2 - антифриз-40; 3 - сув

Тоғ шароитида ишлаганда атмосферанинг сийракланганлиги ҳаво билан совитиладиган двигателлар деталларининг совитиш тезлигини сусайтиради. Натижада двигател ўта қизиб кетади, бу эса иш жараёнининг кўрсаткичлари ўзгариши оқибатида ИЁД кўрсаткичларини янада ёмонлаштиради. Очiq тизимли, сууюқлик билан совитиладиган ИЁДларда бунга қайнаш температурасининг пасайиши ҳам келиб қўшилади, бу эса маҳаллий ўта қизиш ва кавитация ҳодисаси туфайли энг мақбул иссиқлик режимини ҳамда сууюқликнинг айланиб юришини бузади (17.11-рasm). Шу сабабли, тоғ шароитида ишлаганда ички босими оширилган ёпиқ совитиш тизимларидан фойдаланган маъқул (17.12-рasm). Аммо, бу ҳолда ҳам ИЁД ни совитиш билан боғлиқ бўлган қийинчиликлар сақланиб қолади, чунки стандарт буг клапанлари ичкаридаги ва ташқаридаги босимлар фарқининг муайян қийматиға мўлжалланган бўлади. Бу клапанлар тоғ шароитида атмосфера ҳавосининг сийракланганлиги туфайли сууюқликнинг пастрок

температурасида ишлаб кетади. Натижада суюқликнинг ички босими ва қайнаш температураси пасаяди. Тоғ шароитларида суюқлигининг қайнаш температураси юқори бўлган ёпиқ совитиш тизимларидан 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 тизимининг 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 тизими билан жиҳозланган ИЁД билан ускуналанади. Деталларнинг совитиш жадаллигини ошириш учун иссиқтик алмашиниш юзаси катталаштирилган радиаторлар, шунингдек ўлчамларини ёки айланиш частотасини катталаштириш ҳисобига иш унуми оширилган вентилятор ва насослар қўлланилади.

18-БОБ. ҲАВО УЗАТИШ ТИЗИМИ

18.1. Умумий маълумотлар

Ҳаво узатиш тизимининг асосий вазифаси ҳавони цилиндрларга 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 қўйилишига сабаб шуки, киритиш тактида янги заряднинг босими пасайиши ва ҳарорати кўтарилиши ИЁДнинг қувватини камайтиради ҳамда унинг ёнилги тежамкорлигини ёмонлаштиради (9-бобга қаранг). Тизим асосий вазифасини бажаришдан ташқари, киритиш тактида чиқадиган шовқинни сўндиради. Бу ҳақда 11-бобда айтиб ўтилган эди. Кўриб чиқилаётган туркумдаги ИЁДларда атмосфера ҳавосини ифлослантиргичларнинг асосий таркибий қисми йўл чангидир. У цилиндрлар, ичига кириб боради ва деталлар (поршен, унинг ҳалқалари ва цилиндрнинг кўзгудек сирти) нинг абразив ейилишига асосий сабабчи бўлади. Чанг ИЁДнинг киритиш ва чиқариш тизимлари орқали ўтиб, клапанларнинг зичловчи сиртлари ва уларнинг йўналтирувчи втулкалари ейилишига сабаб бўлади, бу эса клапанларнинг беркилиш зичлиги бузилиб, турли хил ёмон оқибатлар (цилиндрларда компрессиянинг пасайиши, клапанларнинг ўта кизиб кетиши ва куйиши, уларнинг йўналтирувчилардаги ҳаракатланувчанлиги йўқолиши) келиб чиқишига олиб келади. Босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁД ларда каттик чанг заррачалари компрессор ва турбина парракларининг емирилишига сабаб бўлади.

ИЁДдан фойдаланиш тажрибаси шуни кўрсатадики, ҳаво киритиш жараёнида ҳатто тозаланганда ҳам атроф ҳавосининг чанглилиги цилиндр-поршен 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 тозаланишига нисбатан қўйиладиган талаблар ҳам ошади ва ИЁДнинг ишини ташкил қилишда унинг роли кучаяди. Атроф ҳавосидаги чанг миқдори машинанинг иш шароитига боғлиқ равишда ўзгариб туради. Масалан, шаҳарлар ва шоссе йўлларида унинг миқдори $0,00025\text{—}0,001\text{ г/м}^3$ ни, тупроқ йўлларида $0,01\text{—}0,05\text{ г/м}^3$ ни ташкил этади, тупроқ қазих ва қишлоқ хўжалик машиналари ишлаганда, шунингдек автомобиллар ва машиналар конларида, айниқса, қуруқ иссиқ иқлим шароитида ишлаганда чанг миқдори $0,5\text{—}2\text{ г/м}^3$ га етади. ИЁД ҳаво чанг билан юқори даражада ифлосланган шароитда атиги бир иш куни мобайнида ишласа, цилиндр-

поршен группасини капитал тарзда тузатиш талаб қилинади. Ҳаво тозалаш тузилмаларидан фойдаланилганда цилиндрларга киритилаётган ҳаводаги чанг миқдори кўп марта камаяди, шунга яраша, деталларнинг ейилиши бир неча баравар камаяди. Чангнинг абразив таъсири фақат унинг ҳаводаги миқдори билан эмас, балки дисперс таркиби, яъни заррачаларининг ўлчамлари билан, шунингдек заррачаларининг қаттиқлиги ҳамда шакли, яъни қирраларининг ўткирлиги билан ҳам боғлиқ. Цилиндр-поршен группаси деталларининг ейилиши нуктаи назаридан энг хавфлиси 10-20 мкм ўлчамли заррачалардир. Бундай заррачалар ИЁД ишлаётганда узел элементлари орасидаги тирқишларга осонгина кириб боради. Мазкур заррачаларнинг ўлчами деталлар орасидаги мой қатлами қалинлигидан катта бўлади ва шу сабабли туташ юзаларга бевосита тегиб туради. Майдарок заррачалар эса сустрок ейилишга сабаб бўлади. Одатда атмосфера чанги ўлчамлари 1-50 мкм атрофида бўлган қаттиқ заррачалар мажмуидан ташкил топади. Йўл ёқасидаги ҳаво қатлами чангининг 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 миқдори учинчи даражали тескари мутаносиб тарзда ўзгариб боради, бунда заррачаларнинг дисперс таркиби ҳам ўзгаради. Энг йирик ва осон чўкадиган чанг заррачалари пастки қатламда, энг майдалари эса энг юқориги қатламда тўпланади. Аэрозол деб аталувчи 1мкм гача ўлчамли заррачалар ҳавода узок вақт мобайнида сақланиб туриши мумкин. Демак, ИЁДнинг таъминлаш тизимига ҳаво билан бирга кирувчи чанг миқдори ва унинг дисперс таркиби ҳаво олиниш сатҳига боғлиқ бўлади: ҳаво олтич қанча баланд жойлашган бўлса, чанг миқдори 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 (гусеницали) машиналар алоҳида ишлаганда ҳам, биргалашиб ишлаганда ҳам (транспортларнинг колонна бўлиб ҳаракатланиши, машиналарнинг бир-бирига яқин масофада биргаликда ишлаши) ҳавога кўп миқдорда чанг кўтарилади. Тизимга кириб қолувчи чангнинг миқдори ҳаво сарфига боғлиқ бўлиб, валнинг айланиш частотаси ортиши билан, бен-зинда ишлайдиган ИЁД ларда эса юкланиш ортиши билан (дроссел-заслонканинг очилиши катталаниши билан) ортиб боради. Мос равишда, босим остида киритиш усули қўлланилган ИЁДларда унинг киритилиш жадаллиги, яъни λ_k катталашганда тизимга кирувчи чанг миқдори кўпаяди. Замонавий ИЁД ларда, одатда, ҳавони икки босқичли тозалаш, яъни дастлабки тозалаш ва асосий филтлда тозалаш усуллари қўлланилади. Биринчи босқичда чанг

умумий массасининг кўпроқ қисмини ташкил этувчи йирик заррачалар ушланиб қолади, бунинг натижасида асосий фильтр улардан холи бўлиб, унинг чанг билан тез тўлиб қолишининг олди олинадиган ва техник хизмат кўрсатилгунга қадар (яъни конструкциясига боғлиқ ҳолда фильтрловчи элементни тозалашга ёки алмаштирилгунга қадар) бўлган хизмат муддати узаяди. Тизим ёки унинг таркибий қисмларининг ҳавони тозалаш сифати % да ифодаланувчи чанг ўтказиш коэффициенти $\varepsilon_f = \frac{\psi_2}{\psi_1} \cdot 10^2$

билан аниқланади. Бу ерда ψ_1 ва ψ_2 - мос равишда ҳаво тозалагичдан олдин ва кейин чангнинг миқдори (г/м^3). *Тозалаш коэффициенти*

$$K_m = \left(1 - \frac{\psi_2}{\psi_1}\right) \cdot 10^2 = 1 - \varepsilon_f \text{ тушунчаси ҳам қўлланилади.}$$

Тозалаш тизимининг ички гидравлик қаршилиги Δp_k унинг муҳим хусусияти ҳисобланади. Бундай қаршилиқ мавжуд бўлганда ИЁДнинг кўрсаткичлари пасаяди. Жами қаршилиқ дастлабки тозалагич, трубалар ва асосий фильтр қаршиликлари йиғиндисидан иборат бўлади. Булардан дастлабки иккитаси тизим ишлаётганда ўзгармайди. Асосий фильтр чанг билан тўлиб боргани сари унинг қаршилиги ортиб боради. Жоиз энг катта қаршилиқ $\Delta p_{ж}$ юқорида айtilган мулоҳазалар асосида чеклаб қўйилади. Қаршилиқ ана шу катталиққа етганда тизимга 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 тизим қаршилигининг катталашиб бориш имкониятидан иборат бўлиб, техник хизмат кўрсатишлар оралиғида ёки фильтрловчи элемент алмаштирилгунга қадар тизимнинг хизмат муддатини белгилайди. Бу имконият одатда ҳаво тозалагичнинг чанг сиғими сифатида аниқланади ва ё ушлаб қолingan 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

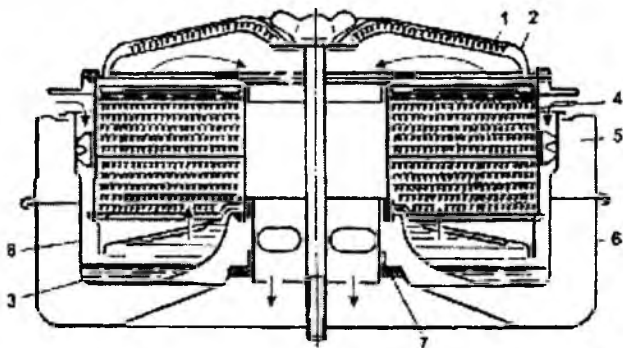
Ҳаво узатиш тизимининг асосий вазифасига қараб унинг конструкцияси кўп жиҳатдан машинанинг вазифаси ва иш шароитига боғлиқ бўлади. Умумий ишларга мўлжалланган авто-мобиллар ички ёнув двигателлари учун ҳаво тозалагичлар асосан капот остида жойлаштирилади ва ҳаво

бевосита мотор бўлинмасидан олинади. Бу ҳолда ҳаво тозалагичнинг шакли, жойлашиши ва конструкциясининг ўзига хос хусусиятлари авто-мобилнинг умумий компоновкасига мослаштирилади. Зўриққан иш режими ва серчанг шароитда ишлашга мўлжалланган машиналарда (йўл автомобилларидан ташқари ва ўзигағдарар машиналар, тракторлар, йўл қуриш, тупрок қазииш ва қурилиш машиналари) ҳаво тозалагичлар ташқарида, ер сатҳидан анча баландда, ҳавонинг кам чангланган қисмида жойлаштирилади. Ҳаво тозалагичнинг ўзига хос конструкцияси ёки химоя соябонлари кираётган ҳавода муаллақ ҳолатда бўлган чангнинг тўғридан-тўғри цилиндрга тушишининг олдини олади. Бунда ҳаво кириш тешигини ҳам химоя қилиш зарур. ИЁДга чанг киришининг камаийишида 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 тизимдан чиқарилувчи ишлатилган газларнинг эжектрловчи (сўрувчи) ходисасидан фойдаланилади. Биринчи босқичдан сўнг чангни сўриб олиш қўлланилганда ҳаво тозалагичнинг техник хизмат кўрсатилгунга қадар бўлган хизмат муддати 1,3-1,7 баравар узаяди. Аммо бундай тузилмалар ИЁД қувватини 1,5% га камайтиради, деталларининг иссиқликдан зўриқишини кучайтиради ва турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган двигателларда турбинанинг ишлашини бирмунча ёмонлаштиради. Шу сабабли иш шароити талабларига жавоб берсагина улардан фойдаланиш мумкин.

Инерцион ҳаво тозалагичлар. Буларда ифлослантиргичлар ҳаводан унинг йўналишини кескин ўзгартириш ҳисобига ажралади. Бунда зичлиги ҳавоникидан каттароқ бўлган чанг ва бошқа каттиқ 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 тозаланади. 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, тизим орқали ҳаво сарфи камайганда (яъни дизелларнинг тезлиги пасайганда, бензинда ишлайдиган ИЁД ларнинг эса тезлиги ва юкланиши камайганда) уларнинг чанг ўтказиш коэффициенти анчагина катталашади.

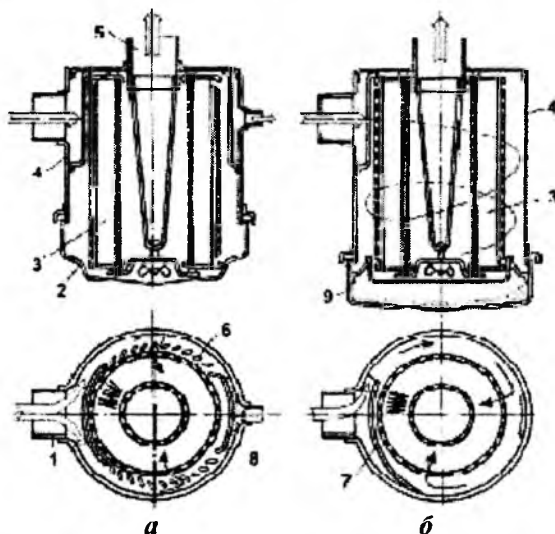
Филтрловчи ҳаво тозалагичлар. ИЁДда қўлланилувчи ҳаво филтрлари ҳўл ва курук хилларга бўлинади. Курук филтрларда филтрловчи материал сифатида сим тўр, капрон ёки сим ўрами, шиша толаси ва шу кабилардан фойдаланилади. Филтр тикмасига мой шимдирилади, шу сабабли у иш жараёнида нам ҳолатда бўлади, бу эса тозалаш сифатини оширади. Мой буғланиб қуриб қолса ёки ИЁДга 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-расм. Инерцион – мойли автомобил ҳаво тозалагичи

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 тозаланаяди. Ҳаво тозалагичга қопқоқ 2 ўрнатилган, қопқоқда эса шовкин ўтказмайдиган мослама 1 ва шовкин сўндирувчи

камера 5 бор. Бундай ҳаво тозалагичлар Россияда ишлаб чиқарилган автомобил ҳамда трактор двигателларида кенг қўлланилади ва чанги кам бўлган ҳавонинг самарали тозаланишини таъминлайди. 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 нарҳини ошириб юборади. Мазкур турдаги филтрлардан турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган ИЁДларда фойдаланиш компрессорнинг ҳаво оқими ўтадиган қисми мой билан ифлосланишига ва босим остида киритиш тизими кўрсаткичларининг ёмонлашувига олиб келади.



18.2-расм. Қурук филтр-патронли ҳаво тозалагич: *а* -чангни эжекция усулида чиқариб ташлайдиган; *б* - моноциклонли ва чанг йиғувчи мосламали

Қурук ҳаво тозалагичларнинг филтрловчи қисми бурмалан-ган ва юлдуз шаклида йиғилган пардаси бўлган олмош патрон-дан иборат. Парда махсус картон ёки синтетик материалдан ясалади. Филтр кўпинча қурук моно-ёки мультициклон билан биргаликда қўлланилади ва исталган ҳолатда ўрнатилиши мум-кин. Бу эса унинг афзалитигидир. 18.2-расмда бу турдаги ҳаво тозалагичларнинг тузилиши келтирилган. Ҳаво оқимининг пан-жара б тирқишларида кескин бурилиши инерция таъсирида чангнинг ажралишини таъминлайди (18.2-расм, а). Кейин чангни ишлатилган газларнинг эжекцион

ходисасидан фойдаланиб патрубок 8 сўриб олади. 18.2-рasm, 6 дан кўриниб турибди-ки, корпус 4 да ҳаво моноциклон экрани воситасида айланма ҳаракатланади. Ҳаво асосий филтър 3 га патроннинг четки девори орқали ўтади. ИЁДга 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 ўларoқ (уларда кичик айланиш частотасида чанг ўтказиш коэффициенти 4,6 - 6% гача ортиб кетади), ҳаво сарфига кам боғлиқ бўлади. Техник хизмат кўрсатиш чоғида курук элементлар пуфлаб тозаланади ёки ички қаршилиги жоиз чекли кийматга етганда алмаштирилади. Шу туфайли уларга хизмат кўрсатиш нархи ҳўл ҳаво тозалагичларникига қараганда 8 мартагача арзонлашади. Серчанг шарoитда ишлаганда ҳавонинг юқори сифатли тозаланиши цилиндр-поршен группаси деталларининг ейи-лишини 50—60% гача камайтиради. Ана шу афзалликлари туфайли курук ҳаво тозалагичлар ИЁДларда кенг қўлланилади.

18.3. Тизимнинг Ўрта Осиё регионида ишлаш хусусиятлари

Регионнинг иқлим ва тупроқ шарoити ИЁДдаги ҳаво узатиш тизимининг ишига кучли таъсир кўрсатади. Кўриб чиқилган атроф ҳавоси юқори ҳароратининг двигател кўрсаткичларига ёмон таъсиридан ташқари, бошқа камчиликлар ҳам бор. Масалан, инерцион-мойли ҳаво тозалагичдан фойдаланилганда ҳаво узатиш тизими элементларининг кизиши мойнинг буғланишини ва унинг цилиндрларга кириб боришини тезлаштиради, натижада цилиндрларга чанг кириши қўлаяди. Регионнинг курук исик 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 тран-спортлар ишлаётган пайтда ҳавонинг чанглилик даражаси 3-5 г/м³ га этади. Ўрта Осиё регионидаги аксарият районларда чангнинг таркиби инерцион ва циклонли дастлабки тозалагичлар билан ёмон ажратиладиган майда заррачалар (10 мкм гача) миқдори кўплиги билан фарқ килади. Бу ҳол асосий филтърларнинг 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 каттик кварц заррачаларидан ташкил топади. Бундай чанг ҳаво тозалагичлар ва тизимнинг нозич жойлари орқали цилиндрларга кириб, цилиндр-поршен группаси деталларининг тез ейилишига сабаб бўлади. Натижада улар ўрта

минтаканинг кам чанг шароитига нисбатан 2 мартадан кўп тезроқ ейилади. Бу ҳол ИЁДга 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 окибатларга 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- Б О Б. ИШОНЧЛИЛИК ВА ХИЗМАТ МУДДАТИ

19.1. Умумий маълумотлар

Транспорт машинаси юкори самара билан ва унумли ишлашининг зарурий шарти унинг ишончли ишлашидир. Машинанинг ишончлилиги дейилганда унинг муайян вақт ичида ёки талаб этилган хизмат муддати давомида ўзининг иш кўрсаткичларини кўзда тутилган чегараларда саклаган 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 ишончлилики даражасига боғлиқ. Машинанинг ишончлилиги энг аввал унинг сифати, кўзда тутилган ишларни муайян иш шаронтида бажаришга мослаштирилганлиги билан, шунингдек фойдаланиш чоғида техник хизмат кўрсатиш ва тузатишни ташкил қилишнинг ва амалга оширишнинг мукамаллиги билан белгиланади. Транспорт машиналарининг ишончлилиги ишлаб чиқариш жараёнида ҳам, улардан фойдаланиш чоғида ҳам таъминланади. Йўл ва иқлим шароити, шунингдек машиналарнинг иш режимлари ва зўриқиб ишлаши уларнинг ишончлилигига таъсир қилувчи муҳим иш омилларидир. Энергия манбаи ҳисобланган ИЁД машинанинг иш қурилмаларини ҳаракатга келтиради, шунинг учун унинг техник ҳолати ва ишлаш қобилияти бутун машинанинг ишончлилигини белгилайди.

Двигателнинг қувват жиҳатидан кучайтириб борилиши ва металл сарфининг камайтириб борилаётганлиги муносабати билан двигателнинг ишончлилигини таъминлашнинг долзарблиги узлуксиз ошиб бормоқда. Ҳозирги вақтда бу — айниқса трактор парки учун энг ўткир муаммолардан бири бўлиб қолмоқда, чунки заводлар қуввати ва тузатишга ҳамда эҳтиёт қисмлар тайёрлашга материаллар сарфи янги ИЁДлар ишлаб чиқаришга сарфланадиган ишлаб чиқариш қуввати ҳамда уларни тайёрлашга сарфланадиган материаллар билан баробардир.

Двигателларнинг ишончлилигига 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 мустаҳкамлигини оширишга, уларнинг юкланишини чеклашга, иссиқликдан зўриқишини камайитиришга ёки иссиқликка чидамлилигини оширишга, сиртларининг ейилишини ва ишқаланишдаги исрофларни камайитиришга, элементларнинг коррозия ва кавитация таъсирида емирилишининг олдини олишга, динамик

ва титров юкланишларини чеклашга, ҳаво, мой ҳамда ёнилғининг тозаланишини яхшилашга, деталларнинг мойланиш сифатини оширишга имкон беради. ИЁДнинг ишончлилигини оширишда иш жараёнини солаш, шунингдек ИЁД ишининг энг яхши ростланишларини ва кўрсаткичларини танлаш катта аҳамият касб этади. Детал ҳамда узелларнинг ишончлилиги муайян шароитга яқинлаштирилган шароитда махсус курилмаларда юкланилганда улар ўзини қандай тутишини ўрганиш, ИЁДларни, 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 камайитиришга, шунингдек машиналарнинг планда назарда тутилган тўхтатиб қўйилишларини ва кўзда тутилмаган тўхтаб қолишларини камайитиришга қаратилган. Фойдаланиш жараёнида машиналарнинг ишончли ишлаши ўз вақтида ва сифатли техник хизмат кўрсатиш, шунингдек яхшилаб тузатиш ҳамда техник шартларда ва фойдаланишга доир талабларда кўзда тутилган ёнилғи-мойлаш материаллари ишлатиш орқали таъминланади.

19.2. Ишончлилиқнинг асосий тушунчалари

Машиналарнинг ишончлилиги кўп қиррали тушунча бўлиб, у машинанинг бузилмасдан ишлаши, хизмат муддати, тузатишга яроқлилиги ва сақланувчанлиги билан ифодаланади. Ишончлилиқка оид атамалар (терминлар) стандартларда кўрсатилади.

Бузилмасдан ишлаш — машина (ИЁД)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 вазибаларни техник ҳўжатлар талабларида белгиланган кўрсаткичлар билан бажаради. Ишламай қолиш тушунчаси ишлаш қобилиятининг ихтиёрсиз равишда тўлиқ ёки қисман йўқотилиши билан боғлиқдир. Ишламай қолиш оқибатида двигател тузатиш ёки ростлаш учун тўхтатилади. Ишламай қолиш кутилган (масалан, ейилиш туфайли) ёки кўпинча тасодикий, кўзда тутилмаган бўлиши мумкин. Тасодикий ишламай қолишларга деталларнинг синиши, қадалиб қолиши, бирикмалар зичлигининг бузилиши ва шу қабилар 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 деталларининг батамом ейилиши ёки синиши оқибатида бундан кейин ишлатиш мумкин эмаслиги билан, ёхуд иш кўрсаткичларининг замон талабларига мос келмай қолиши (эскириши) билан аниқланади.

ИЁДларга татбиқан хизмат муддати тушунчаси ўрнига *ресурс* тушунчаси, яъни мотосоатларда (ёки автомобиллар учун ўтилган йўл километрларида) ўлчанувчи ишлаш муддати тушунчаси қўлланилади. Ресурс тўлиқ (ИЁД фойдаланишдан олингунга қадар) ёки қисман (чунончи, капитал тузатишга қадар, капитал тузатишлар оралиғидаги) бўлиши мумкин. Ҳатто бир хил моделдаги фойдаланилаётган ИЁДлар заводда тайёрланиш сифатига, иш шароитига, 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 яроқлилик - машиналар (ИЁДлар) нинг ишламай қолиш ва носозликларнинг олдини олишга, топишга ва бартараф этишга мослашганлиги. Тузатишнинг меҳнат сарфи ёки унинг нархи тузатишга яроқлилик кўрсаткичлари бўлиши мумкин. Двигателнинг тузатишга яроқлилиги унинг конструкциясига ҳам, ишлатиладиган жойда техник хизмат кўрсатиш ва тузатишнинг ташкил қилинишига ҳам боғлиқ бўлади.

Сақланувчанлик — машина (ИЁД)ларнинг ўз иш кўрсаткичларини хужжатларда белгиланган муддатлар давомида сақлаб туриш хусусияти.

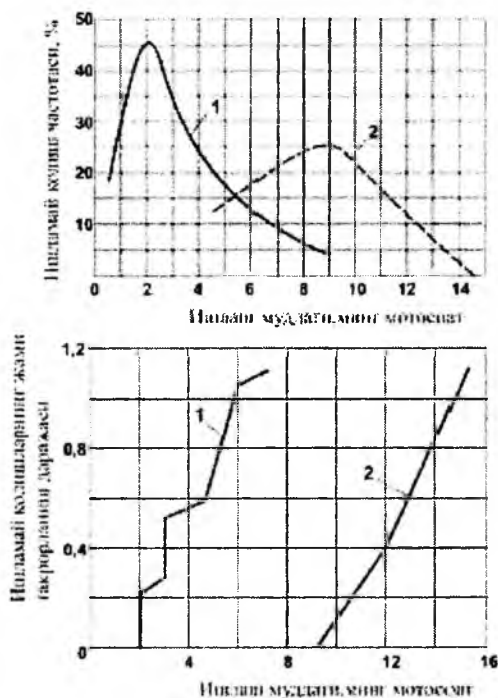
19.3 Хизмат муддати

Тайёрловчи заводлар томонидан таъминланадиган замонавий ИЁДларнинг ресурси (улар нормал шароитда ишлатилганда) 6—10 минг мотосоат ишни ташкил қилиши мумкин.

Двигателларнинг зўриқиб ишлаши тобора ўсиб бораётганлигига қарамай, заводлар уларнинг ресурсини янада оширишга муваффақ бўлмоқда. Нормал ишлатиш дейилганда двигателни сақлаш, унга техник

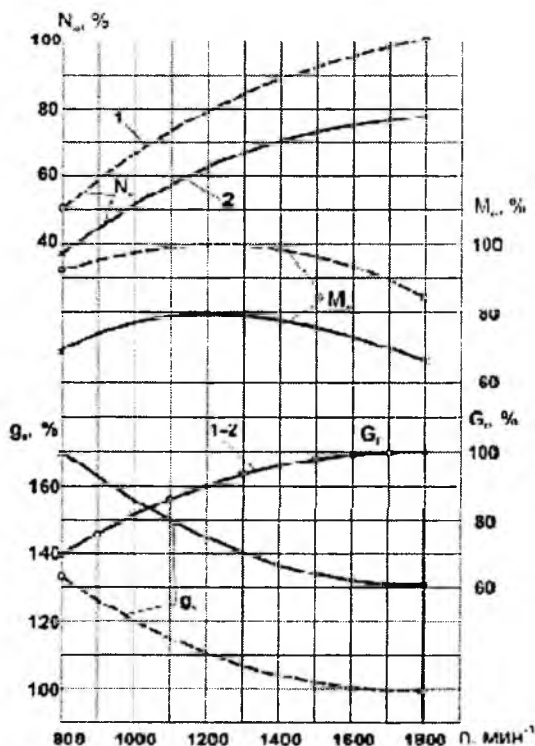
хизмат кўрсатиш ва ҳолатини текширишга доир инструкцияларга катъий амал қилиш, ишларни, шу жумладан, тузатиш ва ростлаш ишларини малакали бажариш, машиналардан фойдаланиш шароитининг ИЁДни яратишда белгиланган нормаларга мувофиқлиги тушунилади. Машиналар оддий шароитда ишлатилганда улар ишлининг ўзига хос хусусиятлари, маҳаллий табиат-иқлим шароити, техник ҳолатини мунтазам равишда назорат қилиб бормаслик, техник хизмат кўрсатиш ва тузатиш ишларининг паст савияда ўтказилиши - қўпинча, атиги 2,5—2 минг мотосоат ишлаганидан сўнг капитал тузатишга топширилади, фойдаланиш жараёнида эса қутилмаган ишламай қолишлар ва бузилишлар оқибатида қўп вақт бекор туриб қолади.

19.1-расмдаги графиклар оддий ишлатишдаги ишламай қо-лишга доир эгри чизиқлар фойдаланиш бошидагидан (яъни ресурсдан) камрок 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, ИЁД ресурсининг камайишига деталларнинг, биринчи галда, цилиндр-поршен группасининг тез ейилиши сабаб бўлганлигидан далолат беради. Ейилиш натижасида деталларнинг мустаҳкамлиги ва бикрлиги пасаяди, юзаларининг геометрик шакли ва сифатлари ўзгаради, туташмалардаги тир-қишлар 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, тизимлари ва умуман двигателнинг ишига таъсир кўрсатади.



19.1-расм. D-54 (а) ва D-37 (б) дизеллар бузилмасдан ишлаш хусусиятининг вақт бўйича ўзгариши

Ташқи томондан караганда, ИЁДнинг ейилиши кўрсаткичларнинг тобора ёмонлашиб боришида (9.12 ва 19.2-расмларга қаранг), иш вақтида машинанинг иш унуми камайиб, мой сарфи кўпайиб, шовқин чиқариши ва титраши кучайиб, захарли моддалар чиқиши зиёдлашиб, ишламай қолишлар частотаси ортиб, фалокатга олиб келувчи бузилиш (синиш)лар хавфи ортиб боришида намоён бўлади. Буларнинг ҳаммаси ИЁДдан фойдаланишни тўхтатиб, уни капитал тузатишга юборишга мажбур қилади.



19.2-расм. Янги (1) ва ёйилган (2) D-37 дизели кўрсаткичларини тезлик
характеристикаси бўйича таққослаш

19.3.1. Ёйилишлар

ИЁДнинг иш жараёнида, хатто деталлари тегишлича мойланган бўлса ҳам, ўзаро ва ташқи муҳит билан таъсирлашиши натижасида улар ёйилади. Ана шу ўзаро таъсирлашув хусусиятига қараб, ёйилишнинг бир неча турлари: механик, молекуляр, кимёвий, электр ва иссиқлик таъсирида ёйилишлар бўлади. Улар бир-бири билан қўшилишиб, ИЁДнинг бирор узели ва қисмларига хос бўлган бошқа ёйилишларни келтириб чиқариши мумкин. Энг кўп учрайдиган ёйилиш турларини келтирамыз.

Механик ёйилиш деталларга юклантирувчи куч ишқаланиш иштирокида таъсир этганда юзага келади. Бундай ёйилишнинг бир тури абразив ёйилиш бўлиб, у ҳаво, мой, ёнгилги билан бирга кирувчи бегона зарралар ишқаланувчи юзалар орасига тушиб қолганида вужудга келади. Ишқаланувчи юзаларнинг ёйилиш 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 каттиклиги юқори бўлганда юзаларнинг абразив ейилиш жадаллиги соф механик ишқаланишли юзаларникига нисбатан анча зиёдлашади. Агар каттик ва юмшоқ деталлар бир-бирига тегадиган бўлса, каттик абразив зарралар юмшоқ деталлар сиртига ботиб кириб уни «тирнайди» ва бундан каттикрок юзани ҳам ейилтиради. Механик ва абразив ейилишда сиртидаги чиқиб турган микроэлементлар кўп қарра деформацияланиши ёки каттик зарралар уни қирқиши натижасида толиқиши оқибатида металл емирилади.

Механик ейилиш ейилишнинг алоҳида тури бўлиб, у металлнинг толиқиб емирилиши ва уваланишига сабаб бўлади. Юқланишнинг тез-тез ўзгариб туриши туфайли металлнинг толиқиши натижасида иш сиртининг уваланиши ўзак ва шатун подшипникларининг вкладишларида кузатилади. Механик ейилиш цилиндр-поршен 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 ИЁД ларда тирсакли валнинг айланиш частотаси кичик бўлганда ва етарли мойланмаганда, масалан, ишга тушириш вақтида, мой пардаси тирқишдан сизиб чиқиб кетганда рўй беради. Узеллари ёки ИЁДнинг ўзи қизиб кетганда, яъни ҳарорат кўтарилиши оқибатида мой пардаси емирилиб, металл юзаларнинг каттиклиги 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.

Коррозия-механик ейилиш деталнинг метали газ билан ёки ташқи муҳит суюқлиги билан ўзаро таъсирлашуви натижасида юзага келади. Ҳосил бўлган кимёвий бирикмаларнинг мустаҳкамлиги паст бўлганидан улар юқланишлар таъсирида емирилади ва механик йўл билан йўқотилади. Металлнинг ҳаво кислороди билан оксидланиши энг кўп учрайдиган мисолдир. Бундай ейилиш жараёни агрессив моддалар — ёнилғи маҳсуллари, олтингугурт 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 ҳисобиға потенциаллар фарқи, турли қисмларда босимлар ўртасидаги фарқ, турли металллар контакти ва ҳоказо) бу электролитлар электрохимёвий коррозия туфайли металлларнинг емирилишиға сабаб бўлади. Деталларнинг ҳарорати кўтарилганда коррозия жараёнлари тезлашади. Бундай ейилиш цилиндр гильзасининг, поршеннинг, газ таксимлаш механизмлари клапанларининг юқори қисмиға хосдир.

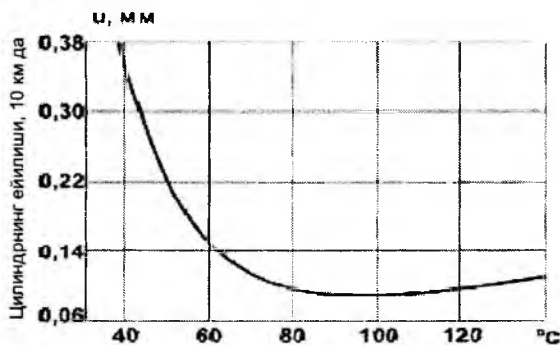
ИЁДнинг баъзи қисмлари, масалан, чиқариш коллекторлари ва трубалари, клапанларнинг очик сиртлари, найлар, ёнилғи тизимининг элементлари газ ёки суюқлик таъсирида занглаши мумкин. Двигателнинг ҳам ташқи, ҳам ички деталлари (чунончи, цилиндрнинг кўзгусимон сирти) ИЁДни саклаш қоидалари бузилганда ҳавода, айниқса, нам иштирокида оксидланиши натижасида ҳам занглаб шикастланиши мумкин. Тажрибанинг кўрсатишича, двигател 6—18 кун мобайнида ишламай турганида унинг занглаб ейилиши 6—8 соат ишлагандаги умумий ейилишиға тенг бўлар экан. Деталлар электр разрядларнинг тўғридан-тўғри таъсир этиши натижасида ҳам ейилади. Электр разрядлари ўт олдириш тизими узгичининг ва релеларнинг контактлари, свечалар ҳамда таксимлагич электродлари, таксимлагич роторининг пластинкаси, электр тизими контактларининг сиртларига таъсир этади. Бунга уларнинг бирикиш жойлари зич эмаслиги сабаб бўлади. Иссиқликдан ейилиш ва емирилиш поршен тубининг ва цилиндрлар устёпмасининг, ёниш камераси кирраларининг олов тегадиган сиртлари учун хосдир. Кўп ҳолларда ИЁДнинг бир хил деталлари ейилишнинг бир неча туриға дучор бўлади. Бу ейилишлар бир-бириға қўшилиб, ейилишни жадаллаштиради. Бироқ, ҳатто ейилишнинг турли хиллари биргаликда таъсир кўрсатганда ҳам, деталнинг ейилиши ва хизмат муддатини белгилловчи асосий ейилиш тури ажратиб кўрсатилади.

19.3.2. Иш шароитининг таъсири

ИЁДдан фойдаланиш давомида вақт ўтиши билан детал ва узеллар ейилиш жараёнларининг ривожланиб бориши кўп жиҳатдан иш омилларига боғлиқ бўлиб, тегишли шартларға риоя қилинганда бу жараён секинлашиши мумкин.

Ишнинг иссиқлик режими. ИЁДнинг ҳарорати деталларнинг ейилишиға катта таъсир кўрсатади. Ҳарорат паст бўлганда узеллар ва подшипниклар орқали мойнинг сиқилиб чиқиши ёмонлашади ва унинг ишқаланувчи деталларға, айниқса энг кўп юкланиш тушадиган туташмаларға узатилиши

кийинлашади, натижада юзаларнинг ейилиши тезлашади. Ейилишига цилиндрлар деворларида ёнилғи бугларининг суюқликка айланиши, шунингдек ёнилғи чала оксидланиши оқибатида совуқ юзаларда кимёвий актив махсуллар пайдо бўлиши (натижада коррозия ёйилиш тезлашади) сабаб бўлади. Ёнилғининг буғланувчанлиги канча яхши бўлса, мой пардасининг суюлиши ва ювилиб кетиши шунча кам бўлади. Бензиннинг ҳайдалиш охиридаги ҳарорати кўтарилиб боргани сари учкундан ўт олдириладиган ИЁД цилиндри девори юкори қисмининг ейилиши прогрессив тарзда ортиб боради. Ёниш махсуллари ва атмосфера ҳавосидан сув ажралиши металлларнинг кимёвий ва электрокимёвий емирилишини жадаллаштирувчи қўшимча омилдир. Тажрибанинг кўрсатишича, ИЁД ишлаганда совитиш суюқлигининг ҳарорати 30°C бўлганда, масалан, совуқлайин ишга тушириш даврида цилиндр гильзаси оддий иш ҳароратида ишлагандигидан 5-6 барабар кўп ейилиши мумкин экан. Двигател қишда ишлаганда, ҳаво билан совитиш тизими қўлланилганда эса - кичик юкланиш билан ишлаганда, двигател трансмиссиядан узиб қўйилган ҳолатда ҳаракатланганда ва кучли шамол эсиб турганда унинг ҳарорати пасайиши мумкин. Цилиндр деворининг ейилиши билан совитиш суюқлиги ҳарорати ўртасидаги ўзаро боғлиқлик тасвирланган 19.3-расмдан кўриниб турибдики, 85—115°C оралиқдаги ҳароратда ейилиш энг кам бўлар экан. Бу ҳол ИЁДнинг хизмат муддатини узайтириш нуктаи назаридан ҳам, берилган иссиқлик режимини бир текис тутиб турувчи совитиш тизимини ўрнатиш зарурлигидан далолат беради.



19.3-расм. Цилиндр ейилишининг совитиш суюқлигининг температурасига боғлиқлиги

Ҳароратнинг энг макбул оралиқдан ортиб кетиши ҳам салбий оқибатларни келтириб чиқаради, яъни мой пардасининг кўтариб туриш

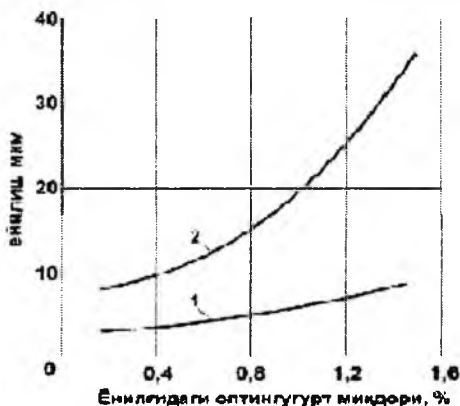
кобилиятини пасайтиради, уни узади ва чегаравий ва ҳатто куруклайин ишқаланишни юзага келтиради. Юкори хароратнинг ейилишга салбий таъсири қўлланиладиган мойнинг сифати - мойилиги ва қовушқоклигига боғлиқ. Двигател деталларининг ўта қизиб кетиши юзаларнинг илашиб қолишга мойилигини кучайтиради; бунга юзаларнинг мойланиши ҳам, узеллардаги тирқишлар ўзгариши ва материалларнинг каттиқлиги ўзгариши ҳам сабаб бўлади.

Ишга туширилгандаги шароит. ИЁД совуклайин ишга туширилганда ёнилғи бугларининг суюқликка айланиб мой пардасига тушиши ва қовушқок мойнинг ишқаланувчи узелларга узатилишининг қийинлашуви туфайли ейилишнинг жадаллашуви ишга туширишни ташкил қилишнинг ўзига хос хусусиятлари 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 тўзителиши билан, яъни йирик суюқ томчиларнинг борлиги билан қўшилиб кетади. Буларнинг ҳаммасига ишга туширишда чакнашларнинг бўлмаслиги ҳам қўшилади, натижада цилиндрларга суюқ ёнилғи узатилиши ва унинг деворларга тушиши қўпаяди.

Иш тугагач, иссиқ ИЁД тўхтатилгандан сўнг, исиган 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. ИЁД 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 ИЁД ишламай турган даврда сувга айланган сув бугларининг кимёвий таъсири натижасида коррозия-механик ейилиш ҳам ҳосилдир. Кузатишларнинг кўрсатишича, бир марта совуклайин ишга тушириш ИЁДнинг одатдаги хароратда тўлиқ юкланиш билан 10 соат ишлаганида бўладиган ейилишларга тенг ейилишларни келтириб чиқарар экан. Ишга тушириш олдиан ИЁДни қиздириш ва ишлатилгандан олдин юкланишсиз айлантатириш йўли билан бу салбий оқибатлар қамайтирилади.

Ёнилғида олтингугуртнинг мавжудлиги. Ёнилғидаги олтингугурт бирикмалари металлларнинг коррозияланишини ва кимёвий ейилишини жадаллаштиради. Бензинларда олтингугурт миқдори кам бўлади, ва стандартлар томонидан қатъий чекланади, шу сабабли кўриб чиқиладиган

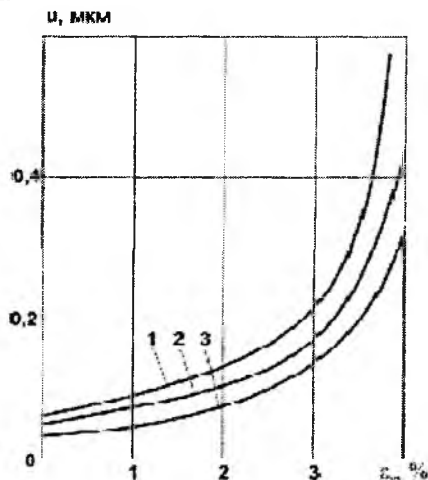
омилнинг таъсири дизеллар учун энг долзарб масаладир. ГОСТ 4749—73 га кўра, кам олтингургутли дизел ёнилғиларида олтингургут миқдори 0,2% дан, ГОСТ 305—73 га биноан эса олтингургутли ёнилғиларда у 0,5% дан ошмаслиги керак. Металлларнинг коррозия эмирилиши нуқтаи назаридан, CH_3SH бирикмалар кўринишидаги меркаптанли олтингургут энг актив ҳисобланади. Шу боис стандарт ёнилғиларда унинг миқдори 0,01 % дан ошмайди. Таркибида актив ва активмас олтингургут бўлган ёнилғилар ёнганда ёниш маҳсулларида кучли коррозияловчи таъсирга эга бўлган турли хил олтингургут 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.



19.4-расм. Д-54 дизел цилиндрни ёйилишининг ёнилғидаги олтингургут миқдорига боғлиқлиги: 1-сув температураси 75-80 °C булганда; 2-сув температураси 33-35 °C булганда

Олтингургут 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 ИЁД ҳароратининг деталларнинг ёйилишига таъсирини кучайтиради. Олтингургут деталларни сўхта босишига, мойнинг эскиришига, ундаги ишқор сони камайишига ҳам шароит яратади. Таркибида олтингургут бирикмалари бўлган сўхта ва кокс абразив зарралар каби каттик бўлиб, ишқаланувчи юзаларнинг соф механик ёйилишини ҳам тезлаштиради. Тажриба маълумотларининг кўрсатишича, кўп олтингургутли ёнилғилардан

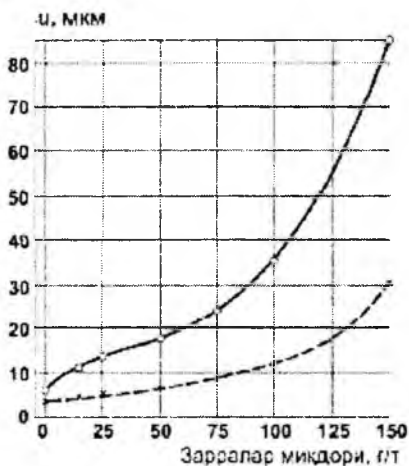
фойдаланилганда ИЁДнинг ейилиши кам олтингугуртли ёнилғиларда ишлагандагидан 1,5—2,2 марта ортиқ бўлар экан. Олтингугурт бирикмаларининг коррозия таъсирини камайтириш учун мой ва ёнилғига махсус қўшилмалар: коррозияга қарши, занглаш ингибиторлари ва шу кабилар қўшилади.



19.5-расм. Поршен халқалари ейилишининг ҳаво тозаллагичлардан ўтган чанг миқдорига боғлиқлиги: 1-биринчи халқа; 2-иккинчи халқа; 3-учинчи халқа

Атмосфера ҳавосининг чанглик даражаси. Двигател ичига кириб қолган бегона қаттиқ зарралар (асосан, табиий атмосфера чанги) келтириб чиқарувчи абразив ейилиш қўпгина омилларга боғлиқ. Бу омиллар двигателнинг конструкцияси, деталлари ва ишқаланувчи юзаларининг ейилишга чидамлилиги ҳамда ташқи бирикмалар орқали чанг киришидан ҳимояланганлигига, шунингдек цилиндрларга ҳаво киритишда унинг тозаланиш мукаммаллигига, ҳаводаги чангнинг миқдорига, зарраларнинг ўлчамлари ва физик-механик хусусиятларига боғлиқ. 19.5-расмда поршен халқалари ейилишининг ҳаво тозаллагичнинг чанг ўтказиш коэффициентига боғлиқлиги, 19.6-расмда эса ёнилғи насоси прецизион деталлари ейилишининг абразив зарралар миқдорига боғлиқлиги кўрсатилган. Бу абразив зарралар двигателга техник хизмат кўрсатиш қондалари бузилганда ёнилғига идиш бўғзи орқали ёки филтрлар орқали кириши мумкин. Абразив ейилишларнинг абсолют қиймати, улар келтириб чиқарган ишламай қолишлар частотаси ва ИЁД элементлари хизмат муддатининг қисқариши қўпгина омиллар ва муайян шароитларга боғлиқ. Умумий қонуният шундан иборатки, ишқаланувчи юзаларга қанча кам чанг кирса,

тайёрловчи завод деталларни қанчалик ейилишга чидамли қилиб ишлаган бўлса ва чанг заррачалари қанча юмшоқ бўлса, двигател узеллари ҳамда туташмалари шунча кам ейилади. Ишлаш вақтида ИЁДнинг 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.



19.6-расм. Ёнилғи насоси плунжери (1) ва втулкаси (2) ейилишининг ёнилғидаги абразив зарралар миқдorigа боғлиқлиги

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 ИЁДнинг хизмат муддатига ёмон таъсир қилиб, ейилишини барқарор тартибдагига нисбатан 1,3—1,8 барабар тезлаштиради. Бу ҳол двигател ишининг иссиқлик режими, мойланиш шароитининг бузилиши, деталларга қўйиладиган кучлар динамикасининг ортиши, цилиндрлардаги иш жараёнининг ёмонлашуви билан боғлиқ. ИЁДнинг тезлиги ошганда ишқаланиш қуввати ортиши ва вақт бирлиги ичида атмосфера ҳавоси билан бирга цилиндрларга кирувчи чанг миқдори кўпайиши туфайли унинг ресурси камаяди.

Двигател деталларининг ейилишини ва хизмат муддатини белгиловчи иш билан боғлиқ муҳим омил унга техник хизмат кўрсатиш сифатидир. ИЁДлар 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. Двигател техник ҳолати ва ростилашларидаги бузилишлар ўз вақтида аниқланиб, сифатли бартараф этилса, ҳаво тозалагичлар, мой ва ёнилғи филтёрлари мунтазам равишда алмаштирилиб ёки ювиб-тозалаб турилса, мойнинг ками тўлдириб ёки алмаштириб турилса, тегишли сифатдаги ҳамда навдаги иш ва ёнилғи-мойлаш материалларидан фойдаланилса, бириктириш жойлари ва зичлашган жойлар мавжуд йўриқномаларга қатъий амал қилган ва машиналарнинг аниқ иш шароитини ҳисобга олган ҳолда маҳкамлаб турилса, ИЁДларнинг техник тайёрлиги ҳамиша юқори савияда бўлади, кўзда тутилмаган ишламай қолишлар ва бузилишлар камаяди, мажбурий тузатиш ишларининг ҳажми камаяди.

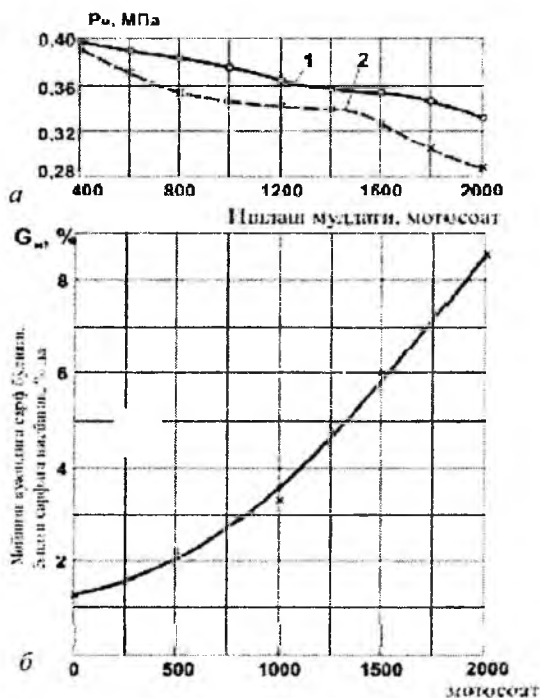
19.3.3. Ейилиш динамикаси ва уни назорат қилиш усуллари

ИЁД узеллари ва механизмлари ишининг бошланғич даврида ишқаланувчи юзалари сийқаланади. Сийқаланиш давомида, тайёрлаш жараёнида механик ишлов беришдан қолган нотекисликлар 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 қўшилмалар қўшилган ёнилғилар қўллаб қисқартирилади. Сийқаланиш жараёни тугагандан сўнг ейилиш суръати пасаяди ва ишқаланувчи жуфтлар кўзда тутилган мойлаш режимида ишлаб, табиий ейилиш натижасида узеллардаги тиркишлар аста-секин катталашиб боради. Хизматнинг асосий даврида узелларнинг ейилиш суръати энг паст бўлишини таъминлаш учун кўзда тутилган 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 ИЁДлар ишининг ўзига хос хусусиятлари, шунингдек маҳаллий тупроқ-иқлим шароитлари таъсир кўрсатади.

Узеллар ишининг охириги босқичида деталларнинг ейилиши мойланиш шароитининг бузилиши ва қўйилган кучларнинг йўналишлари ёки катталиги ўзгарганда деталларга тушадиган динамик юкланишнинг катталашиши натижасида тезлашади. Бу босқичда ейилишни тезлаштирувчи қўшимча омилларга айрим деталларда (поршен ҳалқаси,

цилиндр гильзаси, поршенда) ҳўлланилувчи қаттиқ ёки махсус қопламаларнинг йўқолишини, металлнинг технологик жиҳатдан мустаҳкамланган катлами йўқолишини, абразив зарралар таъсирида антифрикцион материалларнинг 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. Иқтисодий мулоҳазалар ИЁДнинг иш кўрсаткичлари ёмонлашувини ва ундан фойдаланишга қилинадиган харажатларни ҳисобга олади. Буларнинг ҳаммаси тузатиш ишлари зарурлигини, яъни узелни тиклаш ёки алмаштириш зарурлигини белгилайди. Ейилишларнинг ривожланиш динамикасини, бинобарин, тузатиш ишлари зарурлигини махсус усуллар билан ҳам, бевосита двигателдан фойдаланиш жараёнида ҳам текшириш мумкин. Текширишнинг асосий усуллари келтирамиз.

1. Тизимдаги мой босимини ўлчаш. Бу усул билан мойлаш учун ҳамма мойнинг 50—60 % қисми узатиладиган кривошип-шатун механизмининг ейилганлик даражаси аниқланади. Бўйинлар ва подшипниклар ейилиши натижасида тиркишлар 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 кўрсаткичлар насоснинг иш унумини, шунингдек мойнинг қовушқоқлиги ва тизим орқали ҳайдалувчанлигини белгилайди. Мой насосининг иш унуми ҳатто номинал режимдаги мой сарфига нисбатан маълум запасга эга бўлгани учун насоснинг ўзининг ейилиши натижаларга катта таъсир кўрсатмайди. Мой босими анча сезгир ва аниқ (ҳар бир бўлинмасининг қиймати 0,1 атм бўлган) манометр билан ўлчаниши лозим. 19.7- расм, *а* да келтирилган графикда ИЁДдан фойдаланиш жараёнида ейилишларнинг умумий ўзгариш қонуниятини кўрсатилган.



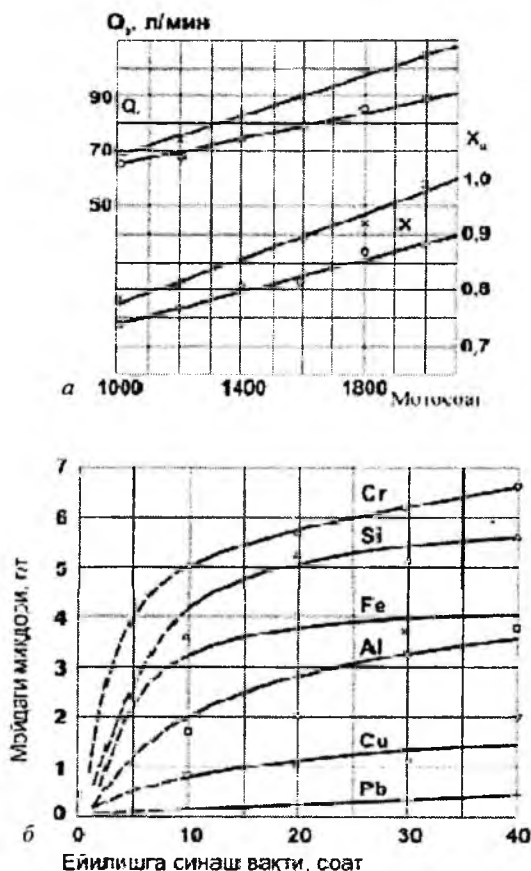
19.7-расм. Ишлатиш мобайнида автогрейдер
(1) ва булдозер (2) учун мойлаш тизимида босимнинг пасайиши
(а) ҳамда дизелни ейилишга синаш даврида мой сарфининг ортиши (б)

2. Мой сарфини ўлчаш. Бу усул ёрдамида цилиндр-поршен группасининг ейилиш даражаси аниқланади. Ейилиш натижасида поршен халқалари ва цилиндр гильзалари геометрик шаклининг бузилиши, мой сидирувчи халқаларнинг эгилувчанлиги кучи камайиши, поршен ўқи бўйлаб газ ҳамда мой ўтадиган кесимларнинг катталашуви ёниш камерасига мой қиришнинг ва унинг қурумга айланиб исроф бўлишининг жадаллашувига олиб келади (19.7-расм, б). Мой цилиндрларга киритиш клапанларининг ейилган втулкалари орқали ҳам қиради. Картердаги зичламалар орқали мой сизилиши ва мой қуйиш бўғзи орқали чиқиб кетиши туфайли мойнинг исроф бўлиши кўпайиб бориши мумкин. Фойдаланиш давомида мойнинг сарфланиш даражаси двигател ишлаётганда мойнинг температурасига ва фойдаланиш режимига боғлиқ бўлиб, бу кўрсаткичлар ишларнинг тури ёки мавсумга қараб ўзгариши мумкин. ИЁДнинг техник ҳолатини текшираётганда буларнинг ҳаммаси ҳисобга олиниши зарур.

3. ИЁД картерига ўтувчи газлар миқдорини ўлчаш. ИЁД картерига газларнинг ўтиши унинг ёниш камераларидан зичловчи халқалар орқали сизишлар бўлиши натижасида рўй беради ва цилиндр-поршен группасининг ейилганлик даражасини кўрсатади. Текшириш вақтида двигател картери яхшилаб зичланади ва мой қуйиш бўғзига газ ҳисоблагичи (счётчик) уланади. Двигател ишлаётганда поршен халқалари бурилиши ва газ сарфи вақт бўйича бирмунча ўзгаришига қарамай, бу усул кўп цилиндрли ИЁД нинг цилиндр-поршен группасининг ейилганлик даражаси тўғрисида етарлича аниқ тасаввур беради (19.8-расм). Бу ўлчашлар муайян иш режимида ва мойнинг бир хил температурасида ўтказилади.

4. ИЁДни бураб ёки ишлатиб, сиқиш такти охиридаги босимни ўлчаш. Цилиндр-поршен группаси деталларининг ейилиши зиёдлашганда берилган иш режимида (ёки муайян айланиш частотасида) сиқиш охиридаги босим аста-секин пасайиб боради (9.12-расм). ИЁД даги барча цилиндр-поршен группаларининг ейилганлик даражаси тўғрисида маълумот олиш учун ҳамма цилиндрларни ўлчаш натижаларининг ўртача қийматидан фойдаланилади. Босим қизиган двигателда максиметр ёки компрессометр билан ўлчанади. Текшириладиган ушбу кўрсаткич ейилиш натижасида ИЁД кўрсаткичларининг ёмонлашувини белгиловчи асосий омиллардан бири саналади.

5. ИЁД ишлаётганда чиқадиган шовқин даражасини ўлчаш. Деталларнинг ейилиши тирқишларнинг катталашувига олиб келади, натижада двигател ишлаганда чиқадиган шовқин кучаяди ва узеллар соҳасида шовқиннинг тарқалиш даражаси ортади.



19.8-расм. Ишлатиш мобайнида булдозер (1) ва автогрейдер (2) учун газларнинг қартерга ёриб ўтиши (а) ҳамда дизелни ейилишга синаш даврида мой таркибининг спектр буйича таҳлили (б)

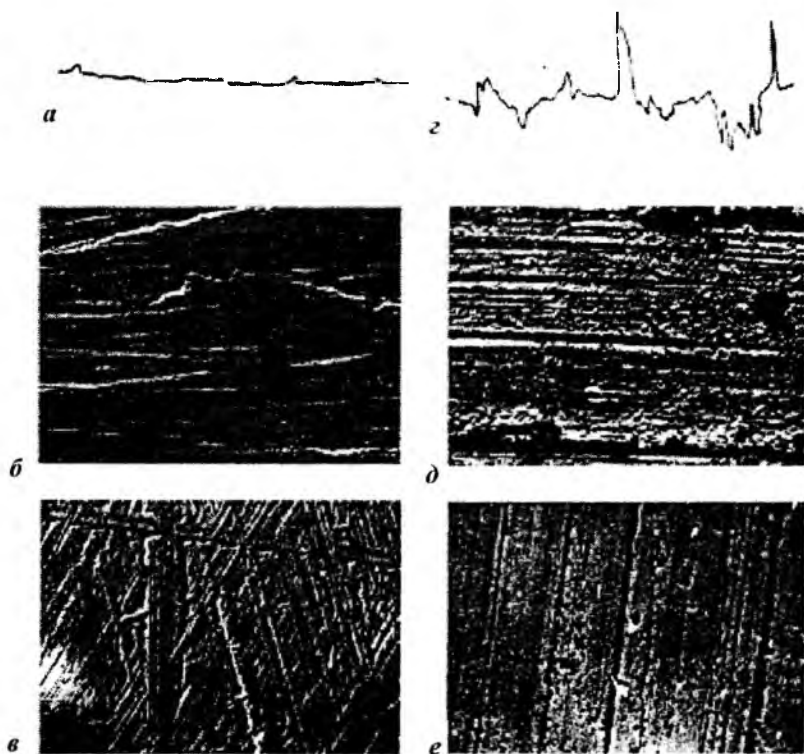
Замонавий диагностика аппаратлари двигателни қисмларга ажратмасдан, шовкин ёки титрашга доир текширув (ёки бошланғич) маълумотларини жорий маълумотлар билан таққослаб асосий узелларнинг ейилганлик даражасини аниқлаш имконини беради. Аниқ маълумот олиш учун, ўлчаш олдида ИЁД механизмлари ва унинг иш жараёни тўғри ростланган бўлиши керак.

6. Қувват кўрсаткичларини ўлчаш. ИЁД деталларининг ейилиши натижасида берилган тезлик режимларида унинг қувват кўрсаткичлари сезиларли даражада камаяди (9.12-расм). Қувват кўрсаткичларининг

ёмонлашганлиги стендда аниқланади ва баъзан бошланғич қийматларининг 20-25 % ига етади. Аммо бу ёмонлашувга жараён ростланишларининг бузилиши, шунингдек ёнилғи аппаратларининг носозлиги ҳам сабаб бўлиши мумкин. Шундай экан, назоратнинг кўриб чиқиладиган усулидан фойдаланганда барча қўшимча ёки иккиламчи омиллар таъсирига, шу жумладан, атмосфера шароитининг ўзгаришига барҳам бериш керак. Ўз навбатида, ростланишларнинг, хусусан, ёнилғи аппаратлари ростланишининг бузилиши двигател деталлари тез ейилишининг жиддий сабабларидан бирига айланиши мумкин.

7. Мойни ва картердаги чўқиндиларни спектрал таҳлил қилиш. Бу усул ишқаланувчи деталларнинг умумий ейилганлик даражасини баҳолашга имкон беради (19.8-расм,б). Қатламлардаги ҳар бир таркибий қисмнинг табиати ва миқдори иш жараёнида двигател деталларининг ейилиш динамикасини кузатиш имконини беради. Ушбу усулдан асосан двигател 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 ИЁД ни қисмларга ажратишни талаб қилади. Ушбу усул юзалар ҳолатини текширишнинг замонавий усуллари билан тўлдирилиши мумкин (19.9-расм). Шунга қарамай, мазкур усул ИЁД деталларининг ейилганлигини текширишнинг билвосита ва иш шароити учун қулайроқ усулларининг тўғрилигини тасдиқлаш (апробация қилиш) имконини беради.



19.9-расм. Цилиндр кўзгусининг профилтограммаси, микро ва субмикро фотосуратлари: а, б, в – янги кўзгу; г, д, е – сийилган кўзгу

19.4. Бузилмасдан ишлаш

Ишламай қолиш тушунчаси узелнинг ишлаш қобилиятини йўқотиши ва носозликни тузатиш ёки ростлаш йўли билан бартараф этиш учун ИЁД 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, автомобил ва тракторлар мажбурий бекор туриб қоладиган умумий вақтнинг 60 % гача қисми ИЁДнинг ишламай қолиши билан боғлиқ экан. Аксарият ишламай қолишларнинг тасодифий ва кўзда тутилмаган бўлишига

карамай, амалда улар қонуний бўлиб, турли хил, аммо бир вақтда таъсир кўрсатувчи омиллар туфайли келиб чиқади.

ИЁДнинг хизмат муддати каби, бузилмасдан ишлаши ҳам энг аввало заводда детал 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 сабабни, 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 ИЁДни тиклашга шунча кўп вақт талаб қилинади. Ишламай қолишлар частотасига ва уларнинг двигател механизмлари ҳамда тизимлари бўйлаб тақсимланишига машинанинг вазифаси ва ишининг ўзига хос хусусиятлари катта таъсир кўрсатади (19.1- жадвал).

19.1- жадвал

Дизел двигателлари элементларининг ишдан чиқиши, % ҳисобида

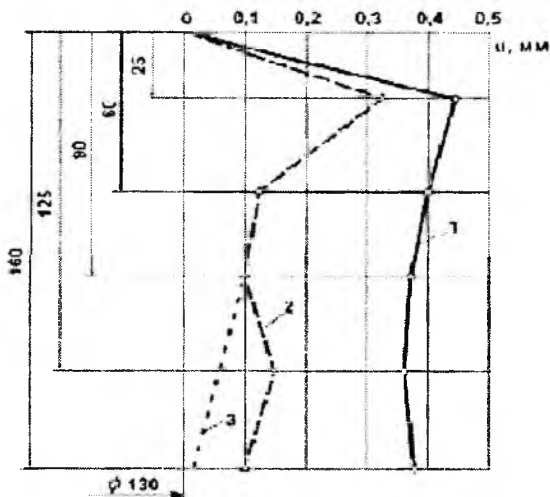
Механизм ёки тизим	Бульдозер	Автогрейдер	Кран	Автомобил
Кривошип-шатун механизми ва цилиндр-поршень ғуруҳи	21,62	16,35	20,38	30,4
Газ тақсимлаш механизми	13,85	20,8	6,81	5,3
Ҳаво ва ёнгилги билан таъминлаш тизими	20,8	29,2	45,5	59,3
Совитиш ва мойлаш тизими	32,25	16,67	25,0	5,0

Ишламай қолишларнинг олдини олишда ўз вақтида ва си-фатли техник хизмат кўрсатиш, айниқса, ИЁД узеллари, механизмлари ва тизимларининг 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 регионни шароитида ейилиш, хизмат муддати ва бузилмасдан ишлаш

Ўрта Осиё регионининг шароити ИЁД деталларининг ейилишини тезлаштирувчи, хизмат муддатини ва бузилмасдан ишлашини қискартирувчи қатор омиллари билан ажралиб туради. Уларнинг асосийлари — йўл ёқасидаги ҳаво қатламининг серчанглиги, чангнинг абразив хоссалари юқорилиги (унинг таркибида кўп миқдорда каттик кварц зарралари бўлади), шунингдек чангда кўп миқдорда кичик ўлчамли заррачалар бўлишидир. Ҳавода муаллақ ҳолатда бўлувчи чанг зарралари ҳаво тозалашчилар орқали ўтиб, нозич бирикиш жойлари, мой қуйиш бўғзи, ёнилғи бакиннинг тикини ва шу кабилар орқали ИЁДга 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 тарикасида Россиянинг ўрта минтақасида (2) ва Ўрта Осиё региони шароитида (1) бир хил миқдорда иш бажарган трактор дизели цилиндри гильзасининг диаметри бўйича ейилиш даражалари таққосланган. Кўриниб турибдики, Ўрта Осиё региони шароитида ейилишлар қўйимат жиҳатидан анча катта ва характери бўйича фарқ қилади. Иккала ҳолда ҳам энг катта ейилиш поршеннинг ЮЧНда устки зичловчи ҳалқа жойлашадиган соҳада кузатилади. Бунга сабаб шуки, чакнаш бўлганда поршен 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 коррозия ёйилиш ҳам қўшилади. Ҳосил бўлаётган каттик ёниш маҳсуллари (кокс, сўхта) ҳам металл юзаларнинг ейилишини тезлаштиради.

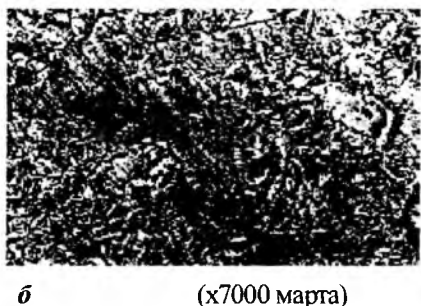
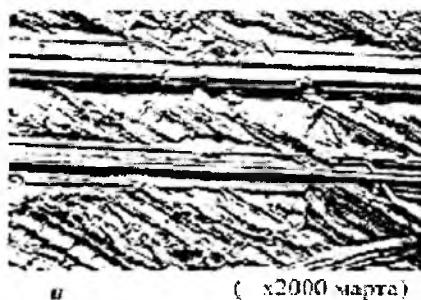


19.10-рasm. A-01 M маркали дизел цилиндр деворларининг баландлик буйича ейилиш характери: 1-Ўрта Осиё шароитида; 2-Россиянинг ўрта минтақасида; 3-йўл буйи ҳавосида чангнинг миқдори нисбатан кам зонада

Ўрта Осиё региони шароитида гильза девори ва ҳалканинг едирилиши каттиқ чанг зарралари таъсирида жадаллашади. Цилиндрнинг баландлик буйича 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 буйича пастки қисмида ейилиш энг кам бўлади, чунки бу ерда таъсир этувчи кучлар жуда кичик ва мойланиш шароити яхши (расмда нукталар тарзидаги чизик 3 билан кўрсатилган). Картер ичига чанг кириб, цилиндр деворларига ўтирганда гильза пастки қисмининг ейилиши тез-лашади, бу эса қишлоқ хўжалик, йўл ва қурилиш машиналарига хосдир (расмда пунктир чизик 2 билан кўрсатилган). Бу ҳодиса Ўрта Осиё региони шароитида жадаллашади, натижада цилиндр гильзаси бутун баландлиги буйича кучли ейилади. Бунда поршен ҳалқаларининг диаметри буйича ейилиши гильзаларга нисбатан 2—2,5 баравар юқори бўлади.

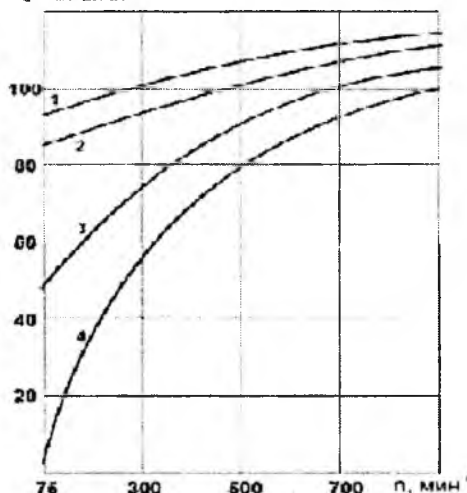
Ёнилғига абразив чанг тушиб, унинг майда зарраларининг филтрлардан ҳам ўтиб кетиши дизеллар ёнилғи аппаратларидаги прецизион деталларнинг абразив ейилишини тезлаштиради. Натижада уларнинг ресурси ўрта минтақа шароитида ишлагандаги одатдаги ресурсдан 1,5—2 марта камаяди. 19.11-рasm, а да серчанг шароитида ишлаган дизел

ёнилги насоси плунжерининг микрофотосурати кўрсатилган. Расмда Роквелл усули бўйича 56—62 каттиқликка эришгунга қадар тобланган пўлат прецизион юзада абразив зарралар қолдирган чуқур ва юза излар яққол кўрнниб турибди.



19.11-расм. Абразив чанг билан ифлосланган ёнилгида ишлаган ва ейилган дизел ёнилги аппарати деталларининг микрофотосуратлари: а - плунжер; б - тузиткич игناسининг конуси

Плунжерли жуфтнинг ейилиши гидравлик зичликнинг камайишига олиб келади, натижада пуркалиш босими пасаяди ва циклик миқдори камаяди, ходиса кичик айланиш частоталари ва кам юкланиш билан ишлаганда айниқса жадал кечади (19.12-расм). Бу ҳол ИЁДнинг иш кўрсаткичлари, авваламбор, унинг ишга тушиш сифатларини, шунингдек салт ишлашида ва паст айланиш частоталари режимида ишлаганда ишининг барқарорлигини ёмонлаштиради.



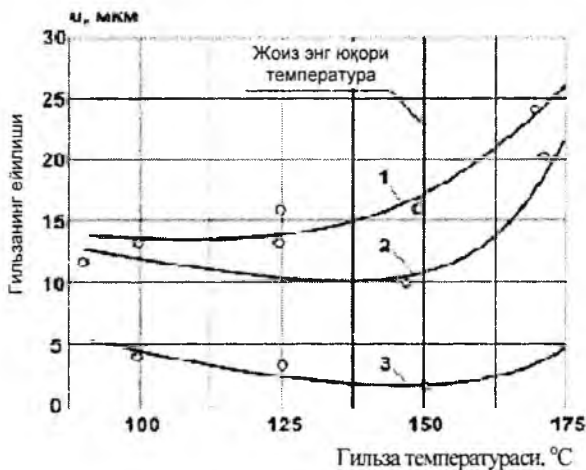
9.12-расм. Плутжер жуфтлик ейилишининг цикл давомида бериладиган ёнилғи микдорига таъсири: 1-янги жуфтлик; 2-чуқурлиги 15 мкм ва кенглиги 1.5 мкм булган ейилиш; 3 ва 4 – мос равишда 12 мкм ва 3,5 мм; 1.6 мкм ва 6 мм

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 коксланиб қолишига ва ичига юқори ҳароратли газлар кириши оқибатида тўзиткичнинг прецизион йўналтирувчисида игнанинг тикилиб (қотиб) қолишига сабаб бўлиши мумкин. Машиналар чанг шароитда ишлаганида абразив ейилишларни камайтириш учун ИЁДни сақлаш ва унга техник хизмат кўрсатишга доир чораларнинг кенг мажмуидан фойдаланилади. Бу чора-тадбирлар асосан ёнилғи билан таъминлаш, ҳаво узатиш ва мойлаш тизимлари (10, 16, 18- бобларга қаранг) билан боғлиқ бўлиб, двигател ичига чанг киришининг олдини олишга қаратилган. Буларга қуйидагилар киради: ташқи бирикиш жойларини, шу жумладан, қартер, копқоқлар ва тўйнуқларнинг бирикиш жойларини зичлаш; ҳаво тозалагич билан киритиш коллектори ўртасидаги ҳаво узатиш тизимини зичлаш; мой қуйиш бўғзига, ёнилғи бакиннинг ва мой идишининг тикинларига ишончли филтрлар ўрнатиш.

Атроф ҳавосининг аниқ чангланганлик даражасига қараб, машиналар мой, ёнилғи, ҳавони тозалаш филтрларига техник хизмат кўрсатишлар

оралингида, шунингдек фильтрловчи қисмларни алмаштиришлар оралингида ишлаш даври одатдаги иш шароитига мўлжалланган даврларга нисбатан қискартирилади. Ҳар куни ёнилғи филтрлари ва бакларидан чўқинди тўкиб турилади, бакка қуйишдан олдин ёнилғи тиндириш йўли билан тозаланади, ҳар мавсумда ёнилғи баклари ювиб тозаланади ҳамда мойлаш тизими босим билан тозаланади, мой ва ёнилғини қуйиш пайтида уларга чанг тушишига қарши чоралар қўрилади. Атроф-муҳитнинг юқори ҳарорати ва қуёш радиациясининг тик тушиши ИЁД деталлари ва узелларининг ишончли ишлашини пасайтирувчи, Ўрта Осиё региони учун хос бўлган омил саналади. Бу омил, биринчи гада, иссиқликдан зўриқишнинг зиёдлашувига таъсир этади. Бу ҳодиса узелларда кўзда тутилган тирқишлар ва ўрнатишларнинг бузилишида ҳамда металлар, айниқса, енгил қотишмаларнинг механик сифатлари (қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, толиқиши) пасайишида намоён бўлади. Айни пайтда мой пардасининг кўтариб туриш қобилияти пасаяди, мойнинг бугланиши, 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. ИЁД катта юкланиш ёки ўта юкланиш билан ишлаганда атроф-муҳитнинг ҳарорати юқорилиги туфайли деворларнинг совиши бузилганда қувватининг табиий равишда камайиши натижасида ейилиш шу даражага етиши мумкин. ИЁД тоғ шароитида ишлаганда ҳам худди шундай шароит юзага келиши мумкин. Атроф-муҳит юқори ҳароратининг ИЁД ишончилигига салбий таъсирини камайтириш 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.



19.13-расм. Цилиндр деворларининг ейилишига ўз температурасининг таъсири:

1 - биринчи белбоғ ($l=20\text{мм}$); 2 - иккинчи белбоғ ($l=40\text{мм}$);

3 - учинчи белбоғ ($l=90\text{мм}$)

Ўрта Осиё регионида хавонинг суткалик харорати кескин ўзгариб туради, бу ҳам деталларнинг ейилиши ва двигателнинг ишончли ишлашига салбий таъсир кўрсатади. Бунга машиналар ишламай турганида атмосфера намининг сувга айланиши натижасида ёнилғи ва мойга сув аралашishi сабаб бўлади. Сув бугларининг қайта сувга айланиши (конденсацияланиши) ИЁД ишлаётганда таъминлаш тизимида исиган ва совитилган ёнилғининг аралашishi оқибатида ҳам содир бўлади. Мой ва ёнилғига аралашган сув уларнинг филтрланишини ёмонлаштиради ҳамда каттиқ абразив зарралардан тозаланишига тўсқинлик қилади. Бундан ташқари, сув юзаларнинг мойланишини бузиб, деталларнинг, хусусан, дизел ёнилғи аппаратларининг илашиб қолиши ва тирналишига шароит яратади.

Форсунка тўзиткичлари ишламай қолишининг 75 % гача қисми ёнилғига сув аралашishi билан боғлиқлиги аниқланган. Металл юзаларга тушган сув уларнинг занглаб емирилишига сабаб бўлади. Бу ҳодиса олтингугуртгли ёнилғилардан фойдаланилганда айниқса кучаяди. Хулоса қилиб айтганда, ИЁД нинг бузилмай ишлаши ва хизмат муддатига сувнинг ёмон таъсирини камайтириш учун мунтазам равишда, ҳатто иложи бўлса, ҳар куни таъминлаш тизими ва ёнилғи идишининг филтрларидаги қуйкани тўкиб ташлаш, ёнилғини бакка қуйишдан олдин тиндириш, мой қуйиш бугизларига ҳамда ёнилғи бакларининг қопқокларига филтрлар ўрнатиш, ишдан ташқари вақтда сақлаш қондаларига амал қилиш зарур.

20-БОБ. ТУРЛИ ХИЛ ИЁДЛАРНИНГ УМУМИЙ ХУСУСИЯТИ. ДВИГАТЕЛЛАРНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ҲОЯЛАРИ ВА ИСТИҚБОЛЛАРИ

20.1. Автомобил ва трактор двигателлари ишининг ўзига хос хусусиятлари

Автомобил, трактор, йўл-қурилиш машиналари ва бошқа машиналарни ҳаракатга келтириш учун ИЁДларнинг икки тури — тезюрар дизеллар ва бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателлар кенг қўлланилади. Уларнинг кенг қўлланиши муайян шароитда ишлаш кўрсаткичлари мажмуи билан, шунингдек ана шу кўрсаткичларнинг 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 қизимаган 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 ўзгаришни ҳамда иш режими узлуксиз ва қўпичча тез-тез ўзгариб туришини белгилаб беради. Шу муносабат билан, ИЁД ишининг ана шу ҳамма кўрсаткичлари (ёниги 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, ИЁДни яратиш ва танлашда унинг иш кўрсаткичлари режимлари ўзгаришининг зарур оралиғида оптималлаштирибгина қолинмасдан, балки уни машинага мослаштириб, машинанинг эҳтиёжларини ва бажариладиган

ишларнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда буровчи моментнинг тезлик характеристикаси бўйича кечиш қонунияти энг қулай тарзда бўлиши таъминланади. Равшанки, турли машиналарнинг ИЁДга нисбатан қўядиган талаблари ҳам турличадир. Иш кўрсаткичлари энг мақбул бўлишини ва уларнинг машина талабларига жавоб беришини таъминлаш учун иш жараёнининг зарур кўрсаткичлари танлаб олинади ҳамда двигател тизимлари ва механизмларининг у ёки бу рўстланишлари қабул қилинади. Машинадан фойдаланишда двигателнинг энг юксак самара билан ишлашига эришиш учун уни энг қўп бажариладиган ишларга ва энг қўп учрайдиган иш режимларига мослаб рўстлаш ҳамда созлаш лозим. Шу сабабли ИЁД нинг рўстланишлари машинанинг вазифасига, иш шароитига, ишлар турига ва қувватга (яъни бажариладиган иш бирлигига, машина массасининг бирлигига тўғри келувчи двигател қуввати) қараб ўзгартирилиши керак.

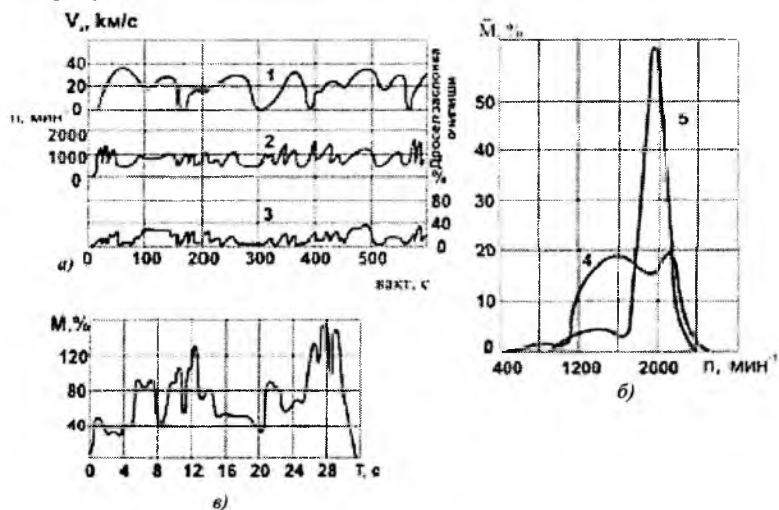
ИЁД кўрсаткичлари ва хусусиятларининг энг мақбулини танлаш энг мураккаб иш бўлиб, универсал машиналар (масалан, бортли юк автомобиллари) учун кам аниқланган. Двигателдан ва умуман машинадан фойдаланиш самарадорлиги ИЁД ни қабул қилинган рўстлаш ва созлаш унинг муайян иш шароитига қай даражада мос келишига боғлиқ. Двигателнинг номинал режимдаги ёки M_{max} даги иш кўрсаткичлари ИЁД 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 ИЁДнинг тезлик ва юкланиш режимлари турли-туманлигини, унинг иссиқлик ҳолатини, бинобарин, ўртача иш кўрсаткичларини белгилаб беради.

20. 1. 2. Транспорт машиналари ИЁДларининг қисман (кам) қувват билан ишлаш режимлари

Аксарият транспорт воситалари (тортиб юрувчи машиналар, ўзига дарар машиналар, бортли юк автомобиллари) қўп 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 қўпинча

50 % гача юкланиш билан ишлатилади, айланиш частотаси эса салт ишлаш частотасидан тортиб то номинал частотанинг 50—60% ига қадар ўзгартирилади (20.1-расм, а).



20.1- расм. ИЁД нинг иш режимлари: а - юк автомобили шаҳар шароитида; б - самосвал очик кон шароитида (ЯМЗ дизеллари); в - бульдозер учун

Бундай автомобиллар шаҳардан ташқарида ишлаганда юкланишнинг ва айниқса, айланиш частотасининг нисбий қиймати анча юқори бўлади, шу билан бирга, ИЁДнинг энг катта қувватидан фойдаланиш фоизи автомобилнинг юкига, йўлларнинг хусусиятларига, масофанинг узоқ-яқинлигига, машинанинг қувватига боғлиқ бўлади.

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). Ўзгаришлар машиналарнинг двигатели бутун ишлаб чиқариш цикли вақтининг кўпи билан 25-50% қисмидагина тўлиқ қувват билан ишлайди, бунда двигател иш вақтининг кўп қисмидан қисман тезлик режимларида фойдаланилади. Шу боис, ишининг ўзига хос хусусияти ана шундай бўлган машиналарнинг ёнилғи тежамкорлиги, захарли моддалар чиқариш, ейилиш, бузилмасдан ишлаш ва бошқалар бўйича ўртача иш кўрсаткичлари кўп жиҳатдан двигателларнинг қисман ва ўтиш режимларидаги характеристикалари билан аниқланади, ҳолбуки N_{max} ва M_{max} режимлардаги техник-иқтисодий кўрсаткичлар асосан экстремал

шароитдаги иш сифатларини акс эттиради. Двигател юкланишининг иш кўрсаткичларига таъсири қабул қилинган ростлаш усулига боғлиқ. Сифат жиҳатидан ростлаш қўлланиладиган дизелларнинг юкланиши камайганда индикатор ф. и. к. ортади, аралашма ҳосил қилишнинг мукаммал 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 ИЁДларда дросселлаш (миқдор жиҳатидан ростлаш) ҳисобига юкланиш камайганда индикатор ф.и.к. пасаяди, бунга ёнилғи шароитининг ёмонлашуви, жараённинг цикл давомидаги нобарқарорлиги ортиши ва ёнувчи аралашманинг мажбурий равишда қуюқлашуви сабаб бўлади. Азот оксидлари чиқиши камайиши билан бир қаторда ишлатилган газларда CH ва CO миқдори кўпаяди.

Ростлаш усулидаги тафовут тўлиқ юкланиш билан ишламаганда дизелларнинг ёнилғи тежамкорлиги ва ишлатилган газларнинг захарлилик даражаси бўйича афзаллигини оширувчи қўшимча омилга айланади. Юкланиш камайиб борган сари, бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЁД ларнинг тезлик характеристикаси тортиш хоссалари нуктаи назаридан тобора мақбулроқ бўлиб боради ва двигател берилган режимда тобора 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 пасаяди ва циклда иссиқликдан фойдаланиш бирмунча ёмонлашади. Айланиш частотасининг тезлик характеристикаси бўйича камайиши цилиндрларнинг тўлиш даражаси ўзгариши билан, дизелларда эса цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдорининг ўзгариши билан ҳам қўшилиб, энг кичик солиштирма ёнилғи 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 ИЁДнинг қабулчанлиги ёмонлашади.

ИЁДларнинг қисман қувват билан (айниқса, атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлганда) узок вақт ишлаши билан боғлиқ бўлган жиддий омил - уларнинг иссиқлик ҳолати етарли даражада бўлмаслигидир. Автомобиллардан шаҳар шароитида ёки қисқа масофаларда

фойдаланилганда ИЁДнинг қизимаган ҳолда ишлаш вақти 80-85% га етиши мумкин. Бунда, ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашишидан ташқари, бензинда ишлайдиган ИЁДларда цилиндр-поршен группаси ейилишининг жадаллашиши, дизелларда эса сўхта ҳосил бўлиши ва деталларнинг коксланиши учун шароит юзага келади. Бензинда ишлайдиган двигателларда атмосферага чиқариладиган СН миқдори ва дизелларда курум миқдори ортади.

20.1.3. Барқарорлашмаган иш режимлари

Двигателнинг вақт бўйича ўзгарадиган юкланиш ёки частотада ишлаши барқарорлашмаган режим тушунчаси билан ифодаланади. Кўриб чиқилаётган 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 двигател ҳаво билан совитиладиган бўлса, бу ҳарорат кўпроқ, суяқлик билан совитиладиган бўлса камроқ ўзгаради.

Қизиган двигател ишининг барқарорлашган шароитида ҳар бир режимга газлар тегиб ўтадиган деталларнинг аниқ бир ҳароратлари мос келади, бу эса қабул қилинган ростлашлар билан биргаликда ИЁДнинг кўрсаткичлари энг яхши бўлишини таъминлайди. Барқарорлашмаган шароитда иссиқлик инерцияси туфайли деталларнинг ҳарорати шу пайтдаги иш режимига мос келмай қолади ва жараёнларнинг энг мақбул кўрсаткичларига амал қилинмайди. Энг кўп учрайдиган барқарорлашмаган иш режимларига машинанинг шигов олишини, унинг двигател воситасида тўхтатилишини ва ишларни бажаришда, ёнилғи берилишини ростлаш қурилмасининг ўзгармас ёки ўзгарувчан вазиятида ташқи қаршиликларнинг кучайишини кўрсатиш мумкин. Барқарорлашмаган режимларнинг ўзига хос ҳолларига ИЁДни ишга тушириш ва қиздириш киради. Агар иш режими анча секин ўзгарса, иссиқлик жараёнининг кўрсаткичлари ва ИЁД нинг кўрсаткичлари барқарорлашган режим шароитида юзага келувчи кўрсаткич ва кўрсаткичларга яқин бўлади. Шу сабабли ИЁДнинг сифати ва машиналарнинг характеристикалари стационар режимларда синаш маълумотлари асосида анча аниқ баҳоланиши мумкин (12- бобга қаранг). Аммо кўп ҳолларда, айниқса, машиналар катта тезликда бажариладиган узлукли технологик жараён билан ишлаганда (бульдозер, экскаватор, юклагич, скреперлар ва бошқа машиналар) барқарорлашмаган

режимлардаги ИЁДнинг иш жараёни ҳамда кўрсаткичлари стационар шароитда синаганда олинган натижалардан катта фарқ қилади. Бу ҳол чеклаб қўйиладиган кўрсаткичларни (масалан, дизелларда ишлатилган газларнинг тутунлилик даражасини, автомобил двигателлари чиқарадиган захарли моддалар микдорини) аниқлашда ё синов цикллари киритишга, ё бўлмаса, машина ёки ИЁД сифатларини муайян шароитда баҳолаш учун, двигателнинг иш режими тез ўзгарганда ҳосил бўлувчи динамик характеристикалардан фойдаланишга мажбур қилади. Айтиб ўтиш керакки, ИЁД шиғов олаётганда, у ишлаб чиқарадиган 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:

$$M_e - M_{ic} = J_{\partial\omega} \varepsilon_{\omega},$$

бу ерда: M_{ic} — энергия истеъмолчисига узатиладиган момент; M_e — квазистационар шароитдаги буровчи момент; $J_{\partial\omega}$ — ИЁД ҳаракатланувчи деталларининг келтирилган йиғинди инерция моменти; $\varepsilon_{\omega} = d\omega/dt$ — ИЁД валининг бурчак тезланиши. Келтирилган формуладан кўриниб турибдики, $d\omega/dt$ қанча катта ва $J_{\partial\omega}$ қанча сезиларли бўлса, ушбу фарқ шунча катта бўлади. Конструктив кўрсаткичлари (цилиндрларнинг ўлчамлари ва сони) бир хил бўлгани ҳолда дизелларда $j_{\partial\omega}$ бензинда ишлайдиган ИЁД ларга қараганда катгароқ бўлади. Ва аксинча, ИЁД секинлашганда у илгари ғамлаб олган кинетик энергия $гўе M_e$ ни катталаштириб, секинлашиш суръатини пасайтиради.

19-бобда айтиб ўтилганидек, двигателнинг барқарорлашмаган иш режими деталларга мой узатилишининг, ишқаланувчи юзалар мойланишининг, тизимдаги насос ва марказдан қочма фўльтрлар ишининг ёмонлашуви, шунингдек титраш ва зарбли юкланишларнинг кучайиши билан ифодаланadi. Буларнинг ҳаммаси деталларнинг ейилишини 50—60 % тезлаштиради, ИЁДнинг ишончли ишлашини 2—2,5 баравар камайтиради. Барқарорлашмаган режимларнинг двигателнинг ишончлилиги ва хизмат муддатига салбий таъсирида ИЁД иш жараёнини ташкил қилишнинг ўзига хос хусусиятлари ҳамда юкланишни ростлашнинг қабул қилинган усули катта рол ўйнайди. Ана шу омилларнинг ўзи барқарорлашмаган режимларда ИЁДнинг иш кўрсаткичларида фарқ бўлишига олиб келади.

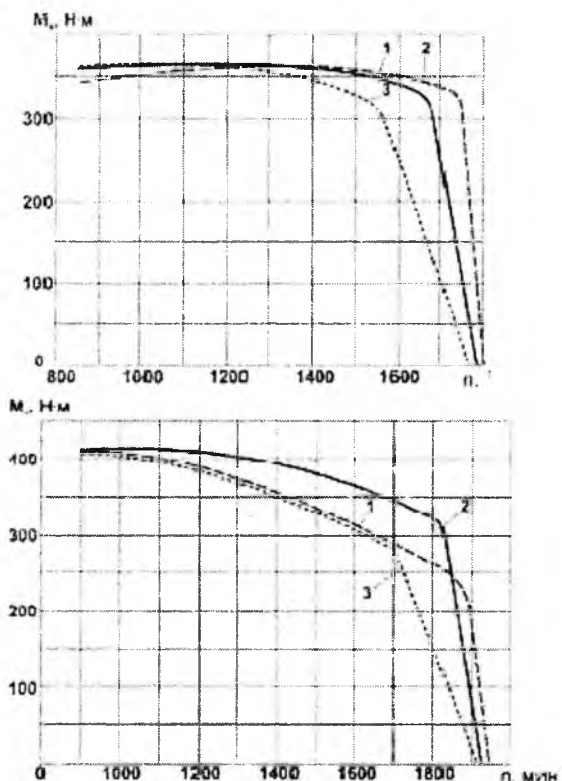
Машиналарни яққол ифодаланган барқарормас иш режими билан таъминловчи дизеллар одатда барча режимли айланиш частотаси ростлагичлари билан ускуналанади. Агар машина ишлаётган вақтда

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, ИЁД ташқи тезлик характеристикасига ўтади, бунда M_e қанча катта ва ИЁД нинг K_{ω} , си қанча кичик бўлса, айланиш частотаси шунча кўп камаяди (12- бобга қаранг). K_{ω} , кичик (1,05—1,15) бўладиган дизелларда ташқи қаршилик кўп миқдорда ўзгарганда (20.1- расм, в) иш жараёнида тезлик режими катта миқдорда ўзгариб, ИЁД машина трансмиссиясидаги каттарок узатиш нисбатига ўз вақтида ўтказилмаса, двигател ҳатто тўхтаб қолиши мумкин. M_e кескин ортиб кетганида частота ростлагичи ёнилғи насосининг рейкасини циклик ёнилғи миқдори кўпаядиган йўналишда силжитган ҳолда кечикиб ишга тушади. Шу сабабли ҳар бир муайян айланиш частотасида M_e барқарор режим шароитидан паст бўлади (20.2- расм, а) ва аксинча, ташқи юкланиш тез қамайганда ростлагичнинг кечикиб ишга тушиши шунга олиб келадик, кўриб чиқиладиган айланиш частотасида M_e стационар шароитидан каттарок 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 сурилишининг кечикишлари шунча сезиларли бўлади.

Одатда, дизел юкланиш билан ишлаганда вал айланишининг секинлашуви ташқи юкланиш қамайгандаги тезлашувга нисбатан секинроқ кечади ва иккала жараённинг вақт бирлиги ичидаги сони тенг бўлганда бу секинлашиш узокроқ давом этиб, ИЁДнинг ўртача қуввати барқарор режимда ишлашдагидан камроқ бўлишини белгилайди. Босим остида киритиш усули қўлланилган дизелларда қувватнинг бу қамайиши 7-10% га етиши мумкин. Дизел иш шароитининг стационармаслиги айланиш частотаси ростлагичига 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 дизел тезлик тармоғига ўтадиган бўлса, иш жараёнининг кўрсаткичлари муфтанинг инерционлиги туфайли ҳам ўзгариши мумкин.

Тезлик режими тез ва анча ўзгарганда киритиш тизимидаги пульсация ходисалари жадаллашади, натижада киритиш тактида босимнинг ва насос бажарадиган ишнинг исрофи ортади, шунингдек цилиндрларнинг тўлиш даражаси стационар шароитдагидан камаяди. Ҳароратнинг ўша пайтдаги иш режимига мос келмаслиги сўхта ҳосил бўлишининг ҳамда иссиқлик деворларга ўтиб исроф бўлишининг кучайишида намоён бўлади. Вал айланишнинг 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 ёнилги сарфи барқарорлашган режимдагига қараганда 20 % гача ортади.



20.2-расм. ИЕД нинг нотургун ишлашида тезлик характеристикалари:
 а-босим остида киритиш усули қўлланилмаган дизел учун; б-бензинли, айланишлар
 частотаси ростланадиган ИЕД учун: 1-тезланиш $dw/dt = 50 \text{ рад/с}^2$; 2-статик; 3-секинланиш
 $dw/dt = 50 \text{ рад/с}^2$

Номинал режимда $M_{\text{кmax}}$ қийматини M_e нинг қиймати билан чеклаш ва ўта юкланишларни бартараф қилиш ҳисобиға дизелнинг юкланишини оптималлаштириш орқали барқарорлашмаган режимларнинг ИЁД нинг техник-иқтисодий кўрсаткичларига салбий таъсирини камайитириш 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 двигател характеристикаларининг мос келмаслиғига олиб келади. Бу номувофиқлик двигателнинг шиғов олиши ва секинлашувида намоён бўлади. Агар ИЁДнинг 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 кичиклашувиға олиб келади, натижада ишлатилган газларда тутун миқдори кўпаяди, иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади ҳамда қувват камаяди. Бундай шароитда қувват барқарорлашган режимдағига нисбатан 20 % га қадар камайиши мумкин. Бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг тезлик характеристикаси бўйича мослашувчанлик коэффициенти 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 сифатига, шунингдек цилиндрларнинг тўлиш даражаси камайишиға ва у билан боғланган M_e қийматига катта таъсир кўрсатади. Бу шароитда тўлдириш коэффициенти стационар режимдағига қараганда 20%, N_e эса 25% ва бундан ортиқ камайиши мумкин. Карбюраторда аралашма оқимининг кескин пульсацияланиши аралашма ҳосил бўлиш тарзини ўзгартиради, аралашмадағи ёнилғи ва ҳавонинг ўзаро ажралишиға сабаб бўлади. Киритиш тизими деталларининг иссиқлик инерцияси босим пульсацияланганда ўзгарадиган суяқ зарралар миқдори ва ёнилғи пардасининг ўз вақтида буғланишини таъминлай олмайди. Натижада цилиндрларға келаятган ёнувчи аралашманинг бир жинслилиги камаяди. У ёнилғи қўшилиб суяқлашади ва стационар режимдағига нисбатан цилиндрларға нотекисроқ тақсимланади. Тўлдиришнинг

ёмонлашуви туфайли сиқилиш такти охирида аралашма ҳолати кўрсаткичларининг пасайиши унинг суюкланиши билан қўшилиб, иссиқлик ажралиб чиқиш даврининг қўзилиб кетишига ҳамда индикатор иссиқликдан фойдаланиш даражасининг ёмонлашувиға, шунингдек захарли ҳисобланган СО ва СН лар чиқишининг кўпайишиға олиб келади. Бунда солиштирма ёнилғи сарфи 25—30 % ва бундан кўп ортади. Цилиндрларға суюқ ёнилғи кириши деталларнинг ейилишини жадаллаштиради. Ўт олдиришни илгарилатиш тузилмаларининг инерционлиги ва аралашма таркибининг бузилиши баъзан детонация содир бўлишиға олиб келади. Агар ИЁД ташки юкланиш тез-тез ўзгариб турадиган шароитда режимни барқарорлаштириш учун мўлжалланган айланиш частотаси ростлагичи билан ускуналанса, киритиш тизимидаги пульсация ҳодисалари ва улар билан боғлиқ N_e нинг пасайиши ҳамда аралашма ҳосил бўлишининг бузилиши янада кучаяди. Бунга дроссел-заслонка вазиятининг тез-тез ўзгариши сабаб бўлади. 20.2-расмда айланиш частотаси ростлагичи бўлган карбюраторли ИЁДнинг динамик ва статик тезлик характеристикалари кўрсатилган. Кўриниб турибдики, барқарорлашмаган режимда M_e барқарорлашган режимдагидан (ИЁД шигов олаётганда ҳам, секинлашаётганда ҳам) пастроқ бўлар экан. Шундай қилиб, бензинда ишлайдиган карбюраторли ИЁДлар ташки юкланишлар тез ва катта миқдорда ўзгарадиган шароитда ишлашға дизелларға қараганда камроқ ярайди ва N_e бир хил бўлгани ҳолда ёнилғини 50% кўп сарфлайди. Шигов 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 шигов олиш жадаллиги кўп жиҳатдан ундаги куч агрегатининг сифатларига боғлиқ бўлиб, умумий самарадорлик ва иш унумига таъсир кўрсатади. Шигов олиш вақти энг қисқа бўлиши учун акселератор педалини охиригача тез босиш керак, натижада ИЁД ташки динамик тезлик характеристикасига ўтади. Бу ҳолда двигател иш жараёнининг кечиш ва иш кўрсаткичлари ўзгаришининг ўзига хос хусусиятлари яққол намоён бўлади. Шигов олиш жараёни учун кетма-кет келадиган цикллар вақтининг тобора қисқариб бориши, деталлар (биринчи галда, ёниш камерасини қуршаб турган деталлар) ҳароратининг узлуксиз равишда кўтарилиб бориши ва ўхшаш шароитларда стационар режимда ишлашға хос бўлган даражадан паст бўлиши ҳосдир. Дизелда ёнилғи насоси рейкасининг тез сурилиши натижасида цикл давомида узатиладиган ёнилғи миқдори кескин ортади, лекин ҳавонинг цикллиқ 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_e барқарорлашган режимдагидан пасаяди (хатто ИЁД 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 зиёдлашади. Турбинадан босим остида ҳаво киритиладиган дизелларда акселератор педалани тез босганда шиғов олишга, двигател 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 ИЁДнинг кабулчанлиги 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 дроссел-заслонканинг тез очилиши шунга олиб келадикки, инерцияси ёнилғиникидан камроқ бўлган ҳаво биринчи бўлиб цилиндрларга киради ва бошланғич босқичда аралашманинг суюқлашишига сабаб бўлади. Карбюраторнинг тезлатиш насоси ўз вақтида ҳаво оқимида маълум миқдорда ёнилғи пуркаб бу камчиликни қисман бартараф этади. Аммо дроссел-заслонканинг очилишида киритиш тизимидаги 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 ёнишнинг биринчи босқичи узаяди, иссиқлик ажралиб чиқиш жараёни эса чўзилиб, шунга яраша индикатор ф. и. к. кичиклашади. Шиғов олишда иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичларининг ёмонлашувида учкун беришни илгарилатиш бурчаги суюқлашган аралашманинг талабларига мос келмаслиги, шунингдек ўт олдиришни илгарилатувчи автоматик

тузилмаларнинг инерционлиги сабаб бўлади. Натижада, шифов олишда бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг кўрсаткичлари дизелларнинг барқарор режимлардаги кўрсаткичларидан кўпроқ ёмонлашади. ИЕДнинг қуввати 10-15 %, самарали ф.и.к. эса 15-30 % камаяди. Иш жараёнида машинани двигател билан тўхтатиш учун двигател 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 барқарор режимдагига нисбатан бирмунча кўтарилиши кузатилади, холос.

Бензинда ишлайдиган карбюраторли двигателларнинг секинлашуви дроссел-заслонканинг ёпилиши натижасида рўй беради. Бошланғич даврда айланиш частотаси анча юқори, киритиш тизимининг деталлари эса иссиқ бўлганидан, трубадаги катта сийракланиш деворлардаги суяқ парданинг тез буғланишига сабаб бўлади. Бу ҳол салт ишлаш тизими орқали ёнилғи узатилишининг кучайиши билан қўшилиб, иш аралашмасининг ўта қуюқлашувига, унинг чала ёнишига ҳамда атмосферага СО, СН ва альдегидларнинг чиқарилиши кўпайишига олиб келади. Бу турдаги жараёнда кўп содир бўлиб турадиган мажбурий салт ишлаш атмосферанинг захарли моддалар билан ифлосланиши ва ёнилғи тежамкорлиги ёмонлашуви нуқтаи назаридан, карбюраторли двигателнинг энг номақбул иш режимларидан бири ҳисобланади. Замонавий ИЕДлар карбюратори мазкур режимларда захарли моддалар чиқишини ва ёнилғи сарфини камайтирадиган махсус тузилмалар билан жиҳозланади (10- бобга қаранг).

Киритиш тизимида дроссел-заслонканинг борлиги туфайли, бензинда ишлайдиган двигателлар транспорт машиналарни секинлатишда (тўхтатишда) дизелларга қараганда самаралироқдир. Секинлатиш учун мунтазам равишда дизеллардан фойдаланиладиган бўлса (айниқса, тоғ шароитида ишлаганда), уларнинг киритиш ёки чиқариш тизимига дроссел-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 харорати совитувчи суюкликка иссиқлик ўтишини кескин оширади ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради. Ёниш соҳасидан иссиқлик олиб кетилишининг кучайиши газнинг хароратини пасайтиради, реакциялар тезлигини секинлаштиради, оксидланиш тўлиқлигини камайтиради ва чала ёниш маҳсуллари (углеводородлар, альдегидлар, курум) пайдо бўлишига ва уларнинг ишлатилган газлар билан чиқиб кетишига шароит яратади. Натижада атмосферага захарли моддалар чиқиши ортади, деталлар сиртининг лок, сўхта босиши, коксланиши тезлашади. ИЁДнинг кўриб чиқиладиган режимларининг салбий таъсири кўп жиҳатдан иш жараёнининг ташкил қилиниши ва унинг амалга оширилиш хусусиятларига боғлиқ.

Бензинда ишлайдиган ИЁДлар одатда электр стартерлар ёрдамида, кичик қувватлилари эса юргизиб юбориш дастаси воситасида қўл билан ишга туширилади. Ишга туширишда тирсақли 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 трубазида ҳаво оқимининг кичик тезлиги цилиндрларга йирик томчиларнинг пуркалиши учун етарли бўлмайди ва улар трубанинг совуқ деворларига тез ўтириб, суюқ парда ҳосил қилади. Цилиндрларга боровчи газли аралашма эса ҳаддан ташқари суюқлашиб, ўт олдиришнинг ишончлилигини таъминлай олмайди.

Карбюраторларда қўлланилувчи ишга тушириш тузилмалари ёнилғи узатилишини жадаллаштириб, аралашманинг цилиндрларда аланга олиши ва ёнишини таъминлайди, аммо айна пайтда, киритиш тизимида суюқ парда микдорининг ортишига сабаб бўлади. Цилиндрларда дастлабки чакнашлар бўлганидан кейин деворлар харорати кўтарилади, бу эса ёнилғининг, шу жумладан, парда ҳолатидаги ёнилғининг ҳам буғланишини тезлаштиради. Карбюратор узатган суюқ ёнилғи ва буғланган ёнилғининг циклдан-циклга ўзгариб боровчи нисбати газ аралашмасининг таркибини нотурғун қилади, унинг цилиндрларга тақсимланишини кийинлаштиради ва ёмонлаштиради, бу эса аралашманинг электр учкундан аланга олишига ёмон таъсир қилади, цикллар оралиғида ёнилғининг бир хиллиги бузилишига ва чакнашлар бўлмаслигига олиб келади. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг ёнувчи аралашманинг ўзгарувчи таркибига мос келмай қолиши циклда иссиқликдан фойдаланишни янада ёмонлаштиради. Ишга туширишда аралашма ҳосил бўлишидаги камчиликлар атмосферага чиқариладиган чала оксидланиш маҳсуллари микдорини ошириб юборади. Ёнувчи аралашманинг ишончли ўт олиши ва ёниш сифати валнинг айланиш

частотаси ортиши билан яхшиланади, чунки бунда киритиш тизимида сийракланиш зиёдлашади ҳамда карбюратор диффузорида хавонинг ҳаракатланиш тезлиги ошади, натижада жиклёрларда ёнилғининг пуркалиш сифати яхшиланади ва суёқ зарраларнинг буғланиши жадаллашади (газсимон аралашма ёнилғи билан тобора тўйиниб (қуюклашиб) боради). Сикиш охирида аралашманинг босими ва ҳарорати ҳам кўтарилади, бу ҳол ёнилғининг авж олишини осонлаштиради ва тезлаштиради. Одатда, карбюраторли ИЁДларнинг энг кичик айланиш частотаси $40\text{--}80\text{ мин}^{-1}$ атрофида бўлиб, атроф-муҳитнинг ҳарорати кўтарилганда ва ёнилғининг буғланувчанлиги зиёдлашганда камаяди.

Ишга туширишда алангаланиш ишончлилиги учкун разрядининг қуввати ортганда зиёдлашади, бунга эса транзисторли ва тиристорли ўт олдириш тизимларини қўллаш орқали эришилади. Ишга туширишда двигател валининг айланиш частотасини қуюшқоқлик-температура характеристикалари яхшиланган қуюқ ёки синтетик мойлардан фойдаланиб ошириш мумкин. Совуклайин ишга туширгандан сўнг ИЁДнинг қизишини тезлаштириш учун цилиндрларга қуюклашган иш аралашмаси берилади. Двигателнинг ҳарорати кўтарилиши билан деворлардан суёқ парданинг аста-секин буғланиши эвазига ҳам аралашма қисман қуюклашади.

Суёқ ёнилғининг буғланувчанлиги билан боғлиқ бўлган совуклайин ишга тушириш ва сўнгра қиздиришдаги қийинчиликлар газда ишлайдиган ИЁДларда бўлмайди. Улар учун мазкур режимларнинг ейилиш ва хизмат муддатига кам салбий таъсир кўрсатиши ҳам ҳосил. Дизелларда совуклайин ишга тушириш иш жараёнига бензинда ишлайдиган двигателлардагига қараганда кучлироқ таъсир қилади. Шунга яраша, ишга тушишнинг ишончлилиги муаммоси ҳам мураккаблашади. Сикиш жараёнида янги заряднинг жадал совиши ва поршен ҳалқаларидаги нозичликлар орқали янги заряднинг сизиши ортиши сикиш охиридаги босим ҳамда ҳароратни кескин пасайтириб юбориб, пуркалган ёнилғининг аланга олишини қийинлаштиради. Ишга тушириш чоғида валининг кичик частота билан айланиши ёнилғининг қоникарли пуркалиши учун зарур пуркалиш босимини таъминлай олмайди. Ишга туширишнинг бошланғич даврида пуркаш тизимида ортикча босим бўлмайди. Шу сабабли ишга туширишда узатиладиган ёнилғининг бир қисми юқори босимли ҳажмини тўлдириб турган ёнилғининг сикилувчанлигини қоплашга сарфланади. Совуқ ёнилғи қуюшқоқлигининг юқорилиги ва сирт таранглиги унинг тўзитилиши ҳамда ёниш камераси ҳажмида таксимланишини 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. Дизел тақиллаб, тутун чиқариб ишлайди ва атмосферага чиқариладиган захарли моддалар миқдори кўпаяди.

Ишга туширишнинг ишончлилигини 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 ифлосланиши кескин ортади. Шунингдек, ёниш камерасининг деворларини сўхта босиши жадаллашади.

Совуқлайин ишга тушириш ва бундан кейинги иш бошланғич 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 поршен деворининг хароратига боғлиқ бўлади. Ишга туширишда поршен деворининг харорати паст бўлиши эса ёнилғининг буғланишини кечиктиради ва унинг ёнишга тайёрланиш жараёнини бузади. Натижада ёниш ёмонлашади, атмосферага чала оксидланиш маҳсуллариининг чиқиши кўпаяди, ишга тушишнинг мунтазамлиги пасаяди. Ёниш камералари ажратилган дизелларда атроф деворларининг нисбатан катта юзалари орқали иссиқлик таркалиш тезлигининг юқорилиги совуқлайин ишга туширишда биринчи чақнашлар бўлишини анча кийинлаштиради ва қизиш давридаги кўрсаткичларни ёмонлаштиради. Шу сабабли бундай дизеллар, одатда, совуқлайин ишга тушириш учун мўлжалланган махсус тузилмалар билан ускуналанади. Дизелларни ишга туширишни осонлаштираш учун турли чора-тадбирлардан кенг фойдаланилади. Улар тирсакли вални айлантирашга бўладиган қаршиликни камайтиришга ва аралашманинг цилиндрларда аланга олиш шароитини яхшилашга қаратилган. Мазкур

чораларнинг биринчи туркумига ИЁДларни бошқа энергия манбаидан ишга тушириш даври олдидан клапанларни очиш механик тузилмалари — декомпрессорлар билан ускуналаш киради. Бу ҳол талаб этилаётган қувватни камайитириш ва валнинг айланиш тезлигини ошириш имконини беради. Картердаги мойни иситиш қурилмаларидан фойдаланиб ҳам шу мақсадга эришиш мумкин. Мазкур қурилмалар одатда совитиш тизимидаги иситкич билан бирга қўлланилади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларда бўлгани каби, қовушқоқлиги температура характеристикалари яхшиланган, яъни қовушқоқлиги 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 ИЁДларда 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 чакнашларнинг пайдо бўлиши эфирлар асосида олинган учувчан ва салга алангаланадиган суюқликларни махсус тузилмалар ёрдамида кираётган ҳавода тўзитиш йўли билан тезлаштирилади. Бензинда ишлайдиган ИЁДларни атроф ҳавосининг ҳарорати паст бўлган шароитда ишга туширишни осонлаштириш учун шунга ўхшаш тузилмалар ишлатилади.

Ушбу туркумга тегишли энг самарали тадбирларга ИЁДнинг совитиш тизимидаги суюқликни яқка тартибдаги ёки группавий иситиш тузилмалари ёрдамида иситишни кўрсатиш мумкин. Бунинг эвазига газнинг деворларга тегиб совиши камаяди, сиқиш охирида янги заряднинг кўрсаткичлари катталашади, пуркалгандан сўнг ёнилгининг исиши ва бугланиши тезлашади. Яқка тартибдаги тузилма қозондан иборат бўлиб, у электр токидан ўт олувчи ёнилғи горелкаси воситасида қизийди ва ИЁД нинг совитиш тизимига туташади. Ёниш маҳсулларини двигател картерининг поддони орқали ўтказиб, мойнинг температураси оширилади.

Группавий тузилмалар машиналар очик усулда сақланадиган паркларда қўлланилади ва ИЁДларнинг совитиш тизимларини марказлаштирилган иситиш тармоғига улашни ва иссиқ сув ёки буғни ғилофлар орқали ўтказишни кўзда тутати. Бундай тизимлар очик усулда сақланадиган машиналарнинг бензинда ишлайдиган двигателларини ҳам ишга

туширишни осонлаштиришда қўлланилади. Сиқиш даражаси оширилганда дизелларнинг ишга тушиш ишончилиги ортади. Бунда заряднинг сиқиш охиридаги кўрсаткичлари зиёдлашади, бу эса ёнилғининг ўз-ўзидан аланга олишини осонлаштиради. Бирок, айти пайтда тирсақли вални айлантириш учун зарур бўлган буровчи момент ҳам катталашади.

Дизеллар одатда электр стартерлари билан ишга туширилади. Уларнинг қуввати бензинда ишловчи двигателларникидан каттарок бўлиши керак. Ишга тушириш даврида вали дизелнинг тирсақли 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 тизимлари 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 тезлаштиради ҳамда қиздирилмаган ҳолатдаги ишининг унинг ишончилиги ва хизмат муддатига салбий таъсирини камайтиради. Бундан ташқари, ишга тушириш двигателининг ишлатилган газларидан дизел картерини иситиш, қиздириш даврида деталларнинг мойланиш шароитини яхшилаш учун фойдаланилади. Атроф ҳавосининг ҳарорати $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ бўлганда ёниш камераси ажратилмаган дизеллар валининг ишга тушишидаги энг кичик айланиш частотаси $100\text{--}150\text{ мин}^{-1}$ атрофида, ёниш камераси ажратилган (чўғланма свечалари қўлланиладиган) дизелларда эса $150\text{--}200\text{ мин}^{-1}$ 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 ИЁДларнинг умумий 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 $10\text{--}15\%$ қўпроқ тежайди, шу боис улар кўриб чиқиладиган туркумдаги машиналар юритмалари учун энг кўп қўлланилади. Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларга қараганда

дизелларнинг ёнилғини тежамлироқ сарфлашига асосий сабаб шуки, уларда сиқиш 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 қаршилиқлар анчагина ва кескин ўзгариб турадиган шароитда, шифов олишда, шунингдек машинани двигател билан секинлатишда ва салт ишлашда ҳам дизеллар иссиқликдан фойдаланиш ҳамда бошқа кўрсаткичлар бўйича афзалликларга эга. Буларнинг ҳаммаси муайян иш шароитида ўшандай қувватли, бензинда ишлайдиган кабюраторли ИЁДларга нисбатан ёнилғининг кўпроқ (15—35%) тежалишини таъминлайди. Дизел ёнилғиси ҳатто ўртача сифатли бензиндан арзонроқлиги туфайли ҳам ёнилғини тежаш бўйича афзаллиги ортади. Дизеллар, агар ҳавода жоиз миқдори ҳисобга оладиган бўлсак, атмосферага чиқариладиган захарли моддаларнинг умумий солиштирма миқдори бўйича ҳам бензинда ишлайдиган ИЁДларга қараганда афзалликка эга. Бу афзаллик машиналар турли конларда, ёпиқ хоналарда ва шамоллатилиши чекланган бошқа жойларда ишлаганда катта аҳамиятга эга. Бирок, чиқариладаган 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 моторресурси кўпроқ ва фойдаланиш давомида уларнинг ишламай қолиши камроқ бўлади. Дизелларни турли машиналарда қўллаш мумкинлиги ИЁДларнинг унификацияланган тип-ўлчамли каторини яратиш имконини беради. Бу тип-ўлчамлар цилиндрлар сонини, босим билан ҳаво киритиш кўрсаткичларини, айланиш частотасини ўзгартириш ва мос ростлашларни танлаш, шунингдек турли мақсадларга мўлжалланган, иш унуми турлича бўлган ҳар хил машиналар эҳтиёжларини қондирувчи конструктив ҳамда техник кўрсаткичларни танлаш ҳисобига мавжуд қувватнинг кенг доирасини қоплайди. Бу ҳол деталлар, узеллар ва агрегатларнинг ўзаро алмашинувчанлиги эвазига иш унуми ва фойдаланиш харажатларини камайтириш имконини беради. Дизелларнинг айтиб ўтилган афзалликлари улардан кишлоқ хўжалик ва саноат тракторларида, йўл қурилиш, ўрмон-

мелиорация ҳамда кишлок хўжалик машиналарида, юк кўтарувчанлиги катта ва ўртача бўлган автомобилларда кенг қўламда фойдаланишни таъминлади. Лекин дизеллар камчиликлардан ҳам ҳоли эмас. Металл кўпроқ ишлатилгани учун улар бензинда ишлайдиган ИЁДларга қараганда 1,5—2 барабар оғирроқ, габарит ўлчамлари ҳам каттароқ, литрли қуввати 1,4—1,8 марта камроқ (ҳаво босим остида киритилмайдиганлари), ишлаб чиқариш қўлами 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 тургунроқ ишлайди, бу эса машиналарни бошқаришни осонлаштиради. Улар ишлаганда чиқарадиган шовқини дизелларникидан пастроқ, шу сабабли улар билан ускуналанган машиналар қулайроқ бўлади ва бундай машиналарда шовқинни пасайтиришга камроқ харажат қилинади. Шу туфайли, бензинда ишлайдиган ИЁДлар 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 қурilmаларида (юк кўтарувчанлиги ўртача ҳамда кичик бўлган автомобиллар, енгил ва махсус автомобиллар, автобуслар ва ҳоказо) бензинда ишлайдиган ИЁДлар ўрнига ёниш камералари ажратилмаган ва ажратилган тезюрар дизеллардан фойдаланишга мажбур қилмоқда.

20.2.2. Газда ишлайдиган ИЁДлар

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 чиқилаётган туркумдаги машиналар двигателларида газ ёнилғилардан тобора кенг фойдаланилмоқда. Газда ишлайдиган ИЁДлар асосан йирик шаҳарлар, саноати ривожланган мар-казларда, шунингдек табиий нефт ёки саноат газларига бой бўлган районларда қўлланилади. Ёнувчи газлар учкундан ўт олдириладиган ИЁД ларда кўпроқ, дизелларда эса камроқ қўлланилади. Бензинда ишлайдиган ИЁДлар газда ишлашга ўтказилганда, уларда бир ёки икки ёнилғили таъминлаш тизими қўлланилиши мумкин. Икки ёнилғили тизим қўлланилганда двигател ё газда, ёки дастлабки суюқ ёнилғи — бензинда ишлаши мумкин. Бу ҳол

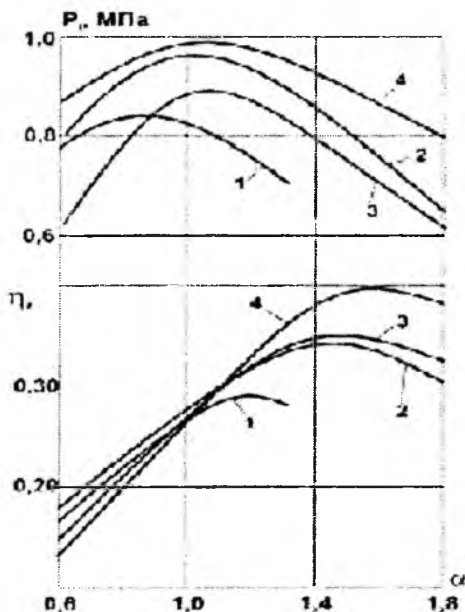
транспорт машинасидан газ билан тўлдириш станциялари жойлашган райондан ташқарида фойдаланишга имкон беради. яъни бунда машина универсал ва ишлатишга қулайроқ бўлади. Бир турдаги ёнилғидан фойдаланилаётганда ҳайдовчи ўтирган жойидан бошқа хил ёнилғининг узатилишини тўхтатиб қўяди. Бу ҳолда бензин карбюраторига газ аралаштиргич ўрнаилади, ИЁД эса энг кам конструктив ростлаш ўзгартишлари билан газда ишлашга мослаштирилади.

Бу вариант газда ишлаш учун унча тўғри келмайди, чунки ИЁД бензинда ишлашга мослаб созланган бўлади ва газнинг мотор ёнилғиси сифатидаги имкониятларидан тўлиқ фойдаланилмайди. Шу сабабли, ИЁД газда ишлаганда унинг кўрсаткичлари бензинда ишлагандагидан ёмонроқ бўлади, чунончи, қуввати 15—35 % камаяди, шунга яраша ёнилғи тежамкорлиги ҳам ёмонлашади. Қувват камайишининг асосий сабаби газ-хаво 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 тизим қўлланилганда ИЁД газда ишлашга кўпроқ мослашади. Бу ҳолда сиқил даражаси бензинда ишлайдиган двигателникига қараганда 2—3 бирликка оширилиши мумкин, бунинг эвазига циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади, аралашманинг ёниш тезлиги ортади ва қувват катталашади. Киритиш трубасининг кераксиз кизиши баргараф этилса, цилиндрларнинг тўлиш даражаси ортади. Газ таксимлаш фазаларини ўзгартириш ва ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини катталаштириш ҳам мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин, чунки газ-хаво аралашмаси алангасининг тезлиги бензин-хаво аралашмасиникидан пастроқ бўлади. Газ-хаво аралашмасини тартибсиз ҳаракатланадиган қилпиш, ёниш камерасини ўзгартириш (модификациялаш) ва ўт олдиришни жадаллаштириш (битта цилиндр учун иккита свеча қўллаш, учкун разряди қувватини ошириш) ҳисобига ижобий самарага эришиш мумкин.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁДларни бензинда ишлашдан суюлтирилган пропан-бутан газларида ишлашга осонгина ўтказиш мумкин. ГОСТ 20448—80 бўйича тайёрланган пропан-бутанли стандарт ёнилғидан иборат стехнометрик аралашманинг ёниш иссиқлиги бензин-хаво аралашмасиникига яқин бўлиб, ИЁД 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 юқориروқлиги (мас равишда 90—92 ва 100—105 ни ташкил этади) эни 9—10% гача катталаштиришга имкон

берилади, бу эса қувватнинг 15—20% ошишини ва иссиқликдан фойдаланишининг бензинда ишлагандагидан яхшилланишини таъминлайди (20.3-расм).

Пропан-бутан аралашмасининг қувват бўйича таркиби стехиометрик таркибга яқиндир, шу сабабли энг юқори қувватни олиш учун уни қуюклаштириш талаб қилинмайди, бу эса, бир томондан, индикатор ф. и. к. ни яхшиласа, иккинчи томондан, чиқариладиган захарли моддаларнинг камайишига сабаб бўлади. Бунда катта юкланишларда ёнилғининг тежалиши жиҳатидан мақбул ҳисобланган сифат бўйича ростлашни қўллашга имконият туғилади. Самарали суюклашиш қўйи концентрацион чегарасининг бензин-ҳаво аралашмасиникига қараганда юқорироқлиги дросселлашда анча суюқ аралашмаларда ишлашга имкон берилади, бу ҳам иш режимларида ёнилғининг тежалишини оширади. Пропан-бутан газида ишлаганда автомобилнинг юк кўтарувчанлиги ва юриш запаси бензинда ишлагандагидек бўлади.



20.3-расм. ЗИЛ-130 двигателінің бензин ва газ ёнилғисіда ишлашдагі кўрсаткічлари: 1-бензин; 2-суюлтирилган газ; 3-табиий газ; 4-моделли синтез газ (ε - 10% катталашган)

Юкори калорияли сиқилган газлардан (масалан, 23—50 минг кЖ/м³ гача калорияли табиий метан, кон, нефт газларидан) ҳамда ўртача калорияли саноат газларидан (чунончи, 15—23 минг кЖ/м³ калорияли кокс, ёритувчи газ, синтез-газдан) фойдаланилса, тегишлича конструктив-ростлаш тадбирлари воситасида ИЁДнинг қувватини ва ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичларини бензинда ишлайдиган ИЁДларникига қараганда ошириш имкони туғилади (23.3-расмга қаранг). Мазкур тадбирларнинг двигателни газда ишлашга мослашдаги моҳияти пропан-бутан аралашмаларидан фойдаланишдагидек бўлади. Бирок, 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 ИЁДларини 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 аппаратурасини 5—6 марта енгиллаштириш имконини беради. Аммо ҳозирги вақтда суюлтирилган газ жуда қиммат ва ишлаб чиқариш жиҳатидан мураккабдир. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда бензин ўрнига газ ёнилғилар қўлланилганда атмосферага чиқариладиган азот оксиди ва СН миқдори 1, 5—2 баравар, СО эса 3—5 марта камаяди. Газ-ҳаво аралашмаларида таркибида бензинда ишлагандаги каби ёнувчи аралашма бўлган суюқ зарраларнинг йўқлиги (двигателнинг ёки атроф-муҳитнинг ҳарорати паст бўлган шароитда) қартер мойининг суюқланишига ва цилиндрлар деворларидаги мой пардасининг ювилиб кетишига барҳам беради, шунингдек деталлар сиртидаги сўхта миқдорини камайтиради. Оқибатда ишқаланувчи юзаларнинг ейилиши камаяди, ИЁДнинг моторесурси суюқ ёнилғида ишлагандагига нисбатан 30—50% ортади, мойнинг хизмат муддати 2—2,5 баравар узаяди.

Газ ёнилғиларнинг цетан сони паст бўлади ва шу сабабли дизелларда фойдаланиш учун унча ярамайди. Шунга қарамай, ёниш камерасига оз миқдорда дизел ёнилғисининг ўт олдириш порцияси билан биргаликда берилиши мумкин. Бу ҳолда газ (шу жумладан пропан-бутан гази ҳам) киритиш тактида ҳаво билан аралашма ҳолида, аралаштиргичли киритиш тизими орқали узатилади. Дизел ёнилғиси одатдагидек сиқиш охирида, ёнилғи узатувчи аппаратлар ёрдамида пуркалади. Ўт олдириш ёнилғисининг миқдори дизел фақат суюқ ёнилғида ишлагандаги энг қўп

узатишнинг 5—15 % ини ташкил этади. Одатда, кичик юкланиш билан ва салт ишлаганда ИЁДнинг кўрсаткичлари одатдаги дизел жараёнига нисбатан ёмонлашади ва газ узатиш тўхтатилади. Газ-дизел жараёни бўйича икки ёнилғида ишлаш дастлабки суюқ ёнилғида ишлагандагидек ёки ҳатто ундан каттароқ қувват ҳосил қилишга имкон беради. Дизел ёнилғисининг умумий сарфи (берилган иссиқлик миқдори бўйича) тахминан 20 % ни ташкил этади. Шундай қилиб, асосий иш газда бажарилади. бу эса суюқ дизел ёнилғисини тежашга имкон беради. Газ-дизел жараёни бўйича ишлаш мойнинг хизмат муддатини узайтиради ва ИЁДнинг ейилишини бирмунча камайтиради, чунки бунда деталларни сўхта босиши ва бошқа чала ёниш маҳсуллари чўкиндиларининг пайдо бўлиши камаяди. Ишлатилган газларнинг тутунлилик даражаси ҳам камаяди, лекин айтиб ўтиш керак, атмосферага чиқариладиган ёнмай қолган углеводородлар миқдори кўпаяди. Бу ҳодиса кичик юкланиш билан ишлаганда аниқроқ кучаяди. Бундан ташқари, ИЁДни газ-дизел 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 ИЁДлар

Кўриб чиқилаётган машиналар двигателларининг аксарияти ҳозирги вақтда суюқлик билан совитилади ва бунда совитиш суюқлиги сифатида кўпинча сув ишлатилади. Ҳаво билан совитиш эса, аниқроқ, сув танқис бўлган иссиқ иқлимли районларда қатор афзалликларга эга (17-бобга қarang). Суюқлик билан совитиладиган ИЁДлардан фойдаланиш сермехнат иш бўлиб, техник хизмат кўрсатишга катта харажатлар қилишни талаб этади, чунки бунда совитиш суюқлигининг камини тўлдириб туришга, алмаштиришга, тизимни ювиб, тошини кетказишга, совуқ вақтларда эса сувни тўкиб ташлаш ва қайтадан қуйишга тўғри келади.

Ҳаво билан совитиладиган ИЁД 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 циркуляцион суюқлик насоси ва суюқлик запасининг йўқлигидан куч агрегати кўп ҳолларда енгил бўлади. Ҳаво билан совитиладиган двигателларда яқка тартибдаги цилиндрлар ва цилиндр устёпмалари қўлланилади, бу эса ҳар хил қувватли ИЁДларнинг унификацияланган ўлчамли қаторларини яратишни осонлаштиради, шунингдек элементлар тайёрлашни, двигателни тузатишни ҳамда бузилган

деталларни алмаштиришни содалаштиради. Бирок 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 шовкинли жараёнлардан фойдаланиш ва уларни тегишлича сошлаш натижасида шовкин даражаси бензинда ишлайдиган ИЁДнинг шовкин 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. Кучайтирилган двигателларда цилиндрлар устёпмаларининг дарз кетиши ва форсункалар тўзиткичларининг ўта қизиб кетиши ана шу қисмларни умумий мойлаш тизимидан мой ёрдамида совитиш орқали бартараф этилди (масалан, 17.7-расм, б га қаранг). Ҳаво билан совитиладиган двигателларни транспорт машиналарида ишлатиш натижасида тўпланган тажриба, уларнинг ишончлилиги ва моторресурси 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 двигател деталлари ҳароратининг юқорилиги ишлаётганда ишқаланишга бўладиган исрофларнинг камайишига олиб келади, лекин айтини чоғда ёғлилиги яхшироқ, оксидланиш ва эскиришга лок ҳамда сўхта ҳосил бўлишга қаршилиги каттароқ бўлган юқори сифатли мойларни ишлатишга мажбур қилади. Мойнинг қуйиб исроф бўлиши ҳам юқори бўлади. Мазкур туркумдаги машиналар ҳаво билан совитиладиган замонавий дизелларининг литрли энг катта қуввати босим остида киритиш усули қўлланилмаганлиги учун 15—15,5 кВт/л ни, босим остида киритиш усули қўлланилганлари учун 17—18,5 кВт/л ни ташкил этади (катта қийматлар компрессордан кейин ҳаво оралик совитиладиган ИЁДларга тааллуқли), бу эса суюқлик билан совитиладиган мавжуд аксарият дизеллар кўрсаткичига мосдир. Бирок,

уларни янада кучайтириш (хусусан, босим остида киритиш усулини қўллаш ҳисобиға) анча қийин. Ҳаво билан совитиш тизими каттароқ қувват сарфлашни талаб қилади, бу ҳол механик исрофларнинг қўпайишиға олиб келади. Механик ф.и.к. камайиши ковушқоқ ишқаланишдаги исрофларнинг камайиши эвазига бир қадар қопланади. Аммо шу билан бирға, вентиляторнинг иш унумини, бинобарин, оралик режимларда у сарфлайдиган қувватни ростлашнинг аҳамияти ортади. Ҳаво билан совитиш ИЁДнинг цилиндрларида амалға ошадиган иш жараёниға ҳам муайян ўзгартишлар киритадики, бу унинг техник-иш кўрсаткичларида ўз аксини топади. Масалан, деталларнинг юқорироқ ҳарорати киритиш ва сиқиш тактида янги заряднинг кўпроқ қизишиға сабаб бўлади. Заряд кўрсаткичларининг зиёдлашуви дизелларда макбул ҳодисадир, чунки бунда алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради, ёнишда босимнинг кўтарилиш тезлиги пасаяди ва иссиқликнинг деворларға ўтиб исроф бўлиши камаяди. Буларнинг ҳаммаси дизелнинг «юмшоқроқ» ишлашини таъминлайди, ёниш тўлиқлигини оширади. курум ва ёнмай қолган углеводородлар чиқишини камайтиради, циклда иссиқликдан фойдаланишни яхшилади. Ишлатилган газлар ҳароратининг кўтарилиши турбинадан босим остида ҳаво киритишни қўллаш учун қулай шароит яратади. Худди ана шу сабабларға кўра ёмон буғландиган ва цетан сони кичик бўлган ёнилғиларда ишлаш имконияти яхшиланади. Киритишда заряднинг деворларға тегиб кўпроқ қизиши туфайли тўлиш коэффициенти суюқлик билан совитиладиган двигателлардагига нисбатан 1,5—2 марта жадалроқ бўлади. Ҳаво билан совитиладиган замонавий дизелларнинг ёнилғи тежамкорлиги суюқлик 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 ёнинг жоиз қийматларини чеклаб қўяди, ё бўлмаса унинг октан сонини оширишни, ёки цилиндр диаметрини кичиклаштиришни талаб қилади. Киритишда заряднинг қучли қизиши цилиндрларнинг масса бўйича тўлишининг камайишиға сабаб бўлади, бу эса суюқлик билан совитиладиган двигателлардагига нисбатан қувватнинг кўпроқ камайишиға олиб келади. Юқорида айтиб ўтилган ИЁДни N_н 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 суёқлик 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 ИЁД унинг иш унуми, тежамкорлиги, ишончилигини ва берилган ишларни бажаришга яроқлилигини қўп жиҳатдан белгилаб беради. Машиналар сифатини янада такомиллаштиришга интилиш ИЁДни ривожлантиришнинг қуйидаги йўналишларини белгилаб беради:

массаси ва ташқи ўлчамларини кичрайтирган ҳолда моторе-сурси ҳамда бузилмай ишлашини ошириш;

ИЁД 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, ИЁДни бошқарувчи ходимларнинг меҳнат шароитини яхшилаштириш;

экологик кўрсаткичларни яхшилаш (атмосферага чиқариладиган захарли моддалар миқдори, шовқин ва титраш даражасини камайтириш);

ИЁД ишлаётганда бўладиган механик ва иссиқлик исрофларини камайтириш;

ИЁДларнинг тортиш-эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш, уларни машиналарнинг ишлаб чиқариш эҳтиёжларига мослаштириш;

электрон бошқариш тизимларини қўллаш ҳисобига ИЁДнинг турли иш шароитларидаги ростилашлар ва кўрсаткичларини оптималлаштириш.

ИЁД сифатларини яхшилашнинг анъанавий йўллари (тузилишини ва тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш, янги материаллар ва ишлов беришнинг янги усулларини қўллаш, мойлар сифатини яхшилаш, иш жараёнида двигател ҳароратининг энг мақбул даражада бўлишини таъминлаш, ўлчамига етказиш-ростилаш ишларининг энг янги усулларидан

фойдаланиш ва ҳоказо) билан бир қаторда уни ривожлантиришнинг аниқ йўналишлари кўп жиҳатдан цилиндрларда кечадиган иш жараёнини ташкил қилиш хусусиятларига боғлиқ бўлиб, уларни куйида кўриб чиқамиз.

Нефтдан олинадиган стандарт ёнилғиларнинг камайиб бораётганлиги билан боғлиқ бўлган ИЁД ларни ривожлантиришнинг ўзига хос йўналиши ёнилғининг ўрнини босувчи материаллардан фойдаланишга мўлжалланган иш жараёнлари ва двигателларнинг модификацияларини яратишдан иборат.

20.3.1. Дизелларни такомиллаштириш йўналишлари

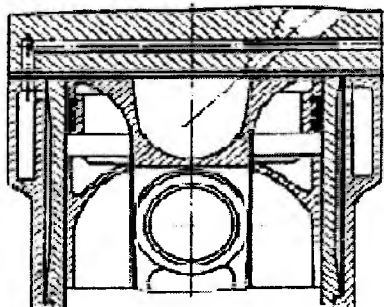
Дизеллар кўрсаткичларини яхшилашнинг асосий йўлларида бири босим остида киритиш усулидан фойдаланишни кенгайтириш ва такомиллаштиришдир. Яқин вақтларгача босим остида киритиш усули кам қўлланилар эди, чунки бунда ИЁДнинг нархи қимматлашиб кетар ва ана шу масала билан боғлиқ муаммолар (босим билан ҳаво киритиш тизимларининг самарадорлиги 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 тизимини 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 кўрсаткичлари зиёдлашаётганига қарамадан, агрегатнинг моторесурси тобора ортиб бормокда. Босим остида ҳаво киритиш фақат ИЁДнинг литрли 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-боб-га қarang). Босим остида ҳаво киритиш, шунингдек, двигател 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

тугун микдори кўпаяди, бунга турбохайдагич ва дизелнинг хусусиятлари бир-бирига мос келмаслиги сабаб бўлади. Худди шу сабабга кўра юқори айланиш частоталари соҳасида босим остида киритилаётган ҳавонинг ортикча босими юзага келади, натижада двигател деталларининг ишлаш шароити мураккаблашади ва ишқаланишдаги исрофлар ортади. Айтиб ўтилган камчиликлар босим остида ҳаво киритиш тизимини машинанинг эҳтиёжларига қараб, ИЁДнинг энг кўп фойдаланиладиган иш режимларига созлаш орқали камайтирилади. Ростланадиган босим остида киритиш тизимларидан 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 газларнинг бир қисмини атмосферага чиқариб юбориш жадаллиги ростлаб туриладиган турбохайдагичлар қўлланилади. Бундай хайдагичларнинг тузилиши содда бўлади, аммо улар босим остида киритиш тизимининг юқори самарадорлигини таъминлай олмайди, натижада двигателларнинг ф.и.к. пасаяди. Шу муносабат билан компрессордаги йўналтирувчи паррактларнинг ва турбинадаги соплоли аппаратнинг геометриясини ўзгартириш ҳисобиға жадаллиги ростланадиган босим остида ҳаво киритиш тизимларини яратиш устида иш олиб борилмоқда. Бу тадбир дизел айланиш частотасининг кенг доирасида босим остида ҳаво киритиш тизимининг ф.и.к. ни оширишға имкон беради, аммо бунда мазкур тизим мураккаблашади ва қимматлашади.

Турбинадан босим остида ҳаво киритишда хайдагич билан дизел ўртасида фақат газ орқали боғланиш мавжудлиги ИЁДнинг қабулчанлигини анчагина ёмонлаштиради. Бу камчилик катта диаметрли ғилдираклардан фойдаланилганда айниқса сезиларлидир. Бундай ғилдираклар бир турбоагрегатли, кўп цилиндрли двигателларда қўлланилади. Кўпгина машиналарнинг иш шароитига хос бўлган ўтиш ва барқарорлашмаган режимларда машиналарнинг кўрсаткичлари ва захарлилик хусусиятлари ҳам ёмонлашади. Шу муносабат билан босим остида ҳаво киритишнинг бошқа тизимларини яратиш, хусусан, юқоридаги камчиликдан ҳоли бўлган тўлқинли босим алмаштириш билан ускуналанган тизим яратиш устида тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Мазкур тизим двигателнинг паст айланиш частоталарида босим қийматлари юқори бўлишини таъминлашға ва атмосфераға чиқариладиган азот оксиди микдорини камайтиришға, ишлатилган газларнинг рециркуляциясини ростлашға, шунингдек мослашувчанлик коэффициенти катталаштиришға имкон беради. Босим

остида ҳаво киритилувчи дизеллар кўрсаткичларини яхшилашга ҳавони оралиқ совитиш катта имкониятлар яратади. Бу тадбир α ни катталаштириш ҳисобига η ни оширишга, T_2 ни камайтиришга ва деталларнинг иссиқликдан зўриқишини пасайтиришга, атмосферага чиқариладиган азот оксидлари миқдорини камайтиришга, ИЁД 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 тизимнинг нархи қимматлашиши ва турбо-хайдагичнинг сарфлаш хусусиятлари ёмонлашуви билан боғлиқ. Босим остида ҳаво киритиш кўрсаткичлари зиёдлашуви билан ҳавони оралиқ совитишдан фойдаланиш кенгайиб бормоқда. Босим остида ҳаво киритишдан кенг фойдаланилиши ва унинг жадаллиги ортиши кўпинча номинал режимда двигателнинг айланиш частотаси камайтиришга олиб келади, бу эса шовқин ва деталларнинг ейилишини камайтиради, шунингдек зарур моторресурсни таъминлайди.



20.4-расм. “Elko” дизелининг ёниш камераси

Замонавий двигателларда иссиқликдан фойдаланиш юқори даражада бўлишга қарамай, ёнишдаги иссиқлик исрофларини 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 масофада айланага ўтказилган уринма бўйича бир соплולי тўзиткич орқали ёнилғи пуркалади.

Ёниш камераси поршеннинг чўян тубида жойлашган. Камеранинг иссиқлик ўтказмайдиган қилингани, ҳавонинг яхши айланиши ва ёнилғи

пуркаш даврининг қисқалиги ҳатто цилиндрларнинг ўлчамлари кичик бўлганда ҳам тўлиқ юкланиш билан ишлаганда ёнилғининг солиштирма 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. Поршен 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 йўлларига мисол сифатида иссиқлик ўтказмайдиган ёниш камераси ёрдамида дизел (адиабат дизел) яратишга интилишни кўрсатиш мумкин. Бунда иссиқлик ўтмайдиган қилиш учун поршен туби, гильзанинг юқориги қисми, цилиндрлар устаёпмасининг плитаси ва клапанлар керамика билан қопланади. Бу тадбир ёниш давомида иссиқликнинг совитиш тизими 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 ИЁДда 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 тизимларини соддалаштириш мумкин. Аммо турбина-поршенли куч агрегатини катта қувватли (юзлаб кВт) қурилмаларда қўллаш мақсадга мувофиқ, чунки бундай қурилмалар мураккаблигининг ортиши ва нархининг қимматлашуви самарадорликнинг ортиши ва ёнилғи сарфининг камайиши билан қопланиб кетади. Бундай дизелни ишлаб чиқаришга жорий этишдаги асосий муаммо қопламалар керамик материалнинг механик ва иссиқликка чидамлилиги масаласидан иборатдир. Бензинда ишлайдиган ИЁДларнинг бошқариш тизимларида 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 тизимлар атроф-муҳитнинг ҳарорати ва босимини, босим остида киритиладиган ҳавонинг босими ҳамда ИЁДнинг иссиқлик ҳолатини ҳисобга олган ҳолда бошқариладиган кўрсаткичларни беришга имкон беради. Деярли инерцион бўлмаган бундай

тизимлар ўтиш ва бар-қарорлашмаган режимларда, шу жумладан, ишга тушиш ва кизиш даврида кўрсаткичларнинг керакли қийматларини танлайди. Бошқарувчи сигналларни электрон тизимлар ИЁДнинг аниқ иш шароити ҳақида датчиклардан олинган ахборотни микропроцессор хотирасига жойланган энг мақбул кўрсаткичлар 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 ИЁДларни 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, ИЁДнинг 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 яратади. Бунда цикл ф.и.к. да термодинамик жиҳатдан ютуқ бўлишидан ташқари, сиқиш даражасининг ортиши ёниш реакцияларининг жадаллашувини, аланганинг тезлиги ортишини ва аралашманинг ёндирилиши барқарор бўлишини таъминлайди, бу эса ҳавонинг ортиқчалиги кўп бўлганда, яъни тўлиқ ва қисман юкланиш режимларида ишлашга имкон беради. Натижада циклда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ва атмосферага СО чиқарилиши камаяди. Ёниш жараёнида аралашманинг маълум йўналишда ҳаракатланишининг тезлашуви занжирли реакциялар узиладиган девор яқинидаги қатламнинг қалинлигини камайтиради. Оқибатда ёнмай қолган углеводородларнинг ишлатилган газлар билан бирга чиқиб кетиши камаяди.

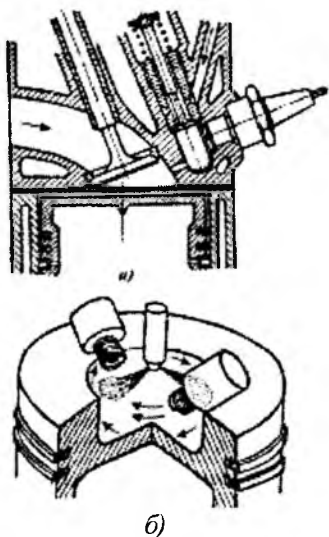
Ана шу афзалликларни ҳосил қилишга интилиш бензинда ишлайдиган ИЁДларни ривожлантиришнинг замонавий йўналишини ташкил этади. У

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 ортиқлиги ортиб бориши билан камайиб боради. Аммо бунда аралашманинг ишончли ўт олиши муаммоси пайдо бўлади. Бу муаммони ҳал этишнинг ҳозирги вақтда ишлаб чиқиладиган йўлларида бири зарядни қатламларга ажратилган иборат бўлиб, бу иш ажратилган ёки ажратилмаган ёниш камералари ёрдамида амалга оширилади. Бу тадбир аралашманинг ёндирилиши циклдан-циклга барқарор бўлишини ва ҳавонинг умумий ортиқлиги 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 поршен устидаги асосий бўшлиқ $\alpha = 1,3 - 1,4$ бўлган, электр учқунидан ёмон алангаланадиган суюқлашган ёнилғи-хаво аралашмаси билан тўлдирилади. Кичик ҳажмли ($V_{ср}/V = 0,04-0,10$) ёрдамчи камера асосий камерага кичик диаметрли тешиклар 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 поршен усти бўшлиғидаги зарядни ўт олдиради ва айни пайтда тартибсиз ҳаракатлантиради. Бундай жараён ёнишнинг циклларинобарқарорлиги 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). Суюқлашган аралашмаларда ишлаш оқибатида ИЁД қувватининг табиий равишда камайишини ёнилғининг октан сонини оширмаган ҳолда сиқиш 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 воситасида ўт олдирилади. Жараённинг бундай ташкил қилиниши сиқиш даражасини 3—4 бирликка ошириш, ҳавонинг жами ортиқлик коэффициентини 1,25—1,3 гача бўлган аралашмалардан фойдаланиш ва юкланишни сифат жиҳатидан ростлашни

қисман амалга ошириш имконини беради. Буларнинг ҳаммаси ИЁДа иссиқликдан фойдаланишни октан сони берилган одатдаги ёнилғида ишлагандагига қараганда 15—20% яхшилайди (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 тизимлар тобора кенг қўлланилаётир. Улар бу бурчакни юкланиш ва айланиш частотасига қараб (шу жумладан, барқарорлашмаган режимларда ҳам) керагича ўзгартиради. Мазкур тизимлар ўт олдириш тизимининг бирламчи занжирини контакtsiz туташтириш усули билан бирга қўлланилганда деталларнинг ейилиши ва контакт юзаларнинг техник ҳолати фойдаланиш давомида ўт олдириш кўрсаткичларига таъсир қилмайди, натижада ИЁДнинг ишончли ишлаши ва кўрсаткичларининг турғунлиги ошади. Электрон тизимлардан фойдаланиш ёнилғн сарфини 3—5 % камайтиришга имкон беради.



20.5-расм. Бензинда ишлайдиган ИЁДларнинг ёнилш камералари:

а-форкамерада машъаладан алангалатиш;

б-зарядни қатлам-қатлам қилиб ёндириш

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини электрон бошқариш билан бирга детонация датчикларидан фойдаланиш ноқулай шароитларда детонацияни бартараф қилиш имконини беради, бунга $\phi_{ил}$ ни автоматик

кичрайтириш оркали эришилади. Бу эса ёнилғининг детонацияга қарши сифатлари бўйича сиқилиш даражаси энг юкори бўлишини таъминлайди ва турли режимларда иссиқликдан энг яхши фойдаланиб ишлашга имкон яратади.

Аралашманинг ўт олиши жадаллаштирилса, ёнишнинг цикллари нобарқарорлиги камайиши эвазига дросселлаш режимларида кўрсаткичлар анча яхшиланади. Бунга транзисторли ва тиристорли тизимлардан фойдаланиб эришилади. Бундай тизимлар тобора кенг қўлланилмоқда. Одатдаги ва айниқса, мажбурий салт ишлаш режимларида ёнилғи сарфини ҳамда ишлатилган газларнинг заҳарлилиқ даражасини камайитиришга ҳам катта аҳамият берилмоқда. Бу мақсадда карбюратор конструкциясига салт ишлашнинг мустақил тизимлари, экономайзерлар ва автомобилни двигател билан секинлатиш режимларида ёнилғи берилишини автоматик узиб қўядиган тузилмалар киритилмоқда (10-бобга қаранг). Тезлиги ва юкланиш режимлари кенг доирада ўзгариб турувчи автомобил двигателларидаги карбюраторлар конструкцияси ёнилғининг тўзитилиш сифати яхшиланадиган, ҳаво кам сарфланадиган, исрофлар катта бўлганда ҳам цилиндрларнинг тўлиш даражаси юкорилиги сақланиб қоладиган қилиб такомиллаштирилмоқда. Буни амалга ошириш учун эса ёнилғи жиклёрлари тўзаткичларида ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги анча оширилиши ва айни чоғда диффузорнинг ўтиш кесими катталаштирилиши керак (донмий сийракланишли карбюраторлар ҳамда дроссел-заслонкалари кетма-кет очиладиган кўп камерали карбюраторлар). Карбюраторни ИЁД мунтазам режимларда ишлаганда турли омилларни ҳисобга олган ҳолда ёнилғининг янада аниқ дозаланишини таъминловчи ҳамда ишга тушириш ва киздириш режимларида ИЁДнинг кўрсаткичларини яхшиловчи электрон ёрдамида бошқариш усули тобора кенг қўлланилмоқда.

Электрон ёрдамида бошқариладиган, енгил суяқ ёнилғини пуркайдиган тизимлар борган сари кўп тарқалмоқда. Улар иш режимига қараб ёнилғининг тўзитилиш сифатини ва дозаланиш аниқлигини оширади, двигателнинг тезкорлигини кескин оширади (бу эса ўтиш ҳамда барқарорланмаган режимларда жуда муҳим), шунингдек бошқа афзалликларга эга бўлишини таъминлайди (10-бобга қаранг). Электроникадан фойдаланилганда узлуксиз такомиллаштирилаётган двигателларни бошқаришнинг комплекс тизимлари ёрдамида энг катта самарага эришилади. Мазкур тизимлар иш режими ва шароитига қараб ўт олдиришни илгарилатиш бурчагини, ёнилғи узатиш кўрсаткичларини, ишлатилган газларни рециркуляциялашда эса — қайта ўтказиладиган газларнинг миқдорини ростлаб туради.

20.3.3 Нефт ёнилғилари ўрнини босувчилардан фойдаланиш

Табийй нефт бойлигининг камайиб бориши, шунингдек энергетик қурилмаларда ва химия саноатида унга бўлган талабнинг тобора ўсиб бориши ИЁДларга мўлжалланган стандарт суюқ ёнилғиларнинг камёб бўлиб қолиши ҳамда қимматлашувига олиб келади. Саноати ривожланган мамлакатларда ёнилғи-энергетика ресурсларини тежаш дастурлари ишлаб чиқилган бўлиб, уларда, бошқа чора-тадбирлар қаторида, ИЁДлар учун стандарт суюқ ёнилғилар ўрнини босувчи материалларни излаб топиш ва улардан фойдаланиш кўзда тутилади. Ана шу ёнилғилар сифатида, ИЁДларда фойдаланилиши юқорида кўриб чиқилган газлардан ташқари, спиртлар ва водородлар ўрганилмоқда.

Спиртлар

Метил спирт (метанол) ва этил спирт (этанол) келажаги 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 двигател фойдали иш бирлигига тўғри келувчи масса бўйича сарфи анча кўп бўлади. Шу муносабат билан ИЁДнинг ёнилғини дозаловчи аппаратлари ўзгартирилиши ва улардаги идишларнинг сигими катталаштирилиши зарур. Шу билан бирга, стехиометрик аралашма ҳосил қиладиган иссиқлик билан нефтдан олинган стандарт ёнилғиларнинг ёниш иссиқлиги ўртасидаги фарқнинг камлиги жуда бўлмаганда ИЁДнинг қувватини камайтирмаган ҳолда соф спиртларда ишлашга имкон беради. Спиртлар ёнганда чиқадаган яширин иссиқликнинг юқорилиги ҳатто атроф-муҳитнинг ҳарорати мусбат бўлганда ҳам двигателни совуқлайин ишга туширишда муайян қийинчиликларни келтириб чиқаради ва кизимаган ҳолда ишлашини мураккаблаштиради. Метанол айрим конструкцион материалларга емирувчи таъсир кўрсатади. Шу сабабли ундан нефт ёнилғиларида ишлашга мўлжалланган ИЁДларда фойдаланишда баъзи материалларни алмаштириш керак. Бундан ташқари, спиртлар ёнганда кислота ва тузлар вужудга келиб улар деталларнинг ейилишини нефт ёнилғиларида ишлагандагига қараганда тезлаштиради. Паст температурада деталларнинг ейилиши тезлашиши туфайли ИЁД 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.

ИЁДларни спиртда ишлашга ўтказишда улардаги иш жараёнининг ўзига хос томонлари билан боғлиқ бўлган бошқа қийинчиликлар ҳам вужудга келади.

Учкундан ўт олдириладиган ИЁД. Спиртларнинг қуйи концентрацион чегараси қиймати бензинларникига нисбатан каттароқ бўлади (масалан, метанол учун 1,4) бу эса суюқлашган аралашмалардан фойдаланиш имконини беради. Бу ҳол η_c нинг 5-6% ошишини таъминлайди. Спиртларнинг октан сони катталиги туфайли ϵ нинг катталашishi эҳтимолини (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% камаяди; аммо атмосферага чиқариладиган альдегидлар миқдори 2,5 - 3 баравар ортади.

ϵ ни ва таъминлаш тизими бензинда ишлайдиган двигателдагига нисбатан ўзгартиришнинг мақсадга мувофиқлигидан ташқари, двигателларни соф спиртларда ишлашга ўтказиш аралашма ҳосил қилиш тизимини ҳам жиддий ўзгартиришни талаб қилади. Соф спиртлардан фойдаланишга мўлжалланган карбюраторли ИЁДларда жиклёрларнинг ўтиш кесимини катталаштириш, аралаштириш камерасининг ўлчамларини ўзгартириш, ёнилғи ҳайдаш тизимини қайта қуриш керак бўлади. Кириштиш трубагининг кизишини жадаллаштириш ҳам талаб қилинади. ИЁД совуқтайин ишга туширишни осонлаштирадиган ва қизиган ҳолатда ишлашни барқарорлаштирадиган тузилмалар билан ускуналанмоғи лозим. Бензинда ишлайдиган ИЁДларни қўплаб 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 захарли ТЭС миқдорини камайтиради. Бензинга кўп миқдорда спиртлар (метанолни 15 % гача, этанолни 20 % гача) қўшиш аралашма ҳосил қилиш ва киритиш тизимларини 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 захарли

моддалар чиқиши анча камаяди. ТЭС асосидаги антидетонаторлардан воз кечиш имконияти юзага келади. Бироқ, ИЁДнинг ишга тушиш сифатлари анчагина ёмонлашади, шу боис бундай аралашмалардан иссиқ иқлимли районларда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Баъзан спирт тўғридан-тўғри карбюраторга қўйилади. Бунда ёнилғи аралашмасини стабилизаторидан фойдаланишга ҳожат қолмайди ва ИЁДни 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 тизимлари талаб қилинади.

Бензинга спиртлар ўрнига метилтретичбутил эфирини (МТБЭ) қўшиш 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 40% гача миқдорда қўшилса, бензинда ишлайдиган двигателнинг ёнилғи аппаратларини ўзгартириш талаб қилинмайди, унинг кўрсаткичлари эса деярли бензинда ишлагандагидек қолади. Бунда ишлатилган газларнинг жами захарлилик 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, ИЁДнинг газ ёнилғиларида ишлаганида ҳамма афзалликлар билан ишлаши маълум бўлди. Бунинг учун факат газ билан ҳавони аралаштиргич керак бўлади, холос. Бунинг устига, парчаланиш маҳсулларининг ёниш иссиқлиги метанолникига нисбатан 22 % ортиқ бўлади, бу эса двигателнинг самарадорлигини кўтариш ҳамда автомобилнинг юриш запасини 40—50% ошириш имконини беради. Газ ёнилғиси циклда иссиқликдан юқори даражада фойдаланилган ва атмосферага кам миқдорда захарли моддалар чиққан ҳолда суюқлашган аралашмаларда ($\alpha = 2—3$) ишлашга имкон беради. Аммо бу ҳолда двигател 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 ИЁДнинг тақиллаб ишлашига олиб келади. Бу ҳосил бўлиш яширин иссиқлигининг юқорилиги дизелни совуқлайин ишга тушириш ва кичик юкланиш билан ишлашининг турғунлиги нуқтани назардан

номакбулдир, чунки ёнилғи пуркаш пайтида камерадаги ҳарорат ва босимнинг пасайишига ҳамда бунинг оқибатида ўз-ўзидан алангаланишнинг нобарқарор бўлиши ва чакнашлар бўлмаслигига олиб келади. Спиртларнинг қовушқоқлиги пастлиги туфайли улар насос ва форсункаларнинг прецизион элементлари орқали кўпроқ сизади. Спиртлар мойлаш хоссаларига эга бўлмагандан ёнилғи аппаратлари деталларининг ейилиши 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 чўзилиб 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 ҳамда альдегидлар чиқиши анчагина кўпаяди. Ишлатилган газларда тутун миқдорининг камайиши буровчи моментининг энг катта қиймати ва ўртача самарали босимни дизел ёнилғисидан ишлагандагига қараганда ошириш имконини беради. Натўжада, двигател спиртта ишлатилиб, иш жараёни тегишлича созланганда унинг самарали ф.и.к. дизел ёнилғисидан ишлагандагидек қолади.

Дизелларда спиртлардан фойдаланилганда жараёни ташкил қилишнинг турли усуллари қўлланилади. Соф спиртларда ишлашга мўлжалланган дизеллар бензинда ишлашга мўлжалланган кўп ёнилғили двигателларга 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 спиртта қанакунжут мойи қўшиш йўли билан ҳам оширилади. Дизелларни спиртларда ишлашга мослаштиришнинг энг оддий усули спиртларни дизел ёнилғиси билан бирга қўлашдан иборат. Этанолнинг дизел 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_1 , $dp/d\phi$ ва p_2 зиёдлашади. Катта юкланиш билан ишлаганда ёнилғидаги спирт миқдори ИЁД деталлари тақиллашининг жадаллиги билан чекланади, ўртача юкланиш билан ишлаганда 50% гача миқдорда спирт қўшилади; кичик юкланиш билан ишлаганда нобарқарорликка йўл қўймаслик учун спирт миқдори камайтирилади. Ушбу усулдан фойдаланилганда ИЁД механик аралаштиргич-эмульгатор билан ускуналанади, чунки машина ишламай турганида эмульсия қатламланиб қолади. Спиртда ва дизел ёнилғисиди ишловчи дизелнинг ишини ташкил қилишнинг яна бир тури киритиш жараёнида спиртни карбюратор ёки форсунка воситасиди киритишдан ҳамда худди газда ишловчи дизелда бўлгани каби, сиқиш охирида дизел ёнилғисини пуркашдан иборат.

Бунда ҳавога пуркаладиган спиртнинг миқдори детонация юзага келиши ёки барвақт алан-ғаланиш эҳтимоли бўлгани сабабли чекланади. Сиқиш тактида спирт ва дизел ёнилғисини бевосита ёниш камерасига айрим-айрим пуркаш ҳам мумкин. Бу ҳолда тўлиқ юкланиш билан ишлаганда дизел ёнилғисининг 90 % гача қисмини, қисман юкланиш билан ишлаганда эса 50—60 % гача қисмини спирт билан алмаштириш мумкин. Дизел ёнилғиси пуркалишини илгарилатиш бурчагининг тегишли қийматини танлаш орқали дизелнинг етарлича равон ишлашига ва айлани чоғда, ишлатилган газларнинг тутунлилик даражаси пастрок бўлгани сабабли одатдаги ёнилғида ишлагандагига нисбатан каттарок энг юқори юкланишни ҳосил қилишга эришиш мумкин. Мазкур усул иккита ёнилғи узатиш тизимидан фойдаланишни талаб қилади, натижада ИЁД ва машина қимматлашиб кетади. Дизел ёнилғиси ўрнига спирт ишлатилган деталларда лок, сўхта ва кокс ҳосил бўлиши камаяди, натижада мой тоза ишлайди ҳамда ейилиш камаяди. Шу билан бирга, спиртлар оксидланганда оралик кислота ва тузлар юзага келиб, улар деталларнинг ейилиши ҳамда коррозияланишини жадаллаштиради. Умуман, ИЁДнинг хизмат муддати дизел ёнилғисиди ишлагандагидек қолади.

Водород

Водород ИЁД учун катта истикболга эга бўлган ёнилғи туридир, чунки битмас хом ашё базасига эга, ёниш иссиқлиги жуда юқори (1-иловага қаранг), ёниш натижасиди ўзидан захарли 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 коэффициенти 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 ИЁДнинг ёйилиши ва хизмат муддати нуктаи назаридан маъбулдир. 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 нефт ёнилғисиди ишлагандагидек бўлиши мумкин.

Айни пайтда, водород мотор ёнилғиси сифатида катор салбий хоссаларга ҳам эга. Уни ишлаб чиқариш нисбатан қимматга тушади, ИЁД ни водородда ишлатишга мослаштириш учун эса унинг конструкциясини нефт ёнилғисиди ишлайдиган ИЁД конструкциясига қараганда анча ўзгартириш талаб қилинадн. 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 ИЁДларнинг ёнилғини яхши тежаб сарфлаши, иш жараёни ва конструкциясининг маромига етказилганлиги, катта моторресурси ва бузилмасдан ишлаши, кенг қўламда ишлаб чиқарилиши ҳамда уларни ишлаб чиқариш технологиясининг юқори даражадалиги, бу двигателлар кўриб чиқилаётган 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 ИЁДлардан асосий афзалликлари айнан мана шу агрегат қувватининг катталигида намоён бўлади. Иш жараёнининг юқори частотада содир бўлиши ва бу жараённинг 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

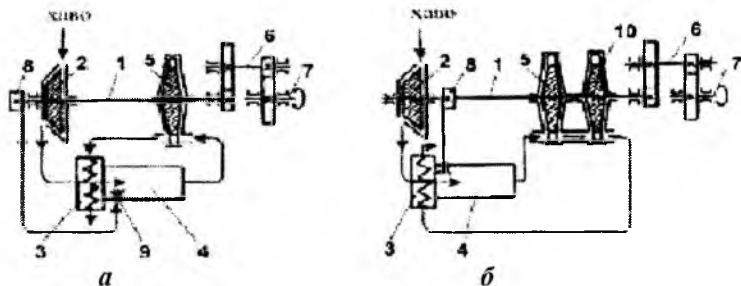
айланиш частотаси 25-60 минг мин⁻¹ га етади ва уларнинг солиштирма массаси 1,5-2,5 кг/кВт га тенг. ГТД ларнинг тўлиқ мувозанатланганлиги ва мутлако титрамаслиги мотор ости рамасини енгиллаштириш ҳамда конструкциясини соддалаштириш, османинг ишлаш шароитини яхшилаш имконини беради.

ГТД нинг ёниш камерасидаги жараённинг вақт бўйича стационарлиги уни оптималлаштиришга ҳамда атмосферага чиқариладиган захарли моддалар ва ифлослантиргичлар миқдорини камайтиришга имкон беради. Шунда ёнилғига нисбатан қўйиладиган талаблар сусаяди ва турли ёнилғилардан фойдаланишга имкон туғилади. Шунингдек, иш вақтида чиқадиган шовкин пасаяди (айниқса, дизелларга нисбатан). ГТДда ишқаланувчи жуфтлар сони энг кам миқдорга келтирилган. Ишқаланувчи юзалар ёнувчи газлар билан алоқада бўлмайди, бу эса мойнинг ишлаш шароитини яхшилайди, унинг сарфини камайтиради, мойлаш тизимини соддалаштиради, ишқаланишдаги исрофлар ва деталларнинг ейилишини камайтиради. Бу ҳол конструкциянинг соддалиги билан қўшилиб, ГТДга техник хизмат кўрсатишнинг меҳнат сарфи ва нархини 1,5-2 баравар камайтириш имконини беради. Тузатиш харажатлари ҳам камаяди. 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. Ўша вақтдаёқ кўрсаткичлари ишончли намуналар яратилган эди, аммо ҳозирги вақтга қадар йирик қўламда ишлаб чиқариш учун тайёр ҳолга келтирилмаган. Номинал режимда ГТДнинг 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 парраклари юкори (500—700 м/с) айланма тезлик билан ишлагани туфайли ҳаводаги ҳатто жуда оз миқдордаги чанг ҳам компрессор ҳамда турбинанинг ҳаво ўтадиган қисми тез ейилишга сабаб бўлади, шу муносабат билан катта ва қиммат турувчи ҳаво тозолагичлардан фойдаланишга тўғри келади. оқибатда ГТДнинг ИЁДга нисбатан солиштирма масса ва айнақса, габарит ўлчамлари кўрсаткичлари бўйича афзалликларини камайтиради. Бу, қурилиш транспорти шунингдек йўл-қурилиш ҳамда кишлоқ хўжалик машиналари учун жуда муҳим аҳамиятга эга. ГТДнинг ишончлилиги двигателларникидан паст, уларнинг моторресурси ҳатто ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичлари ёмон бўлганда ҳам 8000 соатдан ошмайди. Иссиқлик режимини кучайтириш эвазига иссиқликдан фойдаланишнинг яхшиланиши ишончлилик ва хизмат муддатини кескин қисқартиради.

ГТДлар чиқиш вали орқали узатилаётган механик энергияни ютишга мослаштирилмаган, шу боис машинани двигател билан секинлатишда уларнинг самарадорлиги паст бўлади.

АҚШ, Япония, Европа ва Россиядаги 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, *a* 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 айлантириш учун ҳам фойдаланилади. Компрессорда сиқилган ҳаво $\pi_k=5-5,5$ 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.

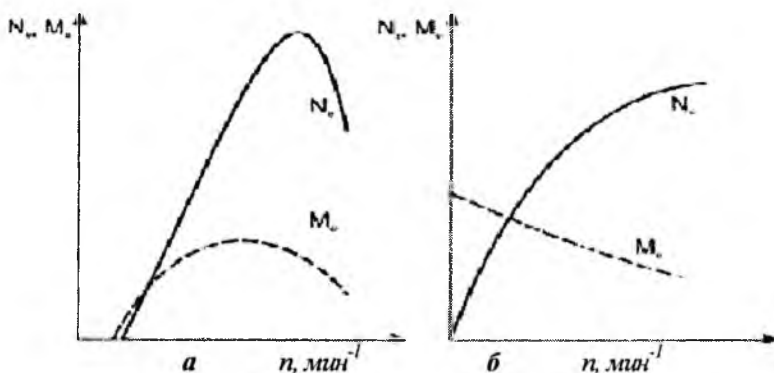


20.6-расм. Регенирацияли газ-турбинали двигателнинг схемаси:

a-бир валли; *б*-икки валли

Шундай қилиб, мазкур схемада ГТДнинг қуввати компрессорнинг иш унуми ва ёнилғининг узатилиш тезлигига боғлиқ бўлади. Одатда, ёнилғининг узатилиш тезлиги валнинг айланиш частотасига мутаносиб бўлади ва шу сабабли ГТДнинг қуввати 20.7-расм, *a* да кўрсатилгандек ўзгаради. Бунда буровчи момент айланиш частотаси бўйича анча катта ораликда 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 машинасидан паст тезликларда фойдаланиладиган бўлса (реал шароитда кўпинча шундай бўлади), унинг юритма вали чиқиш вали билан бевосита бирикмаслиги керак. Буни таъминлаш учун анча мураккаб ва қиммат турадиган «ношаффоф» трансмиссия қўлланилади. Бу ҳолда ГТДдан 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.



20.7-расм. ГТД нинг тезлик характеристикалари: а-бир вали; б-икки вали

Кўриниб турибдики, ГТДнинг ушбу тузилиши 20.6-расм, а да келтирилганидан мураккаброқ ва қимматроқдир. Бирок 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. $M_{сmax}/M_{снм}$ нисбат 2,5 - 3 ни ташкил этади, бу ҳол машина трансмиссиясини соддалаштириш ва арзонлаштиришга, унинг «шаффоф» схемасини қўлашга, ГТД ни бошқаришни енгиллаштиришга имкон беради.

Шу билан бирга, мазкур схемада ГТДдан қисман юкланиш режимларида ҳам фойдаланилади. Бундай режимларда ёнилғининг узатилиши камайиши оқибатида π_k , p_k ва циклнинг энг юқори температураси пасаяди, бу эса иссиқликдан фойдаланиш ҳамда ёнилғи тежамкорлигининг тез ёмонлашувига олиб келади. Бундан ташқари, ташки

юкланиш кескин камайганда тортиш турбинаси разносга кетиши мумкин, шу сабабли транспорт машиналарига мўлжалланган ГТДлар иккала турбина ғилдираklarини блокировкаловчи тузилма билан таъминланиши керак, бу эса трансмиссиянинг конструкциясини мураккаблаштиради. Рақобатлаша оладиган ГТДлар яратиш учун аввало уларнинг ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичларини лоақал ҳозирги дизеллар даражасига қадар яхшилаш ва моторесурсининг миқдори тенг бўлишини таъминлаш лозим. Ер устида ишлайдиган машиналарда қўлланиладиган ГТДлар яратиш ишлари айнан мана шу йўналишларда ривожлантирилмоқда.

ГТДда иссиқликдан фойдаланишни яхшилашнинг муҳим омилларидан бири турбина парраklarарига келаётган газнинг циклдаги энг юқори ҳароратини оширишдир. Бу ҳарорат двигателларнинг ёнилғи тежамкорлиги даражасинигина белгилаб қолмасдан, балки газларнинг ишлаш қобилиятини ҳам белгилайди. Куч қурилмасининг габарит ўлчамлари ва массаси ана шунга боғлиқ. Бошқа томондан, циклнинг энг юқори ҳарорати ГТДнинг ишончлилиги ва хизмат муддатини белгилайди, чунки бу кўрсаткичлар ёниш камераси, соплоли аппарат ва турбина парраklarарининг юқори ҳароратларидаги иссиққа чидамлилиқ ёки механик мустаҳкамлик билан чекланган бўлади. Ер устида фойдаланишга мўлжалланган ГТДларнинг ҳозирги тажриба намуналари циклнинг энг юқори ҳарорати 1000-1050°С лигида ишлайди, бу ҳол ёнилғи тежамкорлигининг энг яхши карбюраторли ИЁДлар даражасида бўлишини таъминлайди. Парраklarарни ҳаво билан совитиш ёки уларни иссиққа чидамли керамик материаллардан тайёрлаш ҳисобига ГТДларнинг энг юқори ҳароратини бундан ҳам ошириш мумкин. Парраklarарнинг ҳаво билан совитилиши ГТДни анчагина қимматлаштиради ва агрегатнинг қуввати 750 кВт дан кам бўлганда ғилдираklarарнинг кичик ўлчамларида ҳаво билан совитишни амалга ошириш мураккаблиги туфайли тежамсиз ҳисобланади. Шу сабабли совитилмайдиган конструкцияларда керамик материаллардан фойдаланиш энг истиқболли усул ҳисобланади.

Газ кучларидан ташқари, катта марказдан қочма кучлар билан юкланган турбина ғилдираklarари ёки парраklarарини тайёрлашда керамик материаллардан фойдаланиш катта қийинчиликларга олиб келади. 1300—1370°С температурада ишлай оладиган, кремний нитрид ва кремний карбиддан олинган керамик материалларни синаш натижалари ГТДнинг 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 керамик материаллардан ясалган деталларнинг хизмат муддати ҳамда ишончилиги юқори эмас. Турбинага газ кирадиган жойга ўрнатиладиган йўналтирувчи аппаратнинг конструкцияси ва газодинамик жихатдан мукамаллиги куч агрегатининг умумий ф.и.к. ни кўтаришда ҳамда ёнилғи тежамкорлигини яхшилашда катта рол ўйнайди. Бурилма парракларни қўллаш қисман юклианиш режимларида ўтиш кесимини ва оқимлар геометриясини ростлаш ҳисобига циклнинг энг юқори ҳароратини деярли ўзгаришсиз сақлашга имкон беради. Натижада ГТДнинг ишлаш доираси кенгайди, иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ва куч агрегатининг ёнилғи тежамкорлиги яхшиланади. Аммо бундай конструкция мазкур турдаги двигателни мураккаблаштиради ва уни қимматлаштириб юборади. Ер устида фойдаланишга мўлжалланган ГТДлар 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 ИЁДлардагига караганда анча паст бўлади. Шу боис, ГТДнинг юқори ёнилғи тежамкорлигига эришиш учун иссиқлик албатта регенерация қилиниши шарт (иссиқлик алмаштиришчи ёрдамида) (20.6-расмга қаранг). Шунда солиштирма ёнилғи сарфи 1,5 бараваргача камаяди.

Ишлаб чиқилаётган ГТДларда керамик материаллардан ясалган ёки металл тикмаси бўлган, двигател валидан ҳаракат оладиган ҳамда ишлатилган газлар ва сиқилган ҳаво билан навбатма-навбат ювилиб турадиган айланувчи регенератив иссиқлик алмаштиришчи қўлланилади. ГТДда иш жисми босимининг мўлжалдаги ўзгариши ИЁД дагига нисбатан анча кам бўлганидан уларнинг кўрсаткичлари газ трактида (йўлида) ги босим исрофлариға жуда сезгирдир. Қувват бир хил бўлгани ҳолда ГТДда ҳаво сарфи ИЁДдагига нисбатан тахминан 8 баравар юқори бўлгани сабабли иссиқлик алмаштиришнинг ва газ трактидаги барча бошқа элементларнинг ўлчамларини катталаштириш талаб қилинади, бу эса ГТД массаси ва габарит ўлчамларининг катталашшига олиб келади.

**Газ ёнилғиси таркибий қисмларининг хусусиятлари
(15°C ва 760 мм симоб устунида)**

Қўрсаткич	Метан	Этан	Пропан	Бутан	Пентан	Этилён	Пропилён	Бута лён	Водород	Углерод оксиди
Кимёвий 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 массази	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, кДж/м^3	33869	50039	85766	111699	37913	55601	81195	107035	10228	12037
Бугланиш температураси, кДж/кг	513	-	431	394	-	481	431	410	448	-
Стехиометрик таркибли аралашмадаги ҳаво, кг/м^3	11,67	20,49	29,31	37,76	46,74	17,54	26,31	35,02	2,967	2,919
Октан сони (мотор усулида аниқланган)	104	102	100	92	61	76	85	82	70	100
Стехиометрик аралашманинг ёниш иссиқлиги, кДж/м^3	3219	3389	3452	3490	3523	3631	3614	3618	3015	3559
Алангаланиш соҳаси (<i>а бўйича</i>)	0,65- -1,88	-	0,398- -1,70	0,348- -1,67	-	-	-	-	0,14- -9,85	-

Газларнинг ички энергияси (U), МДж/кмол

Температура, °С	Ҳаво	O ₂	N ₂ (атмосферадаги)	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	13,975	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	45,971	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	38,555
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	80,385	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	57,359
2500	64,979	69,040	63,890	118,277	94,245	65,063	60,164

λ нинг гурли кийматларида ($\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi$) нфода кийматлари

φ°	Ишораси	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Ишораси	φ°
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	0,3045	+	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
300	—	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

λнинг турли қийматларида $\frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$ нифода қийматлари

φ°	Ишораси	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	Ишораси	φ°
0	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	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	0,494	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	1	1	1	1	1	1	1	—	180

λ нинг турли кийматларида tg β ифода кийматлари

φ°	Ишораси	0,24	0,25	0,26	0,27	0,23	0,29	0,30	0,31	Ишораси	φ°
1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	—	360
0	+	0,042	0,043	0,045	0,047	0,049	0,050	0,052	0,054	—	350
10	+	0,082	0,086	0,089	0,093	0,096	0,100	0,103	0,106	—	340
20	+	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	—	330
30	+	0,156	0,162	0,169	0,176	0,182	0,189	0,196	0,202	—	320
40	+	0,186	0,194	0,202	0,210	0,218	0,226	0,234	0,243	—	310
50	+	0,211	0,220	0,230	0,239	0,248	0,257	0,267	0,276	—	300
60	+	0,230	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,291	0,301	—	290
70	+	0,241	0,252	0,263	0,273	0,284	0,295	0,306	0,316	—	280
80	+	0,245	0,256	0,267	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	—	270
90	+	0,241	0,252	0,263	0,273	0,284	0,295	0,306	0,316	—	260
100	+	0,230	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,291	0,301	—	250
110	+	0,211	0,220	0,230	0,239	0,248	0,257	0,267	0,276	—	240
120	+	0,186	0,194	0,202	0,210	0,218	0,226	0,234	0,243	—	230
130	+	0,156	0,162	0,169	0,175	0,182	0,189	0,196	0,202	—	220
140	+	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	—	210
150	+	0,08	0,08	0,089	0,093	0,096	0,100	0,103	0,106	—	200
160	+	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 АДАБИЁТЛАР:

1. Автомобильные двигатели. /М. С. Ховах тахрири остида.— Москва: 1977, 591 бет.
2. Багиров Д. Д., Златопольский А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин.— Москва: 1974, 214 бет.
3. Воинов 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. Крутлов тахрири остида.— Москва: 1980, 288 бет.
5. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. /А. С. Орлин ва М. Г. Крутлов тахрири остида.— Москва: 1983, 375 бет.
6. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей.— Москва: 1985, 456 бет.
7. Двигатели внутреннего сгорания. /Лукашин В. Н. тахрири 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.— Ташкент: 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.
12. 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. Махаджани В. В. О двигателях для горных автомобилей и тракторов.— Тбилиси: 1968, 240 бет.
14. Подача и распыливание в дизелях. /Астахов И. В. тахрири 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. тахрири остида).— Ленинград: 1974, 551 бет.
18. Филиппов А. З. Токсичность отработавших газов тепловых двигателей.— Киев: 1980, 159 бет.
19. Ханян 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., Ханян Н. С. Повышение надёжности дизелей ЯМЗ и автомобилей КрАЗ.— Москва: 1974, 288 бет.
21. Лукашин В. Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания. — М Высшая школа: 2005. I, II, III т.
22. Кадыров С. М., Мухамеджанов Ш. Ш. Высокий ресурс двигателей. Как его обеспечить? - Т. ТАДЖИ: 2007.
23. Кодиров С. М., Никитин С. Е. Автомобил ва трактор двигателлари. — Т Ўқитувчи: 1992.
24. Кадыров С. М., Никитин С. Е., Карулин А. А. Автомобильные и тракторные двигатели. М.Наука: 2007

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Кирпиш	4
1-боб. Ички ёнув двигателларининг термодинамик цикллари	15
1.1. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл	16
1.2. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл	20
1.3. Босим остида киритиш усули (наддув) қўлланилган ИЁД цикллари	26
2-боб. Автотрактор ИЁДларининг ҳақиқий цикллари	30
3-боб. Ёнилтилар, ёнувчи аралашмалар, ёниш маҳсулотлари	41
3.1. ИЁДларда қўлланиладиган ёнилтиларга қўйиладиган талаблар	41
3.2. Ёнилтиларнинг умумий хоссалари	41
3.3. Ёнилти турлари	44
3.4. Ёнилти таркибидagi элементларнинг оксидланиши. Ҳавонинг назарий зарур миқдори	52
3.5. Ҳавонинг оптиқлик коэффициенти	55
3.6. Янги заряднинг солиштирма миқдори	55
3.7. Ёниш маҳсулотларининг солиштирма миқдори	56
3.8. Молекулалар ўзгаришларининг кинематик коэффициенти	59
3.9. Ёнилти ва ёнувчи аралашманинг ёниш иссиқлиги	61
4-боб. Газ алмашинуви	63
4.1. Ишлатилган газларнинг чиқарилиши	63
4.2. Цилиндрни тўлдирish	67
4.3. Янги заряднинг керакли йўналишда ҳаракатланишини ташкил қилиш	87
5-боб. Силкиш жараёни	89
5.1. Умумий маълумотлар	89
5.2. Турли омилларнинг n_1 га таъсири	91
6-боб. Аралашма ҳосил қилиш жараёни	95
6.1. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда аралашма ҳосил қилиш жараёни	97
6.2. Дизелларда аралашма ҳосил қилиш жараёни	99
7-боб. Ёниш жараёни	125
7.1. Умумий маълумотлар	125
7.2. Учқундан ўт олдириладиган ИЁДларда ёниш жараёни	134
7.3. Дизелларда ёниш жараёни	155
7.4. ИЁДларда иссиқлик ажратиб чиқариш	171
7.5. Ёниш охиридаги газ кўрсаткичларини ҳисоблаш	175
8-боб. Кенгайиш жараёни	180
9-боб. Иш циклининг ва умуман двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари	184
9.1. Индикатор кўрсаткичлари	184

9.2. Ички исрофлар	200
9.3. Самарали ва баҳолаш кўрсаткичлари	209
10-боб. Ёшлғи билан таъминлаш тизимлари	232
10.1. Учкундан ўт олдириладиган, суюқ ёнивда ишлайдиган ИЕД ларнинг таъминлаш тизимлари	232
10.2. Дизеллиг ёнилғи тизими	256
10.3. Газда ишлайдиган ИЕД ларнинг ёнилғи тизимлари	285
11- боб. ИЕД ишнинг экологик кўрсаткичлари	290
11.1. Заҳарли моддаларнинг чиқариб ташланиши	290
11.2. ИЕД ишнинг шовқинчилик даражаси	324
12-боб. ИЕД характеристикалари. Айланиш частотасини ростлаш	333
12.1. Умумий маълумотлар	333
12.2. Юқланиш характеристикалари	334
12.3. Тезлик характеристикалари	337
12.4. Бошқа характеристикалари	343
12.5. ИЕД ишнинг барқарорлиги	348
12.6. Айланиш частотасини ростлагичлар	352
12.7. Ростлагич характеристикалари	359
13-боб. Босим остида ҳаво киритиш усули	362
13.1. Умумий маълумотлар	362
13.2. Босим остида киритиш тизимлари	364
13.3. ИЕД ишнинг ва иш жараёнининг ўзига хос томонлари	375
13.4. Янги зарядни оралик совитиш	378
13.5. ИЕД иш кўрсаткичлари ва характеристикалари-нинг ўзига хос томонлари	381
13.6. Ўрта Осиё регионининг ўзига хос шароитида босим остида киритиш усули қўлланилган ИЕД ларнинг кўрсаткичлари	387
14-боб. ИЕД нинг иссиқлик баланси ва деталларининг иссиқликдан зўриқиши	393
14.1. Иссиқлик баланси	393
14.2. Деталларнинг иссиқликдан зўриқиши	399
15-боб. ИЕД динамикаси	410
15.1. Умумий маълумотлар	410
15.2. Поршен ҳаракатининг кинематикаси	411
15.3. Кривошип-шатун механизмининг динамикаси	416
15.4. ИЕД ишлашининг раволиги	429
15.5. ИЕД ни мувозанатлаш	431
16-боб. Мойлаш тизими	444
16.1. Умумий маълумотлар	444
16.2. ИЕД деталларининг мойланиш шартшароитлари	446
16.3. Мотор мойларининг хоссалари	451
16.4. Мойлаш тизимининг таркибий қисмлари	454
16.5. Ўрта Осиё региони шароитида мойлаш тизими ишнинг ўзига хос хусусиятлари	459

17-боб. Соويتиш тизими	462
17.1. Умумий маълумотлар	462
17.2. Суюқлик билан соويتиш тизими	464
17.3. Суюқлик билан соويتиш тизимининг элементлари	470
17.4. Ҳаво билан соويتиш тизими	475
17.5. Ўрта Осиё региони шароитида соويتиш тизимининг ишлаши	479
18-боб. Ҳаво узатиш тизимлари	483
18.1. Умумий маълумотлар	483
18.2. Ҳаво тозалагичлар	485
18.3. Тизимнинг Ўрта Осиё регионидида ишлаш хусусиятлари	489
19-боб. Ишонччилик ва хизмат муддати	491
19.1. Умумий маълумотлар	491
19.2. Ишонччиликнинг асосий тушунчалари	492
19.3. Хизмат муддати	493
19.4. Бузилмасдан ишлаш	510
19.5. Ўрта Осиё региони шароитида ейилиш, хизмат муддати ва бузилмасдан ишлаш	512
20-боб. Турли хил ИЕДларнинг умумий хусусияти. Двигателларни такомиллаштириш ғоялари ва истиқболлари	518
20.1. Автомобил ва трактор двигателлари ишининг ўзига хос хусусиятлари	518
20.2. Замонавий ИЕДларнинг умумий хусусияти	534
20.3. Двигателларни такомиллаштириш йўналишлари ва истиқболлари	543
20.4. Газ-турбинали двигателлар (ГТД)	557
Илова	563
Фойдаланилган адабиёт	568

Сарвар Қодиров
«Автотрактор двигателлари»»

Мухаррир

Суръат Абдукаримов

Техник муҳаррир

Васила Ҳидоятова

Саҳифаловчи

Ҳалима Ҳужаева

Теришга берилди 20.01.2010 й.

Босишга рухсат берилди 29.03.2010 й.

Бичими 60x84 1\16. Нашр босма табағи 39,75. Timez Roman гарнитураси.

Буюртма № 63. Баҳоси шартнома асосида. Адади 600 нусха.

100170, Тошкент ш. Радиальная кўчаси, 10-уй.

“Toshkent Tezkor bosmaxonasi” м.ч.ж. босмахонасида чоп этилди.

қилинган. 1.4-расмдан кўриниб турибдики, циклнинг ўртача босими ўзгарганда ва сикиш даражаси $\epsilon = \text{const}$ бўлганда унга мутаносиб равишда босимнинг ортиш даражаси ҳам (юкланишни ўлчагич сифатида) ўзгаради. Шу билан бирга сикиш 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 иссиқликдан фойдаланишнинг юкланиш билан ўзаро боғлиқлиги бирмунча бошқачарок бўлади, бу нарса мазкур туржумдаги ИЁД ларда фойдаланиладиган юкланишни микдорий усулда ростлаш хусусиятлари билан тушунтирилади.

1.2. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл

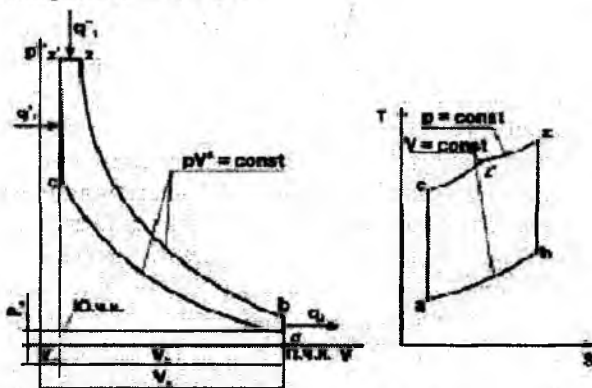
Бу цикл тезгорар дизеллар шу жумладан, автотрактор типидagi дизеллар ҳақиқий циклининг тимсоли ҳисобланади. 1.5-расмда кўрсатилганидек, адиабатик сикиш (ac)дан сўнг иш жисмига аввал ўзгармас ҳажмда q_1' (cZ' жараён), кейин — ўзгармас босимда q'' ($Z'Z$ жараён) иссиқлик берилади. Шундан сўнг иш жисми 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 кўрсаткичлар киритилади:

дастлабки кенгайиш даражаси $\rho = V_z/V_z' = V_z/V_c$;

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

Бу ифодалардан: $e = \epsilon \cdot \delta$.

(1.5)



1.5-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган термодинамик цикл