

У. КАРИМОВ

ТРАКТОР
ВА
АВТОМОБИЛЬ
ДВИГАТЕЛЛАРИ
НАЗАРИЯСИ

ТОШКЕНТ «МЕҲНАТ» 1989

Тақризчи — техника фанлари кандидати, доцент Эркин Ойхўжаев

Муҳаррир — Акбарали Нурматов

К 25 Каримов У.

Трактор ва автомобиль двигателлари назарияси. Олий ўқув юрт. студ. учун дарслик.— Т. «Меҳнат», 1989.—232 б.

Дарсликда трактор ва автомобиль двигателлари назариясига, криошип-шатуя механизмнинг динамикаси ҳамда двигателларни мувозанатлашга оид маълумотлар ёритилган. Шунингдек, унда автотрактор двигателларига характеристика ёридиб, карбюраторли ва дизелли двигателларда аралашма ҳосил бўлиш жараёнлари тўлиқ баён қилинган. Қитобда янги автотрактор двигателларига оид кўрсаткичлар ва уларнинг типларига тегишли маълумотлар келтирилган.

Дарслик қишлоқ хўжалик олий ўқув юртининг қишлоқ хўжалигини ва мелiorация ишларини механизациялаш факультетининг сиртдан ҳамда қатнаб ўқийдиган студентлари учун мўлжалланган.

Каримов У. Теория тракторных и автомобильных двигателей. Учеб. пособие для высш. учеб. заведений.

ББК 39.35

К $\frac{2705160000-208}{М 359 (04) - 89}$ 102 — 88

ISBN 5 — 8244 — 0255 — 8

© «Меҳнат» нашриёти, 1989 й.

СЎЗ БОШИ

ва социал ривожлантиришнинг ~~1990-1995 йилларга ҳақида~~ 2000 йилгача бўлган даврга мўлжалланган Асосий йўналишлари»да қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштиришнинг ўртача йиллик ҳажмини 14 . . . 16, колхоз ва совхозларда меҳнат унумдорлигининг ўртача йиллик даражасини эса 21 . . . 23 процентга ошириш кўзда тутилди. Бу улкан вазифаларни муваффақиятли ҳал этиш, кўп жиҳатдан, ватанимиз қишлоқ хўжалик олий ўқув юртларини битириб чиқаётган мутахассисларнинг малакасига боғлиқ.

Бўлажак мутахассисларнинг пухта билим олишлари учун ҳар томонлама илмий асосланган, чуқур билимларни ўзида мужассам этган ўқув дарсликлари жуда зарурдир.

Бу борада катта ижодий изланишлар олиб борилаётганига қарамай ўқув юртлари студентларининг ўзбек тилидаги дарсликларга бўлган талаб-эҳтиёжи ҳамон қондирилганича йўқ.

Мазкур дарслик ҳақида гапирилар экан уни уч қисмдан иборат эканлигини алоҳида таъкидлаш лозим.

Биринчи қисмда эксплуатацион омиллар билан двигатель ишининг асосий кўрсаткичлари ўртасида ўзаро боғланиш ўрнатувчи ва қишлоқ хўжалиги инженер-механиклари учун биринчи даражали аҳамиятга эга бўлган «автотрактор двигателларининг назарияси» берилган. Двигателнинг узоқ муддат бузилмай ишлаши, кўп жиҳатдан унга таъсир қилувчи куч ва моментларга боғлиқ бўлганлиги сабабли, дарсликнинг иккинчи қисмида «кривошип-шатун механизмининг динамикаси»га кенг ўрин берилган. Янги автотрактор двигателлари тўғрисидаги маълумотлар учинчи қисмда баён этилган. Китобда дизель карбюраторли двигателларнинг «иссиқлик ҳисоби»га мисоллар келтирилган.

Китобдан қишлоқ хўжалик олий ўқув юртларининг қишлоқ хўжалигини ва гидромелиорация ишларини механизациялаш факультетлари ҳамда автомобиль йўллари институтларининг студентлари, қишлоқ хўжалигини механизациялаш техникумларининг ўқитувчилари, трактор ва автомобилларни эксплуатация ва ремонт қилувчи инженерлар ҳам фойдаланиши мумкин.

Дарсликни тайёрлашда берган фойдали маслаҳатлари учун автор профессор А.А. Муталибов ва профессор С.М. Қодировга ҳамда доцентлар Э.Ю. Ойхўжаев ва А.Х. Хомидовларга катта миннатдорчилик билдиради.

Мазкур дарслик камчиликлардан холи бўлмаслиги мумкин, автор, барча танқидий фикр ва мулоҳазаларни миннатдорчилик билан қабул қилади.

Дарслик тўғрисидаги мулоҳазаларни қуйидаги адресга юборинг: Тошкент — 700129, Навоий кўчаси, 30. «Меҳнат» нашриёти.

ДВИГАТЕЛЛАР КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Трактор ва автомобиль двигателларининг назариясини ўрганишдан аввал двигателлар классификацияси ҳақида қисқача сўз юриштишни лозим топдик. Чунки, двигателлар классификацияси ҳамда асосий ва солиштирма кўрсаткичлари тўғрисида тушунчага эга бўлмасдан туриб ушбу программадаги темаларни тўла ўзлаштириш қийин.

Трактор ва автомобилларда қўлланиладиган двигателларнинг ёниш камераси ва унда ёнадиган аралашманинг кенгайишдаги босим кучи, двигателнинг поршенига таъсир этиб, ундан бошқа деталларга узатилади. Бу пайтда цилиндр ичида ўтувчи барча жараёнлар поршень ёрдамида бажарилади. Шу сабабли бу двигателлар *поршенли ички ёнув двигателлари* дейилади. Поршенли ички ёнув двигателлари энг кўп тарқалган иссиқлик двигателларидан ҳисобланади. Бу двигателлар ўзларининг ихчамлиги, юқори тежамкорлиги ва чидамлилиги билан халқ хўжалигининг ҳамма соҳаларида кенг ишлатилмоқда. Шунинг учун поршенли ички ёнув двигателларининг классификациясини ўрганиш бўлажак мутахассислар учун жуда зарурдир.

Поршенли ички ёнув двигателларини қуйидаги белгиларига қараб классификациялаш мумкин.

1. Вазифасига қараб:

- а) стационар шароитда ишлатиладиган двигателлар;
- б) трактор, автомобиль ва бошқа транспорт воситаларида ишлатиладиган транспорт двигателлар.

2. Қўлланиладиган ёқилғисига қараб:

- а) ёнгил суюқ ёқилғида (бензин, бензол, керосин, лигроин ва спиртда);
- б) оғир суюқ ёқилғида (мазут, соляр мойи, дизель ёқилғи ва газойлда);
- в) газ ёқилғида (генератор газ, табиий газ, сиқилган ёки суюлтирилган газда);
- г) аралаш ёқилғида (асосий ёқилғи газ бўлиб, двигателни юргизишда суюқ ёқилғида) ишлайдиган двигателлар ва
- д) ҳар хил ёқилғида (бензин, керосин, дизель ёқилғи ва бошқаларда) ишлайдиган кўп ёқилғили двигателлар.

3. Ёнувчи аралашма ҳосил бўлишига қараб:
 - а) аралашмаси цилиндрдан ташқарида тайёрланадиган карбюраторли ва газ двигателлари;
 - б) аралашмаси цилиндрнинг ичкарасида тайёрланадиган дизель двигателлари.
4. Аралашмани алангалантириш усулига қараб:
 - а) электр учқуни билан алангалантириладиган карбюраторли ва газ двигателлари;
 - б) сиқилишдан қизиган ҳаво ёрдамида ўз-ўзидан алангалантириладиган дизель двигателлари;
 - в) форкамерали - аланга билан алангалантириладиган двигателлар.
5. Ишчи циклини амалга оширилишига қараб:
 - а) тўрт тактли;
 - б) икки тактли двигателлар.
6. Цилиндрларининг сонига қараб:
 - а) бир цилиндрли двигателлар;
 - б) кўп цилиндрли (2, 3, 4, 6, 8, ва ҳоказо) двигателлар;
7. Цилиндрининг жойлаштирилишига қараб:
 - а) вертикал бир қатор;
 - б) горизонтал бир қатор;
 - в) «V» симон жойлаштирилган;
 - г) юлдузсимон жойлаштирилган;
 - д) қарама - қарши жойлаштирилган.
8. Совитилишига қараб:
 - а) суюқлик билан;
 - б) ҳаво билан совитиладиган двигателлар.
9. Тузилишига қараб:
 - а) поршенли;
 - б) газ турбина пуфлашли;
 - в) газ турбина пуфлаши автоматик бошқариладиган;
 - г) кўп ёқилғили;
 - д) ҳавоси олдиндан ёқилғи билан бойитиладиган;
 - е) газ турбинали;
 - ж) комбинациялашган;
 - и) ротор - поршенли двигателлар.

Двигателларнинг асосий ва солиштирма кўрсаткичлари

Ички ёнув двигателларининг ишлаб чиқариш сифатини белгиловчи кўрсаткичлар қуйидагилардир:

1. Конструкцияси ҳамма элементларининг мустаҳкамлиги ва чидамлиги.

2. Иссиқлик энергиясини механик энергияга айланиш жараёнининг такомиллашганлик даражаси. Бу эса, қувват бирлигини олиш учун вақт бирлигида сарф бўлган ёқилғи миқдорини белгиловчи ёқилғи тежамкорлиги (солиштирма ёқилғи сарфи) билан баҳоланади.

3. Тузилишининг соддалиги, хизмат кўрсатишининг қулайлиги, эксплуатация ва ремонт қилишнинг арзонлиги.

4. Двигателни ишончли юргизилиши.

5. Тузилиши, техника тарзққиёти даражасига мос равишда, двигателни кучайтириш йўли билан модернизация қилишга ва кўрсаткичларини яхшилашга имкон берадиган перспектив бўлиши.

6. Эксплуатация шароитида нисбатан ўзгарувчан режимга мослаша олиш қобилиятининг бўлиши.

Иссиқлик ва динамик зўриқиб ишлашини, массаси ва ишчи ҳажмдан фойдаланиш нуқтаи назаридан двигателни баҳолашда, унинг солиштирма кўрсаткичларидан, яъни литр қуввати ва солиштирма поршень қувватидан, литр массаси ҳамда солиштирма массасидан фойдаланилади.

Двигателнинг тирсакли валидан олинадиган номинал қувватини, ҳамма поршенлар юзалари йиғиндисининг нисбатига, шартли равишда, унинг *солиштирма поршень қуввати* дейилади:

$$N_{п} = \frac{N_e}{i \cdot \frac{\pi D^3}{4}} = \frac{P_e \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot n_n \cdot i}{i \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 30 \cdot \tau} = \frac{P_e \cdot S \cdot n_n}{30 \tau} \text{ кВт/дм}^2 \quad (1)$$

Бунда, N_e — двигателнинг номинал қуввати, кВт;

P_e — ўртача эффектив босим, МПа;

D ва S — поршеннинг диаметри ва йўли, мм;

n_n — айланишлар частотаси, айл/мин;

τ — тактлилик коэффициентини;

i — цилиндрлар сони.

Поршеннинг ўртача тезлиги

$$C_u = \frac{S \cdot n_n}{30} \text{ м/с} \quad (2a)$$

ёки

$$C_n = \frac{S \cdot n_n}{300} \text{ дм/с} \quad (2)$$

Шунинг учун (1) формула қуйидаги кўринишга ўзга бўлади:

$$N_{п} = \frac{P_e \cdot C_n}{1,5 \cdot \tau} \text{ кВт/дм}^2 \quad (3)$$

Ушбу (3) ифодадан кўришиб турибдики, солиштирма поршень қуввати ўртача эффектив босимга, ўртача поршень тезлигига ва тактлилик коэффициентига, яъни двигателни иссиқлик ва зўриқиб ишлашини белгиловчи омилларга боғлиқ.

Двигателнинг номинал қувватини, цилиндрларнинг умумий ишчи ҳажмига нисбатини унинг *литр қуввати* дейилади:

$$N_{л.} = \frac{N_{ен}}{i \cdot V_h} = \frac{P_e \cdot V_h \cdot n_n \cdot i}{i \cdot V_h \cdot 30 \cdot \tau} = \frac{P_e \cdot n_n}{30 \cdot \tau} \text{ кВт/л} \quad (4)$$

Двигателнинг литр қуввати, унинг ишчи ҳажмидан қанчалик фойдаланилишини кўрсатади. Литр қувват қанчалик катта бўлса, двигатель шунча енгил ва ихчам бўлади.

Бу кўрсаткич автомобиль двигателлари учун айниқса, катта аҳамиятга эга. Юқоридаги (4) ифодадан кўришиб турибдики, ўртача эффектив босим билан айланишлар частотаси бўйича кучайтириш ва тактлар сонини ўзгартириш (тўрт такт ўрнига икки такт қўллаш) билан двигателнинг литр қувватини анча ошириш мумкин. Ўртача эффектив босим бўйича двигателларнинг кучайтириш учун сиқиш даражасини ошириш ва пуфлаш (наддув) қўллаш мумкин. Сиқиш даражасининг оширилиши билан деталларга тушадиган нагрузка жуда ортиб кетишини ҳисобга олиб, бу усулдан камроқ фойдаланилади. Пуфлаш (бир вақтнинг ўзид айланишлар частотасини ошириб) кейинги пайтларда кенгроқ қўлланилмоқда.

Двигатель массасини цилиндрлар ишчи ҳажмига бўлган нисбати, унинг литр массаси дейилади:

$$q_n = \frac{G_{\text{кур}}}{i \cdot V_h} \text{ кг/л} \quad (5)$$

Бунда, $G_{\text{кур}}$ — заправка қилинмаган, лекин тўла жиҳозланган двигателнинг массаси, кг.

Двигателнинг литр массаси, унинг конструкциясининг, такомиллашганлигини, ясашиш технологияси ва материалларнинг сифатини кўрсатади. Двигатель массасини унинг номинал қувватига бўлган нисбатига двигателнинг солиштирма массаси дейилади:

$$q_N = \frac{G_{\text{кур}}}{N_e} \text{ кг/кВт} \quad (6)$$

Двигателнинг солиштирма массаси, унинг қанчалик такомиллашганини кўрсатади. Бу кўрсаткич двигателнинг турига, тузилишига, материаллари сифатига ва бошқаларга боғлиқ.

Двигателларнинг солиштирма кўрсаткичлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал. Двигателларнинг солиштирма кўрсаткичлари

Двигателлар	Солиштирма поршень қуввати, квт/дм ²	Литр қуввати, квт/л	Литр массаси, кг/л	Солиштирма массаси, кг/квт
Карбюраторли: энгил автомобиль двигатели	22 ... 35	16 .. 45	40 ... 85	1,5 ... 5,0
Юк автомобили двигатели	14 ... 25	13 .. 40	45 ... 100	2,0 ... 7,0
Трактор двигатели	9 ... 12	5 ... 12	70 ... 135	7,0 ... 18
Автомобиль дизеллари	14 ... 20	13 ... 24	60 ... 125	7,0 ... 17
Трактор дизеллари	10 ... 15	6 ... 11	85 ... 200	10 ... 30

БИРИНЧИ ҚИСМ

АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ НАЗАРИЯСИ

1-БОБ. ПОРШЕНЛИ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ ЦИКЛЛАРИ

1-§. Асосий тушунчалар

Ички ёнув двигателларида иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантириш мураккаб жараён бўлиб, унинг реал шароитда ўтиши, термодинамиканинг иккинчи қонунида ҳисобга олинмаган қўшимча йўқотишларнинг пайдо бўлиши билан боғлиқдир. Шунинг учун циклларни назарий шароитда солиштириб кўриш керак, чунки бунда ҳар бир цикл фараз қилинган энг қулай шароитда ўтади.

Ҳар бир ички ёнув двигателининг ишчи циклини, уларнинг ўзига хос хусусиятлари бўлишидан қатъи назар, қуйидаги икки: назарий яъни фараз қилинган иссиқлик машинаси шароитида ўтадиган ҳамда реал шароитда ўтадиган циклга бўлиш мумкин.

Бу икки циклга асосланган ҳолда назарий ва ҳақиқий (ишчи) цикллар ҳақида тушунча киритиш мумкин.

Назарий цикл ёпиқ цикл бўлиб, у фараз қилинган иссиқлик машинасида ишчи жисм алмаштирилмай ва унинг миқдори ўзгартирилмай амалга оширилади. Шу сабабли, ҳақиқий циклнинг ёниш ва чиқариш жараёнлари назарий циклда иссиқликни оний бериш ва олиш жараёнлари билан алмаштирилади. Сиқиш ва кенгайиш жараёнлари, иссиқликдан фойдаланиш энг юқори бўладиган адиабатик жараён бўйича ўтади деб фараз қилинади. Цилиндрдаги ишчи жисмнинг иссиқлик сифimini ўзгармас деб қабул қилинади.

Назарий циклларни термодинамик ҳисоблаш, реал двигателларнинг эҳтимол тутилган максимал қуввати ва тежамқорлигини аниқлашга имкон беради, бу эса жуда катта амалий аҳамиятга эгадир. Назарий цикллар термодинамиканинг иккинчи қонунига айнан мос келадиган энг оз миқдордаги йўқотишларга эга. Демак, назарий цикллар бўйича қилинадиган ҳисоблар, реал двигателнинг ҳар бир жараёни энг қулай шароитда ўтганда, иссиқликдан фойдаланиш ва ўртача босимнинг мумкин бўлган максимал миқдорини аниқлашга имкон беради. Назарий циклларни ўрганиш учун материаллар, термодинамик боғланишлардан фойдаланиб, ҳисоблаш йўли билан олинади.

Вазифасига қараб қўйиладиган талабларнинг бир хил эмаслиги, ички ёнув двигателларининг кўпгина турларини яратилишига асос бўлган. Лекин назарий циклни ишчи цилиндрда амалга оширили-

шига қараб, барча ички ёнув двигателларини асосан учта группага бўлиш мумкин:

а) ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш циклида ишлайдиган двигателлар;

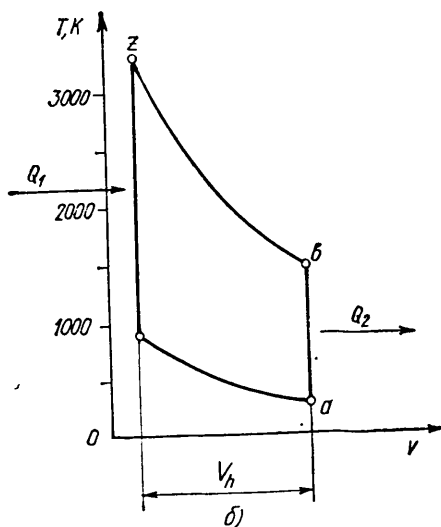
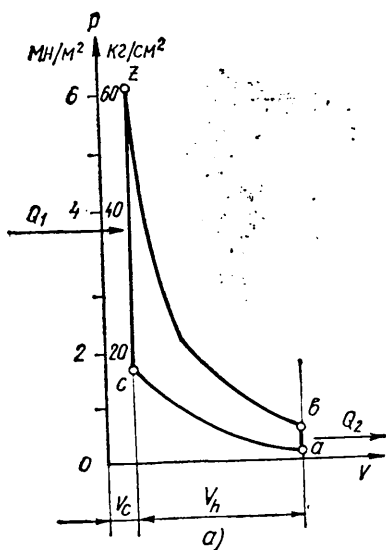
б) ўзгармас босимда иссиқлик бериш циклида ишлайдиган двигателлар;

в) аралаш иссиқлик бериш циклида ишлайдиган двигателлар.

2-§. Ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл

Ҳар бир назарий цикл, термодинамиканинг иккинчи қонунига айнан мос келадиган энг оз миқдордаги иссиқлик йўқотишларига эга бўлиши керак. Шунинг учун ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл қуйидагича амалга оширилади: поршеннинг пастки чекка нуқтадан (П.Ч.Н), юқори чекка нуқтага (Ю.Ч.Н.) қараб ҳаракати пайтида (1-расм, «а» дан «С» гача) цилиндрни тўлдириб турган газ сиқилади. Сиқиш пайтида иссиқлик йўқотишларга барҳам бериш учун, цилиндр деворлари иссиқлик ўтказмайдиган, яъни идеал иссиқлик изолятори билан қопланган деб фараз қилинади. Бундай ҳолатда сиқиш жараёни (назарий цикл индикатор диаграммасидаги ас чизиғи) адиабатик ўтиб, сиқишга сарф бўлган механик энергия тўлалигича сиқилувчи газнинг ички энергиясини ортиришга сарф бўлди.

Сиқиш охирида, яъни поршень Ю.Ч.Н. га келганида, ҳақиқий циклларда бўлгани каби ёниш жараёни бўлмай, балки ташқи манбадан Q_1 миқдордаги иссиқликни оний берилиши амалга оширилади.



1- расм. Ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтувчи назарий циклнинг индикатор диаграммаси.

Бунинг натижасида 'ёниш камерасида бўлган газнинг босими ва ҳарорати изохорик (диаграммадаги CZ изохораси) кўтарилади.

Поршенни Ю.Ч.Н. дан қайтишида (диаграммадаги Z нуқта) иссиқлик берилиши тўхтатилади. Кенгайиш пайтида иссиқлик йўқотишларга барҳам бериш учун, газ адиабатик кенгайди, деб қабул қилинади. Бундай пайтда газнинг ички энергияси ташқи механик энергияга айланади. Поршень П.Ч.Н. га тушганда (1-расм, в нуқта) зв адиабата чизиги билан ифодаланувчи кенгайиш жараёни тугайди.

Циклни даврий тақрорланиб туриши учун газни, индикатор диаграммасининг а нуқта билан белгиланувчи дастлабки ҳолатга қайтариш керак. Бунинг учун цилиндрдаги газни совитиш, яъни сиқиш охирида киритилган Q_1 иссиқликнинг маълум бир қисмини ташкил этувчи Q_2 иссиқликни газдан олиш керак. Бундан кўринадики, назарий цикл амалга оширилганда ҳам киритилган иссиқликнинг бир қисми (Q_2) йўқотилар экан. Демак, ички ёнув двигателларида иссиқликни тўла ишга айлантириш мумкин эмас.

Ҳар қандай назарий циклнинг тежамкорлиги термик фойдали иш коэффиценти (ф.и.к.) билан баҳоланади. Термодинамика курсидан маълумки, ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий циклнинг термик ф.и.к. қуйидаги формула билан топилади:

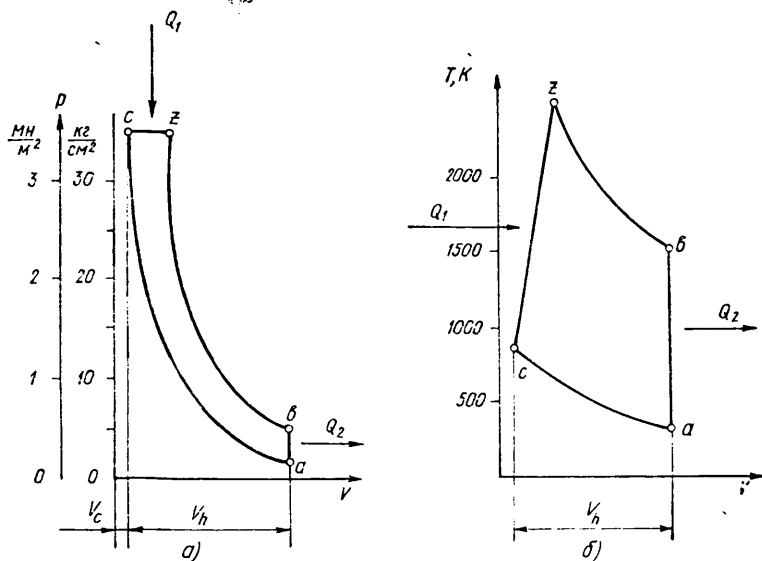
$$\eta_t = 1 - \frac{1}{e^{\kappa-1}} \quad (7)$$

Бу формуладан ишчи жисми алмаштирилмайдиган ва газнинг иссиқлик сиғими ўзгармас бўлган берк цикллар учун фойдаланиш мумкин. Аммо бу ифодадан чиқадиган хулосалар, ҳароратга қараб иссиқлик сиғими ўзгарадиган ишчи жисмга эга бўлган цикллар учун ҳам тўғри келади. Демак, тенгламадан хулосага келиш мумкин: сиқиш даражаси (ϵ), сиқиш ҳамда кенгайиш жараёнларнинг кўрсаткичи (κ) ортиши ҳисобига ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган циклнинг тежамкорлиги яхшиланади.

Ишчи аралашмани сиқиш, уни ташқи маъба ёрдамида алангалантириш ва поршень Ю.Ч.Н. чегарасида турган вақтда тез ёндириш билан, яъни ўзгармас ҳажмда ёниш билан ишлайдиган реал двигателларнинг ишчи цикли. ўзининг ташқи аломатлари бўйича назарий циклга жуда яқин туради. Бинобарин, ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл, бензинли, керосинли, газли ва калоризаторли двигателлар учун идеал цикл ҳисобланиб, унинг қонуниятларидан юқоридаги реал двигателларнинг ишчи циклларини ўрганишда фойдаланилади.

3-§. Ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл

Ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган бу цикл (2-расм), ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий циклга жуда ўхшаб кетади. Асосий фарқи шундаки, (Q_1) иссиқлик



2- расм. Ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтувчи назарий цик-
лининг индикатор диаграммаси.

ишчи жисмга сиқиш охирида ўзгармас ҳажмда эмас, балки ўзгармас босимда берилди.

Диаграммадаги ас чизиги цилиндрдаги ишчи жисмни сиқиш, унга (Q_1) иссиқликни изобарик бериш, zb кенгайиш ва «ва» газдан (Q_2) иссиқликни изохорик олиш жараёнларини ифодалайди.

Термодинамика курсида келтириб чиқарилган формуладан фойдаланиб, бу цикл учун ҳам термик ф.и.к. нинг ифодасини ёзиш мумкин:

$$\eta_f = 1 - \frac{1}{e^{\kappa-1}} \cdot \frac{\rho^{\kappa} - 1}{\kappa(\rho - 1)} \quad (8)$$

Юқоридаги иккала циклининг термик ф.и.к. ларини ўзаро солиштириб, ўзгармас ҳажмда ўтадиган циклда, ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган циклга нисбатан (бир хил сиқиш даражасида ва дастлабки кенгайиш даражаси ρ нинг барча қийматларида) иссиқликдан фойдаланиш ҳамма вақт юқори бўлишини аниқлаш мумкин.

Ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл, «компрессорли» деб аталувчи дизеллар учун идеал цикл ҳисобланади. Компрессорли дизелларда цилиндрга киритилган ёқилғи 5,0 ... 6,0 МПа (50 ... 60 кг/см²) босимга эга бўлган сиқилган ҳаво ёрдамида парчаланadi. Бундай двигателлар тузилишининг ва уларга хизмат кўрсатишининг мураккаблиги туфайли автотракторлар учун ишлаб чиқарилмайди.

4-§. Ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл (Аралаш цикл)

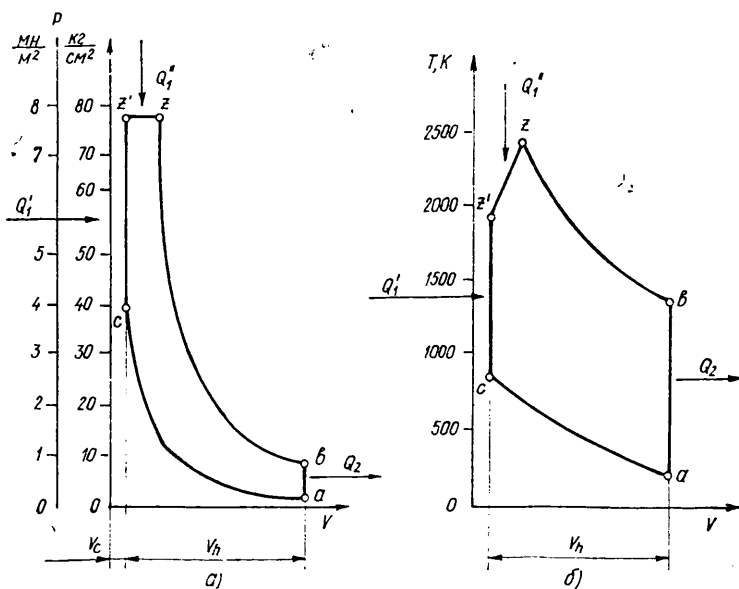
Аралаш цикл кўриб чиқилган иккала назарий циклларнинг умумлашгани бўлиб, бунда ишчи жисмга узатилувчи (Q_1) иссиқликнинг бир қисми (Q_1') ўзгармас ҳажмда ва қолган қисми (Q_2'') ўзгармас босимда берилади (3-расм).

Ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий циклниң термик ф.и.к. қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{(\lambda - 1) + \kappa \lambda (\rho - 1)} \quad (9)$$

Юқоридаги (9) ифодадан кўриниб турибдики, аралаш циклда иссиқликдан фойдаланиш даражаси сиқиш (ε), дастлабки кенгайиш (ρ) ва босимнинг ортиш даражаси (γ) га ҳамда адиабатик сиқиш билан кенгайиш кўрсаткичи (κ) га боғлиқ. Бу цикл, ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган цикллар оралигидаги цикл бўлганлиги учун унинг кўрсаткичлари ҳам бу икки чегара циклларнинг кўрсаткичлари ўртасида бўлади.

Дизелларда сиқиш натижасида ўта қизиган ҳавога юқори босим билан форсункадан пуркалган ёқилғининг бир қисми Ю.Ч.Н. атрофида ўзгармас ҳажмда, қолган қисми эса кенгайиш жараёнининг бошланишида — ўзгармас босимда ёнади.¹ Шунинг учун ҳам аралаш иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл, компрессорсиз дизел



3-расм. Аралаш иссиқлик бериш билан ўтувчи назарий циклниң индикатор диаграммаси.

лар учун идеал ҳисобланиб, унинг қонуниятларидан ҳозирги замон автотрактор дизелларининг ҳақиқий циклларини ўрганишда фойдаланади.

II БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ҲАҚИҚИЙ ЦИКЛЛАРИ 4

5 § Асссий тушунчалар

Ҳақиқий (ишчи) цикл очиқ цикл бўлиб, у реал ички ёнув двигателларида амалга оширилади. Ҳақиқий циклни ўрганиш учун реал двигателларда ёқилғининг химиявий энергиясини механик энергиясига айлантириш билан боғлиқ бўлган барча мураккаб масалалар комплексини қараб чиқиш керак.

Ҳар бир ишчи цилиндрда даврий такрорланиб турувчи ва двигателнинг давомли ишлашини таъминловчи жараёнлар кетма-кетлигининг бирикмасига, *ички ёнув двигателларининг ҳақиқий (ишчи) цикли дейилади.*

Поршенни тирсакли вал ўқидан энг узоқлашган (юқорига чиқиб қайтадиган) нуқтаси *юқори чекка нуқта* дейилади. Поршеннинг вал ўқига энг яқинлашган (пастга тушиб қайтадиган) нуқтаси *пастки чекка нуқта* дейилади.

Поршень йўли деб, цилиндр ўқи бўйлаб чекка нуқталар оралиғидаги масофага айтилади, бу тирсакли валнинг ярим айланишига тўғри келади ва *S* ҳарфи билан белгиланади.

Ишчи циклнинг бир қисмида, яъни поршеннинг бир йўлида цилиндр ичида бажарилган ишга *такт* дейилади. Агарда двигателнинг бир ишчи цикли поршеннинг икки йўлида (тирсакли валнинг бир айланишида) бажарилса, бундай двигателни *икки тактли*, агарда поршеннинг тўрт йўлида (тирсакли валнинг икки айланишида) бажарилса, *тўрт тактли двигатель* дейилади.

Поршень ҳаракатланганда ишчи цилиндрдаги поршень усти бўшлиғининг ҳажми доимо ўзгариб туради. Бунда характерли ҳажмлар қуйидагилардир:

1. Сиқиш камерасининг ҳажм (V_c) — поршень Ю.Ч.Н. да турганда, унинг иқорисида ҳосил бўладиган ҳажм.

2. Цилиндрнинг ишчи ҳажми (V_h) — поршень Ю.Ч.Н. дан П.Ч.Н. гача ҳаракатланганда бўшатадиган ҳажм.

Цилиндрнинг ишчи ҳажми қуйидаги формула билан топилади;

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S_l$$

Бунда, D — цилиндрнинг диаметри, дм;

S — поршень йўли, дм.

Двигатель цилиндрлари ишчи ҳажмларининг йиғиндисига, унинг *литражи* дейилади ва V_l билан белгиланади.

3. Цилиндрнинг тўла ҳажми (V_a) — П.Ч.Н. да турган поршень тубиғининг иқорисидаги ҳажм. Бу ҳажм ўз навбатида сиқиш камерасининг ҳажми (V_c) билан, цилиндрнинг ишчи ҳажми (V_h) йиғиндисидан иборат, яъни

$$V_a = V_h + V_c$$

Цилиндрнинг тўла ҳажмини сиқиш камерасининг ҳажми нисбатига *двигателнинг шартли (геометрик) сиқиш даражаси* дейилади.

Ҳақиқий сиқиш даражаси (ϵ') охириги газ тақсимлаш органи беркитилган пайтдаги поршень усти бўшлиғининг ҳажмини, сиқиш камераси ҳажмига бўлган нисбатига тенг.

Цилиндрда ёқилги ёнишидан ҳосил бўладиган иссиқликдан унумли фойдаланиш даражаси (тежамкорлик) ва двигателнинг бошқа кўрсаткичлари, сиқиш даражасининг қийматига боғлиқ.

Демак, сиқиш даражаси двигателни мақсадга мувофиқ ҳолда ишлашида муҳим аҳамиятга эга. Двигателларнинг ишчи циклини ташкил қилувчи жараёнларни ўрганиш пайтида, унинг индикатор диаграммасидан кенг фойдаланилади.

6- §. Ички ёнув двигателларининг индикатор диаграммалари

Ишчи цикли давомида цилиндр ичидаги босимни цилиндр ҳажмининг ўзгаришига нисбатан чизма ифодасига, ички ёнув двигателларининг *индикатор диаграммаси* дейилади.

Индикатор диаграммаси ёрдамида цилиндрдаги газлар ишининг кўрсаткичларини ҳамда двигателнинг индикатор ва эффектив кўрсаткичларини аниқлаш мумкин. Шунингдек, индикатор диаграммаси ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти (α) ни, иссиқликни ажралиб чиқиш коэффициенти (ξ) ни, тўлдириш коэффициенти (η_v) ни, индикатор ф. и. к. (η_i) ни, қолдиқ газлар коэффициенти (γ) ни, политороник сиқиш ва кенгайиш кўрсаткичлари (n_1, n_2) ни, босимнинг кўтарилиш тезлиги ($d\varphi/d\alpha$) ни, босимнинг ортиш даражаси (λ) ни, дастлабки кенгайиш даражаси (ρ) ни, индикатор диаграмманинг тўлиқ маслик коэффициенти (ν) ни, ўз-ўзидан алангаланишининг кечикиш даври (φ) ни ва двигателнинг бошқа кўрсаткичларини аниқлашга ҳамда тақсимлаш, ёндириш ва ёқилги узатиш системалари органларининг тўғри ишлаётганлигини баҳолашга имкон беради.

Индикатор қувват маълум бўлиб, двигатель тури (айланишлар частотаси, цилиндрлар ва тактлар сони) қабул қилинган бўлса, цилиндр ишчи ҳажмини, демак двигателнинг асосий ўлчамларини (цилиндр диаметри ва поршень йўлини) топиш, яъни янги двигательни лойиҳалаш мумкин.

Лойиҳаланаётган двигатель учун ўртача индикатор босим (P_i) қийматини, шу двигатель учун прототип қилиб қабул қилинган двигателдан тажриба ёрдамида олинган ёки шу типдаги двигатель учун, бир қатор ҳисоблашлар ўтказиш ва чизмалар қуриш натижа-сида тикланган индикатор диаграммасидан топиш мумкин.

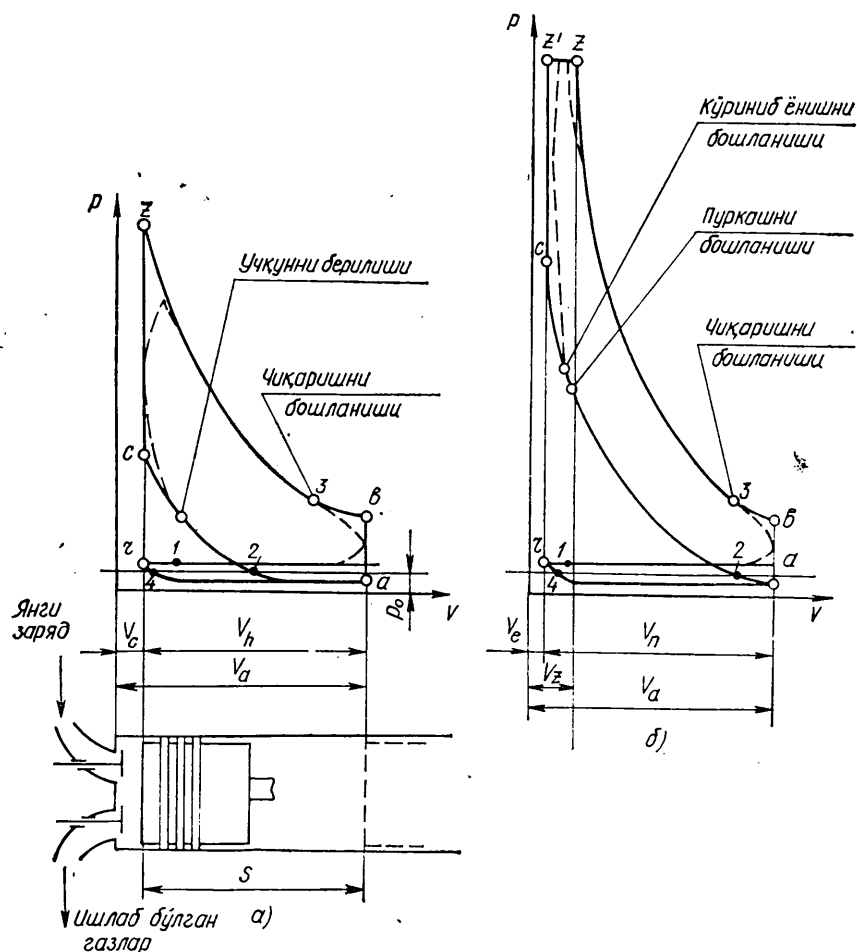
Ҳисоблаш йўли билан индикатор диаграммаси қурилганда, двигатель цилиндрларида ўтувчи жараёнлар ва ҳодисалар билан у ёки бу даражада яқиндан танишиш имконияти туғилади. Шунинг учун индикатор диаграммасини олишнинг шу иккинчи усулини кенгроқ ўрганиш биз учун кўпроқ мақсадга мувофиқдир.

Двигатель цилиндрларида амалга оширилувчи физик-химияви ҳодисалар ниҳоятда мураккаб бўлиб у ёки бу жараённи таҳлил қи-

лишда ва ҳисоблашда, оддий термодинамик тенгламалардан фойдаланишга ҳамда бир қатор эҳтимоллик ёки соддалаштиришларга йўл қўйишга тўғри келади.

Ички ёнув двигателларининг индикатор диаграммаларида (4-расм, а, б, в, г) ga — чизиги киритиш, ac — сиқиш, cz ($cz'z$) ёғиш, zb — кенгайиш ва bg — чиқариш жараёнларининг ўтишини ифода қилади.

Двигателларнинг индикатор диаграммаларини қуриш ва улардан P_i нинг қийматини топиш учун ҳар бир диаграммадаги характерли нуқталарининг (а, с, z, z', б, г) кўрсаткичларини ҳамда шу нуқталардаги босимнинг ўзгариш қонуниятларини билиш керак.



4-расм. Ички ёнув двигателларининг индикатор диаграммалари:

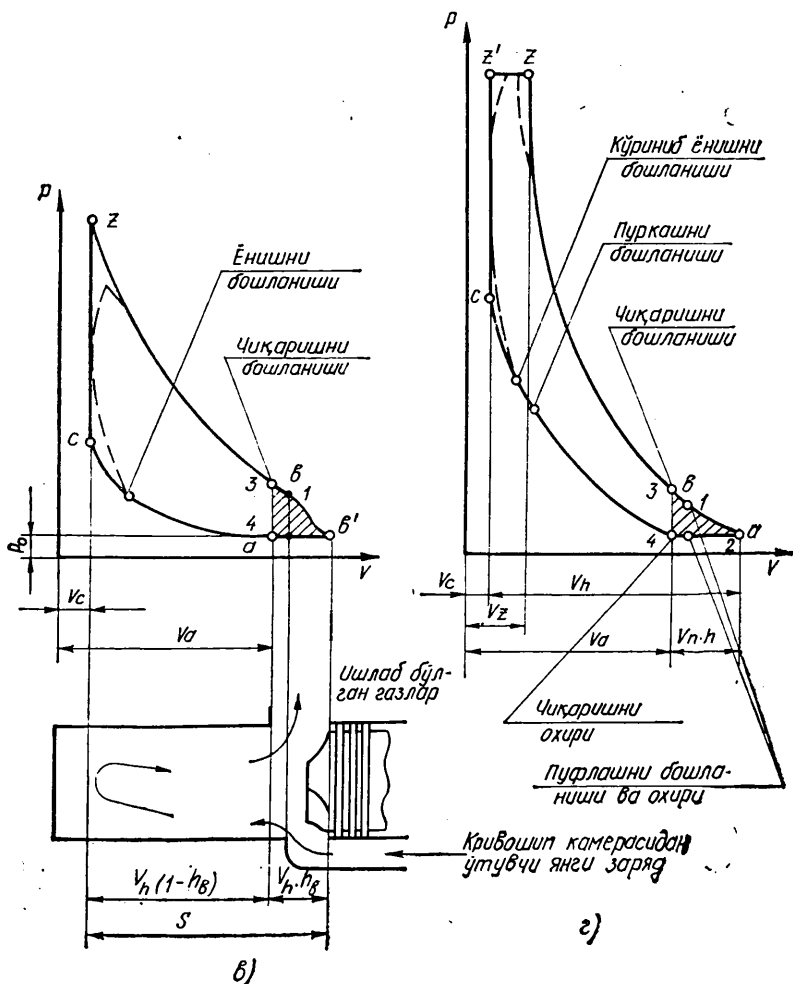
- а) — тўрт тактли карбюраторли двигателъ; б) — тўрт тактли дизели; в) — кривошип камерадан пуфловчи икки тактли двигателъ; г) — дам бериб тозаловчи насос ёрдамида пуфловчи икки тактли двигателъ;
 — назарий диаграмма;
 — ҳақиқий диаграмма.

Индикатор диаграммадаги ҳар бир нуқта, газнинг шу нуқтадаги абсолют босими P , ҳажми V ва абсолют ҳарорати T билан баҳоланади.

Бизни қизиқтирувчи P , V , T кўрсаткичларни ва босимларнинг ўзгариш қонуниятларини аниқлаш, ишчи цилиндрда амалга оширилувчи жараёнларни ўрганиш билан биргаликда олиб борамиз.

7- §. Ҳақиқий циклнинг ассий ва ёрдамчи жараёнлари

Поршенли двигателларнинг ҳақиқий цикллари асосий ва ёрдамчи жараёнлардан иборат бўлади. Асосий жараёнларга сиқиш, ёниш (ишчи жисмга иссиқлик бериш) ва кенгайиш (поршеннинг ишчи йўли), ёрдамчи жараёнларга эса ишланган газларни чиқариш, цилиндрни пуфлаш ва киритиш, яъни цилиндрни янги заряд билан тўлдириш жараёнлари киради.



Цикл асосий жараёнларининг ўтиш характери двигателнинг тактлигига боғлиқ бўлмай, балки аралашма ҳосил қилиш ва уни алангалантириш тури билан аниқланади. Ёрдамчи жараёнларнинг ўтиши эса двигателнинг тактлилигига тўла боғлиқдир.

Индикатор диаграммалардаги (4-расм 2-нуқта) қўшимча жараёнлар тугаб, ҳақиқий сиқиш жараёни бошланишини (киритиш тўла тамомланган пайтга) кўрсатса, 3-нуқта асосий кенгайиш жараёнининг тугаш (чиқариш клапани очила бошлаган) пайтга белгилайди. Шундай қилиб, келтирилган индикатор диаграммалардаги асосий жараёнларни белгиловчи $2 - c - z - 3$ чизиги двигателни неча тактли бўлишидан қатъи назар бир хилдир. Ёрдамчи жараёнларни белгилловчи $3 - 1 - 4 - a - 2$ чизиги эса икки тактли ва тўрт тактли двигателларда бутунлай бошқа кўринишга эгадир.

Икки тактли двигателларда (4-расм; в, г) газ алмашиш жараёнларига ажратилган вақтнинг ниҳоятда қисқалигини ҳисобга олиб, ишланган газларни цилиндрдан чиқариш ва уни янги заряд билан тўлдириш жараёнларини ташкил қилишга алоҳида аҳамият бериш керак.

8- §. Киритиш жараёни

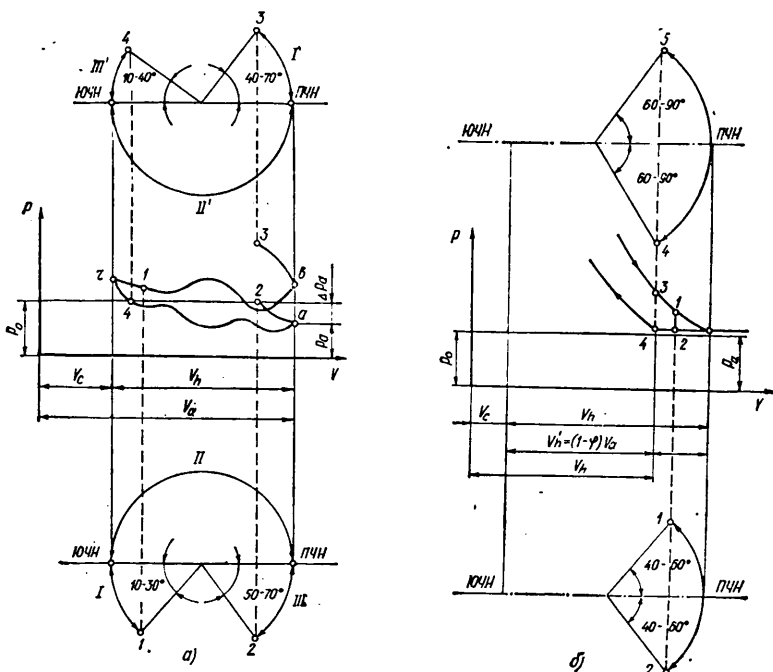
Умумий маълумотлар. Двигатель цилиндрига киритилган янги заряднинг миқдори кўп жиҳатдан ишчи цилиндрни тозаланиш сифатига боғлиқдир. Шунинг учун киритиш жараёнини таҳлил қилиш пайтида, чиқариш ва газ алмашиниш жараёнларига алоқадор бўлган бошқа барча комплекс ҳодисаларни ҳисобга олиш керак.

Газ алмашиниш жараёнларининг ўтиш даврлари ва уларнинг индикатор диаграммаларидаги (5-расм а, б) бир хил нуқталар — чиқариш ҳамда киритиш клапанларининг очилиш ёки ёпилиш пайтларини билдиради. 1 ва 3 нуқталар билан киритиш ва чиқариш клапанларининг (дарчаларнинг) очилиш, 2 ва 4 нуқталар билан эса уларнинг ёпилиш пайтлари белгиланган.

Цилиндрни ёнувчи аралашма ёки ҳаво билан тўлдириш жараёнини шартли равишда уч даврга, яъни дастлабки киритиш, асосий киритиш ва киритишни кеч қолиш даврларига бўлиш мумкин.

Дастлабки киритиш клапан очила бошланган пайтдан (5-расм, а даги 1 нуқта) бошлаб, поршень Ю. Ч. Н. га келгунча давом этади. Бу даврда (5-расм, 1-участка) киритиш клапани энди кўтарилиб, цилиндрга янги зарядни кириши бошланади. Киритиш тешигининг эртарақ оча бошланишига сабаб, асосий киритиш даври бошлангунча янги зарядни цилиндрга бемалол киритиши учун иложи борича каттароқ йўлни очиб қўйишдир.

Киритиш тешиги очила бошлаган пайтда чиқариш жараёни тугаётган, лекин бу пайтда ҳали чиқариш тешиги беркилиб улгурмаган бўлади. Бу даврда янги заряд ёрдамида цилиндрни пуфлаш ва уни ишлаб бўлган газлардан тўлароқ тозалаш амалга оширилади.



5-расм. Газ атмашнинг жарээнларни ўлғаш даврлари ва уларнинг индикатор диаграмматари

а) — тўрт тактли двигатель б) — икки тактли двигатель.

Асосий киритиш даври тирсақли валнинг бурилиш бурчаги бўйича 180° га тенг келадиган вақт ичида, яъни поршень Ю. Ч. Н. дан П. Ч. Н. га келгунича давом этади. Бу даврда (5-расм, а, II-участка) поршень пастга қараб ҳаракатланади ва унинг устида бўшлиқ ҳосил бўлиб (пуфлашсиз двигателларда) цилиндрга ёнувчи аралашма ёки ҳаво киради ва бўшлиқни тўлдира бошлайди. Асосий киритиш даврининг бошланишида, киритиш тешиги ҳали тўла очилиб улгурмаганлиги ва давр охирига келиб эса беркила бошлаганлиги учун киритиш тешигининг янги зарядни цилиндрга киритишга таъсири бир хил бўлмайди. Бундан ташқари, чекка нуқталар оралигида поршень тезлиги ҳам ўзгарувчан бўлганлиги учун (нолдан максимумгача ортиб яна нолгача камаяди), бу вақтда цилиндрдаги янги заряднинг босими ҳам ўзгарувчан характерга эгадир.

Двигателнинг нагрзукаси, тезлик режими ва газ тақсимлаш фазасичинг ўзгариши, цилиндрдаги газ босимининг характерини ҳам ўзгартиради. Бу ўзгаришларни эса фақат, юқори сезгирликка эга бўлган датчик ёрдамидагина ёзиб олиш мумкин. Оддий датчиклар ёрдамида эса абсисса ўқига параллел бўлган ўзгармас босим чизиги олинади. Биз ҳам ҳисоблаш ишларини енгиллаштириш мақсадида

асосий киритиш вақтидаги босимнинг ўртача қийматини киритиш жараёнининг охиридаги босим деб қабул қиламиз.

Киритишнинг кеч қолиш даври поршень П. Ч. Н. га етиб келгандан киритиш тешиги ёпилгунча давом этади. Бу даврда (5-расм, а, Ш — участка) цилиндрга янги заряд, цилиндр ва ташқи муҳит босимларининг фарқи ($P_a < P_o$) ҳамда асосий киритиш даври охиридаги аралашманинг ёки ҳавонинг тезлиги туфайли слган инерцияси ҳисобига киради.

Ҳозирги замон тезкор двигателларида киритиш клапани поршень П. Ч. Н. дан $50 \dots 70^\circ$ ўтганидан кейин беркилади. Бу эса ўз навбатида 20 % гача аралашма ёки ҳавони цилиндрга қўшимча киритилишини таъминлайди. Албатта, киритишнинг кеч қолиш даврини жуда чўзиб юбормаслик керак, акс ҳолда цилиндрга киритилган янги заряднинг бир қисми поршень томонидан қайта ҳайдаб чиқарилиши мумкин.

Ҳозиргача газ тақсимлаш фазасини ҳисоблашнинг оддийроқ наварий усули топилганича йўқ, шунинг учун клапанларни эрта очиб, кеч ёпилиш бурчакларини жуда машаққатли экспериментал тажриба йўли билан топилмоқда. Бу йўл эса мураккаб бўлиши билан бирга камчиликлардан ҳам ҳоли эмас.

Икки тактли двигателларда киритиш ва чиқариш тактлари бўлмайди (5-расм, б). Бу двигателларда газ алмашилиш, кенгайиш йўлининг охирида га сиқиш йўлининг бошланишида амалга оширилади. Бу пайтда ишланган газларни, поршень ҳаракати пайтида очилган чиқариш дарчалари орқали чиқиб кетиши, цилиндрни дам берувчи насосда (кривошип камерасида) олдиндан сиқилган янги заряд билан пуфлаш ва пуфлаш пайтида цилиндрни тўлдириш билан амалга оширилади. Бу жараёнларнинг айнан бир вақтда ўтиши ва устма-уст тушиши, икки тактли двигателларда газ алмашилишини жуда мураккаблаштириб юборади.

8.1 Киритиш жараёнининг кўрсаткичлари

Двигатель цилиндрини янги заряд билан тўлдиришнинг такомиллашганлик даражасини тўлдириш коэффиценти билан баҳолаш қабул қилинган. Лекин бу коэффицент ўз навбатида, цилиндрни олдинги цикл пайтида ёниб бўлган (қолдиқ) газлардан қанчалик тозаланганлик даражасига боғлиқ. Демак, тўлдириш коэффицент газ алмашилиш жараёнлари учун умумий баҳолаш кўрсаткичи ҳисобланади.

Тўлдириш коэффицентининг қиймати бир қатор омилларга боғлиқ бўлиб, уларнинг асосийлари қуйидагилар: киритиш жараёнининг охиридаги (P_a) босим ва ҳарорат (T_a), қолдиқ газларнинг (γ) коэффиценти, қолдиқ газларинг (P_c) босими ва ҳарорати (T_c).

Юқоридаги омиллар таъсирини аниқлаш учун, уларнинг ҳар бирини алоҳида-алоҳида қараб чиқиш керак. Масалани енгиллаштириш мақсадида, киритиш жараёни а нуқтада (5-расм, а) тугайди деб қабул қилинади. Киритиш жараёнини эрта бошланиб, кеч

тугаши ҳисобига келиб чиқадиган ўзгаришлар тажрибада олинган коэффициентлар билан баҳоланади.

Киритиш охиридаги (P_a) босим. Тўрт тақтли двигателнинг киритиш системаси янги зарядни ўтишига жуда катта қаршилик кўрсатганлиги учун (P_0) босим ҳаммавақт атмосфера босимидан кичик бўлади. Пуфлаш билан ишлайдиган двигателлар бундан мустасно бўлиб, уларда (P_a) босим атмосфера босимидан анча юқори бўлиши мумкин.

Киритиш системасининг гидравлик қаршилиги ҳаво тозаллагич карбюратор ва клапанларнинг қаршилигига ва уларни ифлосланиш даражасига, сўриш коллекторининг узунлиги ҳамда кесимига, ундаги бурилишларнинг оз-кўплигига ва уларнинг радиусига, трубопровод деворларининг текислик даражасига боғлиқ.

Шуни ҳам айтиш керакки, баъзи ҳолларда сўриш трубопроводининг узунлигини ортиши билан ундаги босимнинг тебраниши ўзининг характерини ўзгартиради, бу эса кўп жиҳатдан цилиндрни янги заряд билан кўпроқ тўлдиришга ёрдам беради.

Газ тақсимлаш фазаси ва уни берилган айланишлар частотасига мос тушиш - тушмаслиги ҳам P_a қийматига муҳим таъсир қилади. Айланишлар частотасининг ортиши асосан P_a ни камайишига олиб келади, бу эса янги заряд оқимининг тезлиги ортиши ҳисобига, сўриш системасининг қаршилигини кўтарилиши ҳамда киритиш вақтининг қисқариши билан изоҳланиши мумкин.

Карбюраторли двигателларда нагрукани камайиши, дрессель заслонкасининг ёпилиши билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, табиийки P_a ни камайишига олиб келади.

Киритиш охиридаги босимнинг ўртача қийматини қуйидагича топиш мумкин:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a \text{ МПа} \quad (10)$$

Бунда, P_0 — ташқи муҳит босими, МПа:

ΔP_a — тўлдиришда босимнинг йўқотилиши, МПа.

Киритиш охиридаги P_a босимнинг қийматига таъсир қилувчи омилларнинг ниҳоятда кўплиги ва киритиш пайтида ҳосил бўладиган гидравлик ҳодисаларнинг мураккаблиги, ΔP_a нинг қийматини назарий йўл билан аниқлашни жуда қийинлаштириб юборади. Тўлдиришда босимни йўқотилишини тахминан аниқлаш учун бир қатор эҳтимолликларга йўл қўйган ҳолда Бернулли тенгламасидан фойдаланиш мумкин:

$$\Delta P_a = (C^2 + \xi_{\text{кир}})(C_{\text{кир}}/2) \cdot \rho_k \cdot 10^{-6}$$

Бу ерда C ва $\xi_{\text{кир}}$ заряд ҳаракат тезлигининг сўниш ва киритиш системасининг қаршилик коэффициентлари бўлиб, уларнинг йиғиндиси тажриба маълумотлари [15] бўйича 2,5 . . . 4,0 га тенгдир. $C_{\text{кир}}$ — зарядни, киритиш системасининг энг кичик кесимидаги ўртача тезлиги бўлиб, унинг қиймати $C_{\text{кир}} = 50 \dots 130$ м/с. ρ_k — киритишда заряднинг зичлиги, кг/м³.

Экспериментал материаллардан шу нарса кўринадики, пуфлаш-сиз тўрт тактли двигателлар учун ΔP_a нинг қиймати қуйидаги чегарада бўлади:

$$\Delta P_a = (0,05 \dots 0,25) \cdot P_0'$$

Катта қийматлар чегараси карбюраторли ва газ двигателлари учун, кичик қийматлар чегараси эса дизель двигателларига тўғри келади.

Пуфлаш билан ишлайдиган двигателларда ΔP_a нинг қиймати ҳайдаш насосидан чиқувчи ҳаёнинг босими P_k га боғлиқ бўлиб, ҳозирда ишлаётган пуфлашли двигателлар учун қуйидаги чегарада бўлади:

$$\Delta P_a = (0,05 \dots 0,10) \cdot P_k$$

Криесшип камера орқали пуфловчи икки тактли двигателларда а нуқта (4-расм, в) чиқариш дарчасини бекитилишига тўғри келганлиги сабабли, P_a нинг қийматини атмосфера босимига тенг деб қабул қилиниши мумкин.

Дем бериш насоси билан жиҳозланган икки тактли двигателларда P_a анча катта қийматга [$P_a = 0,11 \dots 0,135$ МПа ($P_a = 1,1 \dots 1,35$ кг/см²) ва ундан юқори] эга бўлади.

Кириши охиридаги ҳарорат. Кириши жараёни охирида цилиндрда бўлган газларнинг ҳарорати янги сўриб олинган ҳамда аввалги циклдан қолган газлар ҳароратига ва уларнинг массасига боғлиқдир.

Кириши охирида цилиндрда бўлган газларнинг массаси қуйидагича топилади:

$$M_a = M_k + M_{\pi} \quad (11)$$

Бунда, M_k — ёниш камераси ҳажмини тўлдириб турган қолдиқ газларнинг массаси, кг;

M_{π} — янги сўриб олинган заряднинг массаси, кг.

Кириши охиридаги T_a ҳароратни топиш учун юқоридаги (11) тенгламадан фойдаланамиз. Газ ҳолатининг характеристик, тенгласидан маълумки:

$$M_a = \frac{P_a \cdot V_a}{8314 \cdot T_a} \quad \text{ва} \quad M_k = \frac{P_r \cdot V_r}{8314 \cdot T_r}$$

Бунда V_r — қолдиқ газларнинг P_r босим ва T_r ҳароратда эгаллаган ҳажми.

Янги заряднинг M_{π} массасини тўлдириш коэффициенти формуласидан фойдаланиб топамиз:

$$\eta_v = M_{\pi} / M_0$$

Бундан

$$M_{\pi} = \eta_v \cdot M_0 = \eta_v \cdot \frac{P_0 \cdot V_h}{8314 \cdot T_0}$$

Бу ерда M_0 — цилиндр ишчи ҳажмини (V_h) эгаллаб турган газнинг ҳарорати ва босими, атмосфера босими (P_0) ва (T_0) ҳароратига тенг бўлган шароитдаги массаси, яъни

$$M_0 = P_0 \cdot V_h / (8314 \cdot T_0)$$

M_a , M_k ва M_y қийматларини (11) формулага қўямиз:

$$P_a \cdot V_a / (8314 \cdot T_a) = P_r \cdot V_r / (8314 \cdot T_r) + P_0 \cdot V_h \cdot \eta_v / (8314 \cdot T_0)$$

Тенгламанинг чап ва ўнг томонларини T_k/V_c га кўпайтириб, $V_a/V_c = \epsilon$, $V_r = V_c$ ва $V_h/V_c = (\epsilon - 1)$ эканлигини ҳисобга олиб, T_a қийматини ҳисоблаш учун керакли ифодани топамиз:

$$T_a = \frac{\epsilon \cdot P_a}{\eta_v (\epsilon - 1) \cdot P_0 + \frac{T_0}{T_r} \cdot P_r} \cdot T_0 \text{ К} \quad (12)$$

Юқоридаги (12) тенгламадаги тўлдириш коэффициенти η_v ўрнига унинг қийматини (η_v ни топиш формуласи кейинроқ чиқарилган) қўйиб, T_a учун охириги тенгламани оламиз:

$$T_a = \frac{T_0'}{1 - \frac{P_r}{\epsilon \cdot P_a} \left(1 - \frac{T_0'}{T_r} \right)} \text{ К} \quad (13)$$

T_0' янги заряднинг ҳарорати бўлиб, унинг қиймати қуйидагича топилади: $T_0' = T_0 + \Delta T$

Бунда T_0 — ташқи муҳит ҳарорати бўлиб, двигателларни иссиқлик бўйича ҳисоблашда $T_0 = 273 + 15 = 288 \text{ К}$ деб қабул қилинади.

ΔT — янги заряд ҳароратини сўриш коллектори, клапан ва бошқа деталларнинг иссиқлиги ҳисобига ортиши. Бензинли ва газ двигателлари учун ΔT нинг қиймати 10 ... 45, дизеллар учун эса 10 ... 25 градусга тенг бўлади.

Айланишлар частотасининг ортиши билан ΔT нинг қиймати камайди. Буни эса айланишлар частотаси ортиши билан газларнинг қизиган деталлар билан учрашиб туриш вақтининг камайиши билан изоҳлаш мумкин.

(13) формуладан кўриниб турибдики, T_a ҳарорат, ташқи муҳит шароити (P_0 , T_0), қизиш интенсивлиги (T_0') ўзгариши, киритиш ва чиқариш йўлларининг қаршилигини (P_a ва P_r) ортиши ҳамда айланишлар частотаси ва нагрузка (P_a ва P_r) ўзгариши билан уларга боғлиқ равишда ўзгаради.

Келтирилган (13) ифода тўрт тактли двигателлар учун тўғри келади, чунки бу двигателларда P_r , ϵ ва T_r билан характерланувчи қолдиқ газлар массасининг миқдори аниқ қийматга эга.

Тўрт тактли двигателлар учун киритиш охиридаги ҳарорат қуйидаги чегарада бўлади:

Карбюраторли двигателлар учун 350 . . . 420К
 Дизеллар учун 320 . . . 360К.

Қолдиқ газларнинг массаси, пуфлашнинг такомиллашганлик даражасига боғлиқ бўлган икки тактли двигателларда T_a нинг қиймати экспериментал материаллар асосида топилади. Бу двигателлар учун киритиш охиридаги ҳарорат 330 . . . 350К оралигида бўлади.

Қолдиқ газлар коэффиценти. Цилиндрда аввалги циклдан қолган газлар массасини (M_r) янги киритилган газлар массасига (αL_n) нисбати қолдиқ газлар коэффиценти (γ) дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$\gamma = M_r/M_n = M_r/\alpha L_n \quad (14)$$

Келтирилган нисбатдан кўриниб турибдики, γ қийматини камайтириш учун қолдиқ газлар (M_r) массасини камайтириш (цилиндрни ёниб бўлган газлардан тўлароқ тозаланишига эришиш) ва цилиндрга янги кирувчи заряднинг ($\alpha \cdot L_n$) массасини кўпайтириш керак.

(14) ифодадаги M_r ва $\alpha \cdot L_n$ ўрнига уларнинг характеристик тенгламадан олинган қийматларини қўйиб, γ нинг қиймати топилади:

$$\gamma = P_r \cdot V_r \cdot 8314 \cdot T_0 / (8314 \cdot T_r \cdot P_0 \cdot V_n \cdot \eta_v)_i$$

$V_r = V_c$ эканлигини ҳисобга олиб қолдиқ газлар коэффиценти аниқлаш учун энг сўнгги ифодани оламиз:

$$\gamma = P_r \cdot T_0 / [P_0 \cdot T_r \cdot \eta_v (\epsilon - 1)] \quad (15)$$

(15) ифодадан кўриниб турибдики, сиқинш даражасининг ортиши билан $V_r = V_c$ ҳажм камайганлиги учун қолдиқ газлар коэффиценти ҳам камаяди. Айланишлар частотасини ёки чиқариш ва киритиш системалари қаршилигининг кўпайиши билан (P_r ортиб, η_v камайганлиги учун) ортади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, карбюраторли двигателларда нагрузка камайиши билан қолдиқ газлар коэффиценти бирданига ортиб кетади, чунки бу пайтда дроссель заслонкаси ёпилаётганлиги учун сўриб олинувчи заряд миқдори камаяди.

Икки тактли двигателларда γ нинг қиймати, пуфлашнинг такомиллашганлигига боғлиқ бўлганлиги ва шу билан бирга бу двигателларда V_r ни аниқлашни иложи йўқлиги туфайли, (15) формула ёрламида ҳисобланмасдан, тажриба маълумотлари асосида баҳолалади.

Чиқариш жараёнига алоқадор бўлган бошқа маълумотлар шу бобнинг алоҳида параграфларида қараб чиқилади.

Тўлдириш коэффиценти. Карбюратор ва дизель двигателларнинг кўрсаткичлари кўп жиҳатдан тўлдириш коэффицентининг қийматига боғлиқдир. Тўлдириш коэффиценти деб, цилиндрга ҳақиқатда киритилган заряд миқдорини (M_n), нормал (P_0, T_0) шароитида цилиндр ишчи (V_r) ҳажмига сиғиши мумкин бўлган заряд (M_0) миқдорига бўлган нисбатига айтилади ва у η_v билан белгиланиб, қуйидаги формула билан топилади:

$$\eta_v = M_n/M_0 \quad (16)$$

Тўлдириш коэффицентининг умумий тенгламасини келтириб чи-

қариш учун, киритиш охирида цилиндрда бўлган газларнинг иссиқлик баланси тенгламасини тузамиз:

$$M_a \cdot \bar{\mu}_{cv_a} \cdot T_a \cong M_r \cdot \bar{\mu}_{cv_r} \cdot T_r + M_y \cdot \bar{\mu}_{cv_y} \cdot T'_o$$

Бунда, $\bar{\mu}_{cv_a}$, $\bar{\mu}_{cv_r}$ ва $\bar{\mu}_{cv_y}$ — мос равишда газ аралашмаси, қолдиқ газлар ва янги заряднинг ўртача моляр иссиқлик сифимлари.

Иссиқлик балансининг тенгламасига T_a ни аниқлашда топилган M_a , M_r , ва M_y қийматларини қўямиз:

$$\frac{P_a \cdot V_a}{8314 \cdot T_a} \bar{\mu}_{cv_a} \cdot T_a \cong \frac{P_r \cdot V_r}{8314 \cdot T_r} \cdot \bar{\mu}_{cv_r} \cdot T_r + \frac{P_o \cdot V_h}{8314 \cdot T_o} \cdot \eta_v \cdot \bar{\mu}_{cv_y} \cdot T_o$$

Тенгламанинг чап ва ўнг томонларини V_c га бўлиб ва $\frac{\bar{\mu}_{cv_a}}{8314} \cong \frac{\bar{\mu}_{cv_r}}{8314} \cong \frac{\bar{\mu}_{cv_y}}{8314}$ га тенг деб қабул қилиб олгандан сўнг тенгламаги η_v га нисбатан ечамиз:

$$\eta_v = \frac{(P_a \cdot \varepsilon - P_r) \cdot T_o}{P_o(\varepsilon - 1) \cdot T_o} \quad (17)$$

Юқоридаги (17) ифодадан η_v га қиймат бериш билан P_a нинг қийматини ҳам топиш мумкин.

Тўлдириш коэффициентининг қиймати биринчи навбатда киритиш охиридаги P_a босимга, демак, P_a қийматига таъсир қилувчи барча омилларга боғлиқ. P_a ортиши билан η_v ҳам ортади, бу эса двигатель кўрсаткичларини ҳам ортишига олиб келади.

Қолдиқ газлар P_r босимининг ортиши билан (17-формула), янги зарядни цилиндрга киритилишига тўсқинлик кучайгағлиги сабабли, тўлдириш коэффициенти камая бошлайди. Шунинг учун цилиндрни ишлаб бўлган газлардан тўлароқ тозаланишига ва демак, P_r босимини камайтиришига ҳаракат қилиш керак.

Янги заряд ҳароратининг (T'_o) кўтарилиши ҳам η_v қийматини камайтиради. Шу сабабли, янги зарядни киритиш пайтида ортиқча қизишига йўл қўймаслик лозим. Акс ҳолда бу двигатель кўрсаткичларини ёмонлашишига олиб келади.

Сиқиш даражаси ε ни η_v қийматига таъсири тўғрисида қарама-қарши фикрлар мавжуд. Баъзи бир авторлар ε ортиши билан η_v ҳам ортади деса, баъзилари камаяди деган фикр билдирадилар. Учинчилари эса, умуман ε ўзгариши билан η_v ўзгармайди деб ҳисоблайдилар. Фикрларнинг бундай бир хил эмаслиги эҳтимолки, ҳар хил шароитларда ўтказилган тажрибалар вақтида таъсир қилувчи омилларнинг бир хил эмаслигидир.

Тўрт тактли автотрактор двигателлари учун айланишлар частотасига нисбатан тўлдириш коэффициенти $\eta_v = 0,70 \dots 0,90$ чама-сида ўзгаради.

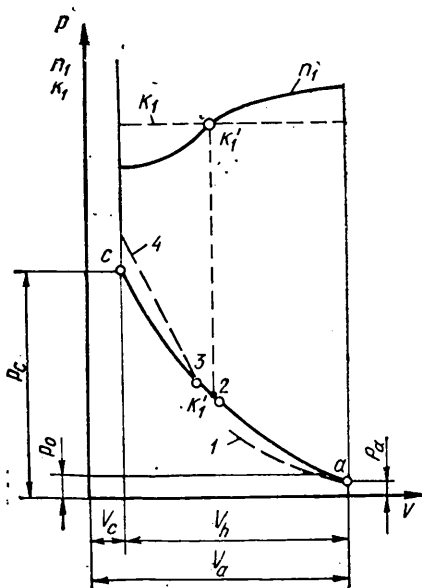
Карбюраторли двигателларда η_v бироз кичикроқ, дизелларда эса киритиш системасининг қаршилиги камлиги (карбюратор йўқлиги) ҳамда янги заряд қизишининг пастлиги туфайли бироз каттароқ бўлади.

Криеошип камера орқали пуфловчи икки тактли двигателларда η_v анча кам, яъни 0,50 . . . 0,70 чегарасида бўлади. Бундай бўлишига сабаб, киритиш вақтининг ниҳоятда чеklangанлиги ва кривошип-камера кўрсаткичларнинг пастлигидир. Тўлдириш коэффициенти қийматини ошириш мақсадида кўпчилик икки тактли дизеллар махсус ҳайдаш насоси билан жиҳозланади.

9-§ Сиқиш жараёни

Умумий маълумотлар. Цилиндрдаги ишчи жисм сиқилганда унинг ҳарорати ва босими ортанлиги ҳамда сиқиш охирига келиб кичик V_c ҳажмга жойланиши натижасида ёниш жараёнини сифатли ўтишига қулай шароит яратилади. Шу сабабли кейинчалик газларнинг кенгайиши пайтида бажарган иши ва умуман ишчи циклининг тежамкорлиги ортади.

Аралашма ҳосил қилиш ва уни алангалантириш турига қараб сиқиш даражасига ҳамда сиқиш жараёнининг бошқа кўрсаткичларига бўлган талаб ҳам ўзгаради. Карбюраторли двигателларда сиқиш пайтида ёқилғининг парчаланиши, буғланиши ва унинг ҳаво билан аралашishi дёвом этади. Бу двигателларда сиқиш охиридаги босим ва ҳароратнинг чегара қийматлари, детонация ҳосил бўлиш шароити билан чегараланган бўлади. Ёниш камерасида ўта қизиган деталлар ёки кукуннинг пайдо бўлиши, аралашмани ўз вақтидан илгари ёнишига сабаб бўлади.



6-расм. Сиқиш жараёнининг индикатор диаграммаси.

Дизелларда аралашма тўғридан-тўғри ёниш камерасининг ўзида — поршень Ю. Ч. Н. чегарасида турганида ва кўп қисми ёниш пайтида ҳосил бўлади. Демак, ёқилғининг цилиндрга пуркалиши бошлангунга қадар, цилиндрда аралашмани ўз-ўзидан алангаланишига етарли ҳарорат бўлиши керак. Бу шарт, двигателнинг ҳамма ишлаш режимларида (юргизишда, кичик айланишлар частотасида, совуқ шароитда ва турли хил ёқилғиларда ишлаганида) таъминланмоғи лозим. Цилиндрдаги ҳаво зарядининг уюрма ҳаракат қилиши, ички аралашма ҳосил қилиш двигателлари ҳисобланган дизеллар учун катта аҳамиятга эгадир.

Реал двигателларда сиқиш жараёни мураккаб характерга эга бўлиб, у ишчи жисм ва цилиндр деворлари орасида ўзгарувчан йў-

налиш ҳамда қийматга эга бўлган иссиқлик алмашинуви шароитида ўтади.

Сиқиш йўлининг бошланишида (6-расм) заряд ҳарорати, цилиндр-поршень группаси деталларининг ўртача ҳароратидан кичик бўлади, шунинг учун бу пайтда цилиндр деворларидан ишчи жисмга иссиқлик берилади. Натижада ҳақиқий политропик жараён чизиғи $a-2$ тикроқ ўтади ва унинг кўрсаткичи адиабата кўрсаткичидан катта ($n_1' > \kappa_1$) бўлади.

Поршень П. Ч. Н. дан Ю. Ч. Н. га ҳаракатланганда ишчи жисмининг ҳарорати кўтарилади, цилиндр деворлари билан заряд ўртасидаги иссиқлик алмашинуви эса ҳароратлар фарқи камайганлиги учун озаяди. Политропа кўрсаткичи n_1' ўзининг қиймати бўйича адиабата кўрсаткичининг қиймати κ_1 га яқинлашади. Маълум вақтдан кейин ишчи жисмининг оний ҳарорати, цилиндр деворларининг ўртача ҳароратига тенг бўлиб қолади ва шу пайтда цилиндрда оний адиабатик жараён амалга оширилади. Зарядни бундан кейинги сиқилишида унинг ҳарорати, цилиндр деворлари ўртача ҳароратидан ортиб кетади. Натижада иссиқлик узатишнинг йўналиши ўзгаради, сўнгра газдан цилиндр деворларига иссиқлик берилма бошлайди (3 — с участкаси).

Шундай қилиб, реал двигателлардаги сиқиш политропик жараён бўлиб, унинг кўрсаткичи (n_1') бутун сиқиш чизиғи давомида ўзгарувчан қийматга эга бўлади.

Ишчи цикли амалда ҳисоблашда ўзгарувчан қийматга эга бўлган кўрсаткични қўллаш ишни анча қийинлаштириб юборади. Шунинг учун политропик сиқишнинг ҳақиқий ўзгарувчан кўрсаткичи (n_1'), ўртача ўзгармас кўрсаткич (n_1) билан алмаштирилади. Бунда жараёнининг бошланғич ва охириги кўрсаткичларидан фойдаланиб топилган иш ҳақиқий ўзгарувчан кўрсаткич билан бажарилган ишга тенг бўлиши керак. Бундай шартли ва қиймати ўзгармас кўрсаткич политропик сиқишнинг ўртача n_1 кўрсаткичи дейилади. Ўзгармас кўрсаткичли политропик сиқиш жараёнининг тенгламаси қўйидаги кўринишга эга бўлади:

$$P \cdot V^{n_1} = \text{const}$$

Сиқиш жараёнининг кўрсаткичлари. Келтирилган тенгламадан фойдаланиб, сиқиш жараёнини баҳоловчи кўрсаткичларни, яъни сиқиш охиридаги P_c босим ва T_c ҳароратни, шунингдек политропик сиқишнинг ўртача кўрсаткичи (n_1) ни ва сиқиш даражаси (ϵ) ни аниқлаш мумкин.

Сиқиш охиридаги P_c босим. Сиқиш жараёнининг бошланиши ва охириги нуқталари учун газ ҳолатининг политропик тенгламасини қўйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$P_a \cdot V_a^{n_1} = \text{const} \text{ ва } P_c \cdot V_c^{n_1} = \text{const}$$

ёки

$$P_a \cdot V_a^{n_1} = P_c \cdot V_c^{n_1} = \text{const}_0$$

Бу тенгликдан фойдаланиб ҳамда сиқишнинг бошланиши П. Ч. Н. га, охири эса Ю. Ч. Н. га тўғри келади деб ҳисоблаб, сиқиш охиридаги P_c босим топилади:

$$P_c = P_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_c}\right)^{\eta_1} = P_a \cdot \varepsilon^{\eta_1} \quad \text{МПа} \quad (18)$$

Сиқиш охиридаги босим карбюраторли двигателларда 0,5 . . . 1,2 М Па [5,0 . . . 12,0 кг/см²], дизелларда эса 3,0 . . . 4,0 МПа [30 . . . 40 кг/см²] га тенг бўлади.

Сиқиш охиридаги T_c ҳарорат. Газ ҳолатининг характеристик тенгламасидан фойдаланиб ёзиш мумкин:

$$P_a \cdot V_a = 8314 \cdot M_a \cdot T_a \quad \text{ва} \quad P_c \cdot V_c = 8314 \cdot M_c \cdot T_c$$

Сиқиш давомида цилиндрдаги ишчи жисм массасиви ($M_c \cong M_a$) ўзгармас деб қабул қилган ҳолда (газни сиқиш пайтида ножиписликлардан ўтиб кетишини ҳисобга олмай), биринчи тенгламани иккинчисига бўлиб ва $p_c = p_a \cdot \varepsilon^{\eta_1}$ эканлигини унутмасдан сиқиш охиридаги T_c ҳарорат аниқланади:]

$$T_c = T_a \frac{P_c \cdot V_c}{P_a \cdot V_a} = T_a \cdot \varepsilon^{\eta_1 - 1} \quad \text{К} \quad (19)$$

Карбюраторли двигателлардаги T_c ҳарорат ёқилғининг детонацияга турғунлик даражаси, унинг ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати ҳамда двигателларнинг тезлик режимига мос равишда керакли чегарада бўлмоғи лозим. Аралашмани ўз вақтидан эрта ёнишига йўл қўймаслик учун сиқиш охиридаги ҳарорат 500 . . . 700 К га тенг, яъни аралашмани ўз-ўзидан алангаланиш ҳароратидан 100 . . . 150° кам бўлиши керак.

Дизель двигателини ҳамма иш режимларида ишончли юргизилиши ва ишлашини таъминлаш учун, сиқиш охиридаги T_c ҳарорат 750 . . . 950 К га тенг, яъни ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланиш ҳароратидан 300 . . . 400° юқори бўлиши керак.

Политропик сиқишнинг ўртача η_1 кўрсаткичи. Аввал айтиб ўтилганга қараганда, кўрсаткичнинг ўртача қиймати, адиабата ва изотерма кўрсаткичлари қийматларининг оралиғида бўлади.

Айланишлар частотаси 3000 . . . 3200 ^{айл/мин} гача бўлган двигателларни ҳисоблашда ва уларни лойиҳалашда η_1 ни тахминий аниқлаш учун, профессор В. И. Петровнинг эмпирик формуласидан фойдаланиш мумкин:

Карбюраторли двигателлар учун:

$$\eta_1 = 1,41 - 100/n \quad (20a)$$

Дизеллар учун

$$\eta_1 = 1,41 - 100/n - (0,01 \dots 0,02) \quad (20б)$$

Бу ерда, n — тирсакли валнинг айланишлар частотаси, ^{айл/мин}.

Политропик сиқиш ўртача кўрсаткичининг аниқ қийматини топиш учун эса, двигателни индицирлаш (тажриба) йўли билан олинган индикатор диаграммадаги кўрсаткичлардан фойдаланилади, яъни

$$p_1 = \lg \frac{P_2}{P_1} / \lg \frac{V_2}{V_1} \quad (20в)$$

Бу ерда, P_1, P_2, V_1, V_2 — киритиш клапанининг ёпилиш ва кўришиб ёнишни бошлаши пайтига мос тушадиган ҳамда индикатор диаграммадан ўлчаб олинган босимлар, ҳажмлар.

Политропик сиқишнинг ўртача p_1 кўрсаткичи қийматига бир қатор конструктив ва эксплуатацион омиллар таъсир қилади. Уларнинг асосийлари қуйидагилардир.

Конструктив омиллар. Сиқиш даражаси ва газлар билан алоқадор бўлган юзаларнинг катта-кичиклиги, ёниш камерасининг шакли, айланишлар частотаси, цилиндрлар сони ҳамда бошқалар, конструктив омиллар қаторига киради. Сиқиш даражасининг ортиши ҳамда камера юзасининг унинг ҳажмига бўлган нисбатини кичиклашуви (камеранинг ихчамлашганлик кўрсаткичи), иссиқлик узатиловчи юзанинг камайишига ва бу эса, политропик сиқиш кўрсаткичининг ортишига олиб келади.

Дизелларда ёниш камераси шаклини ўзгариши (бир камерали, олди камерали, уюрма камерали, ҳаво камерали) иссиқлик йўқотилувчи юза қийматига таъсир қилганлиги учун, p_1 кўрсаткич ҳам ўзгаради. Тахминан бир хил шароитда бир камерали дизель, олди камерали ва уюр камерали дизелларга нисбатан каттароқ p_1 га эга бўлади.

Двигатель совитилувчи юзасининг катталашуви иссиқликни кўпроқ йўқотишга, демак p_1 кўрсаткични камайишига сабаб бўлади. Мисол учун тузлиши, айланишлар частотаси, қуввати литражи ва сиқиш даражаси ўхшаш икки двигателнинг цилиндрлар сони ҳар хил бўлса, уларда совитилувчи юзалар ҳам турличадир. Оз цилиндрли двигателда совитилувчи юза кичиклиги сабабли, иссиқлик камроқ йўқотилади ва p_1 кўрсаткич юқори бўлади.

Фақат айланишлар частотаси билан фарқ қилувчи икки двигателнинг айланишлар частотаси юқори бўлганида p_1 ҳам катта бўлади. Чунки бундай двигателда сиқиш жараёни тез содир бўлиб, совитиш системасига ҳамда ножипсликлар орқали картерга ўтиб кетувчи иссиқлик миқдори камаяди.

Эксплуатацион омиллар. Двигателларнинг ишлаш шароитида ҳам p_1 қиймати ўзгариши мумкин. Мисол учун, двигателни ўта совитилиши иссиқликни жуда кўп йўқотилишига, демак p_1 ни камайишига олиб келади.

Поршень группаси деталлари ейилганда газ катерга кўплаб ўта бошлайди ва p_1 ни камайтиради. Двигателнинг тезлик ва нагрузка режимларининг ўзгариши ҳам p_1 қийматига таъсир қилувчи омиллардан ҳисобланади. Юқоридаги омилларга нисбатан олганда, бензинли двигателларда p_1 қиймати 1,30 . . . 1,38, дизелларда эса 1,32 . . . 1,40 чегарасида ўзгаради.

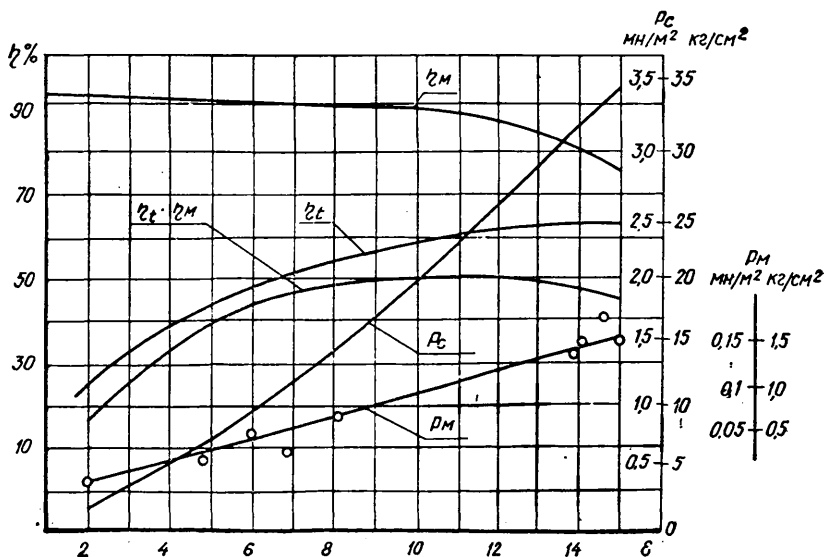
10-§. Сиқиш даражасини қабул қилиш

Умумий маълумотлар. Сиқиш даражаси (ϵ) двигатель ишлаши учун жуда катта аҳамиятга эга бўлган қиймат ҳисобланади. Цилиндрда ҳосил бўладиган иссиқликдан унумли фойдаланиш даражаси (тежамкорлик) ва двигательнинг бошқа кўрсаткичлари, сиқиш даражасининг қиймати нечоғлик тўғри қабул қилинганлигига боғлиқ. Назарий жиҳатдан олганда, сиқиш даражаси ϵ ни катталаштириш, двигатель тежамкорлигини орттиради. Амалда эса, ϵ ортиши билан механик йўқотишлар ортиб боради. Шунинг учун двигатель турини ҳисобга олганда, сиқиш даражасини маълум чегарагача ошириш мумкин ҳолос.

Мисолларни тўлиқроқ тушуниш учун келтирилган чизмалардан (7-расм) кўриниб турибдики, сиқиш даражаси ϵ ни катталаштириш билан термик ф. и. к. (η_t) ҳамда сиқиш охиридаги p_c босим ортади; бу эса двигатель ишқаларувчи деталларига тушувчи юкни ва демак, ишқаланишни енгишга сарф бўлувчи босим сарфининг ортишига ёки механик ф. и. к. (η_m) нинг камайишига сабаб бўлади.

Механик ф. и. к. $\epsilon = 7,0$ дан бошлаб сезиларли даражада камаяди. Шунинг учун двигатель кўрсаткичларига сиқиш даражасини таъсири тўғрисидаги аниқ тасаввурни $\eta_t \cdot \eta_m$ кўпайтмаси беради.

Диаграммадан кўриниб турибдики, берилган лаборатория двигатель учун мўътадил сиқиш даражаси ($\eta_t \cdot \eta_m$ нинг энг катта қиймати) тахминан 11 га тўғри келади. Двигатель тузилишини, тайёрлаш технологияси ва йиғишни такомиллаштириш ҳамда энг қулай мойлаш материалларини қўллаш билан $\eta_t \cdot \eta_m$ кўпайтма қийматини янада ошириш мумкин.



7-расм. Сиқиш даражасининг қийматига нисбатан p_c , η_m , η_t , $\eta_t \cdot \eta_m$ ва $\eta_t \cdot \eta_m$ ларнинг ўзгариш графиги.

Юқорида айтилганидек, двигатель кўрсаткичларини янада ошириш учун е қийматини иложи борица каттароқ қабул қилиш керак. Аммо бунга бир қатор омиллар тўсқинлик қилади.

Карбюраторли двигателларда е ни каттароқ қабул қилиш, аралашмани детонация билан ёнишига олиб келса, дизелларда ишқаланишни энгишга кетадиган босим сарфининг ортиши ҳисобига, двигателнинг фойдали кўрсаткичларини ёмонлашишига сабаб бўлади. Шундай қилиб сиқиш даражасини қабул қилиш карбюраторли двигателларда детонацияга қарши кураш, дизелларда эса аралашма ҳосил қилиш ва уни двигателнинг ҳамма иш режимларида ишончли ўз-ўзидан алангалантиришни таъминлаш билан боғлиқдир. Ҳар қайси турдаги двигателлар учун сиқиш даражасини қабул қилишни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

Карбюраторли двигателлар учун сиқиш даражасини қабул қилиш (Детонацияга қарши кураш). Карбюраторли двигателларда сиқиш даражасини қабул қилиш, детонацияга қарши кураш билан боғлиқлиги сабабли, аввало детонацион ёнишнинг пайдо бўлиши ва бундай ёнишнинг двигатель ишлашига таъсирини кўриб чиқайлик.

Сиқиш даражаси берилган бензин сорти учун талаб қилинганидан орттирилган тақдирда, ёниш жараёнининг характери ўзгаради, яъни ёниш оз ёки кўпроқ очиқ кўринган портлаш характерига эга бўлади.

Детонацион ёнишдан аввал учқун берилиши ҳисобига нормал *т* ёниш бошланади. Бу пайтда цилиндрдаги ҳали ёниб улгурмаган аралашма қисмининг ҳарорати ва босим тез кўтарилади. Бунда аралашманинги алангадан энг узоқда жойлашган қисмининг ёнишга химиявий тайёрланиши, унга аланга етиб келгунча тугайди. Натижада аралашманинги охириги оксидланган қисми деярли бир вақтда ёниб, унинг босим ва ҳарорати жуда тез кўтарилади. Бу даврда газларнинг оний кўтарилиб бораётган босими тенглашиб улгурмайди, урилувчи тўлқинлар ҳосил бўлиб, ёниш камерасида жойлашган газларнинг барча массасини тебранма ҳаракат қилишга олиб келади.

Нормал бошланган, аммо охириги навбатда оксидланган аралашма қисмининг ўз-ўзидан алангаланиши натижасида босим ва ҳароратнинг оний кўтарилиши ҳамда урилувчи тўлқин ҳосил қилиши билан ўтувчи бундай нормал бўлмаган ёниш жараёнига *детонацион ёниш* дейилади. Детонация билан ёниш пайтида ёниш камерасидаги газларнинг босим ва ҳарорати ўзларининг энг юқори қийматига яқин бўлади. Урилувчи тўлқинлар ёниш камераси бўйлаб 1500 . . . 2000 м/с га (нормал ёнишда 20 . . . 40 м/с) етиб борувчи тезлик билан ҳаракатланиб, цилиндрлар головкаси ва поршень деворларига кўп марта урилади ва уларни ҳам тебрантиради. Детонацион ёниш пайтида двигатель ўта қизиб қора тутун чиқариб ишлайди, бунда унинг қуввати камайиб, тежамкорлиги ёмонлашади. Кучли детонация пайтида цилиндрлар ва поршень ҳалқаларининг ейилиши 2 . . . 3 марта ортади. Двигателги узоқ вақт детонацион ёниш билан ишлаши, поршенларнинг тубини куйишига ва подшипникларни емирилишига

олиб келади. Шунинг учун двигателларни детонацион ёниш билан ишлашига йўл қўймаган маъқул.

Маълум сиқиш даражасига эга бўлган карбюраторли двигатель учун бензин сортини нотўғри танлаш асосан детонацион ёнишнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади. Лекин, детонацион ёнишни ҳосил бўлишига ва унинг интенсивлигига бошқа бир қатор омиллар ҳам таъсир кўрсатади. Ҳозирги вақтда ёқилғининг детонацияга турғунлик хоссасини октан сони билан баҳолаш қабул қилинган. Ёқилғининг октан сони махсус яратилган ИТ9-2 ва ИТ9-6 двигателлари ёрдамида мотор ёки текшириш усули билан аниқланади.

Мотор (ГОСТ511 — 66) ёки текшириш (ГОСТ8226 — 66) усулида ёқилғининг детонацияга турғунлик сифатини баҳолашнинг моҳияти — синалаётган ёқилғини, енгил ва оғир детонацияланувчи ёқилғилар аралашмаси билан солиштиришдан иборат. Бунинг учун юқорида кўрсатилган махсус двигателлар октан сони аниқланиши керак бўлган бензинда синалади ва тажрибалар, сиқиш даражасини аста-секин ортириб бориш билан стандарт интенсивликдаги детонация ҳосил бўлгунча давом эттирилади. Сўнгра изооктан ва гептандан шундай аралашма тайёрланадики, у шу олинган сиқиш даражасида октан сони аниқланаётган ёқилғи бергандай интенсивликдаги детонация ҳосил қилсин. Шунда изооктаннинг гептан билан аралашмасидаги процент миқдори, синалаётган ёқилғи учун октан сони бўлади. Масалан, синалаётган бензин ўзининг детонацион сифати бўйича 70% изооктан ва 30% гептан аралашмасига мос бўлса, синалган бензиннинг октан сони 70 бирликка тенг бўлади.

Ёқилғининг октан сони қанча катта бўлса, лойиҳаланаётган двигатель учун шунча катта сиқиш даражасини қабул қилиш мумкин. Мотор ёқилғиларнинг октан сонини ортириш учун уларга баъзида антидетонаторлар қўшилади. Антидетонаторлар бу «Этил суюқлиги» (Э. с.) деб аталувчи жуда заҳарли моддалардир.

Бензинларнинг детонацияга турғунлигини (октан сонини) ошириш учун унга оз миқдорда Э. с. қўшилади. Энди бу бензин заҳарли ҳисобланади ва уни ишлатишда ўта эҳтиёт бўлиш керак.

Бензин Э. с. миқдорини анча ошириш билан унинг октан сонига таъсири камайиб боради. Буни 2-жадвалда келтирилган маълумотдан ҳам кўриш мумкин.

2-жадвал. Этил суюқлигининг ёқилғи октан сонига таъсири ҳақида маълумотлар

Ёқилғи	1 л ёқилғига г ҳисобида қўшилган антидетонатор.				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0
Автомобиль бензини (А — 66 + Э.с.)	64	70	73	75	76
Автомобиль бензини (А — 66 + ЦТМ)	64	71	74	76	77
Автомобиль бензини (кўп миқдордаги алканларга эга) + Э. с.	53	64	68	70	71

Э с л а т м а : ЦТМ — мерганснинг циклопентадиенил трактор ёрили. янги ишлаб чиқилган антидетонатор.

Келтирилган маълумотлардан (2-жадвал) маълум бўлишича автомобиль бензинига 2 г дан ортиқча Э. с. қўшиш [мақсадга мувофиқ эмас экан, чунки бунда октан сонининг ортиши камаяди, аммо ёқилғининг баҳоси ва заҳарлаш хавфи ортиб кетади. Детонацион ёниш интенсивлигига ва демак карбюраторли двигателлар учун сиқиш даражасини қабул қилишга бир қатор конструктив ҳамда эксплуатацион омиллар ҳам маълум даражада таъсир қилади.

Конструктив омиллар. Ёниш камерасининг кўрсаткичлари камеранинг шакли, юзаси, клапан ҳамда свечаларнинг жойланиши, детонация ҳосил бўлиши ва унинг интенсивлигига энг кўп таъсир кўрсатувчи омиллардир.

Детонация ҳосил бўлишини камайтириш учун карбюраторли двигателларнинг ёниш камерасига қуйидаги:

1. Ёниш камерасининг энг узоқ нуқтасигача, свеча электродлари алангасининг босиб ўтувчи масофаси энг қисқа бўлиши;

2. Сиқиш жараёнининг охирида, яъни кўриниб ёниш даврининг бошларида алангани тез тарқалиши учун ишчи аралашма етарлича уюрма ҳаракат қилиши;

3. Ёниш жараёнида цилиндр деворлари орқали иссиқликни камроқ йўқотилиши учун, ёниш камерасининг юзасини, унинг ҳажмига бўлган нисбати энг оз бўлиши;

4. Чиқариш клапанининг диаметри унчалик катта бўлмаслиги ва у яхши совитилиши;

5. Чиқариш клапани, киритиш тешигидан сўрилаётган ёнувчи аралашмани иложи борича камроқ иситадиган қилиб жойланиши;

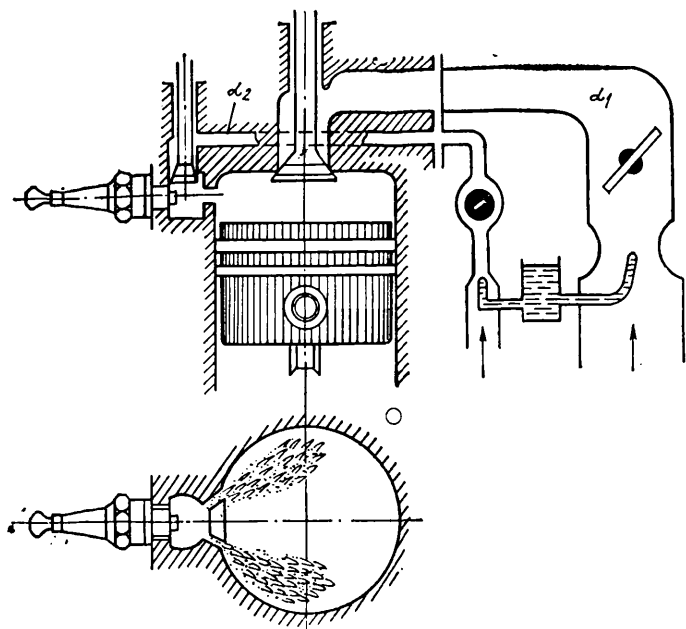
6. Свечаларни иложи борича ёниш камерасининг энг қизиган жойга яқинроқ жойлаштирилиши каби талаблар қўйилади.

Кейинги йилларда карбюраторли двигателларда текис овал шаклидаги, понасимон ва ярим понасимон ёниш камералари кенг ишлатилмоқда. Бу ёниш камералари юқоридаги талабларга тўла жавоб бериши билан бирга анча катта сиқиш даражасини қабул қилишга имкон беради.

Цилиндр ўлчамлари ҳам детонацион ёниш интенсивлигига таъсир қилади. Цилиндр диаметрини камайтираётганда ёниш камераси юзасини унинг ҳажмига нисбатан ортганлиги учун, иссиқлик кўпроқ йўқотилиб, ёниш ҳарорати пасаяди. Шунингдек, кичик диаметрли цилиндрда свеча алангасини, ёниш камерасининг энг узоқ нуқтасигача босиб ўтувчи масофаси қисқарганлиги учун бундай двигателда бироз каттароқ сиқиш даражасини қабул қилиш имконияти туғилади.

Ҳозирги замон автомобилларида кичик диаметрга эга бўлган кўп цилиндрли двигателларни қўллаш ғояси ҳам қисман шу билан изоҳланиши мумкин.

Эксплуатацион омиллар. Ёнувчи аралашманинг таркиби, двигателнинг тезлик ва нагрузка режимлари ҳамда бошқа эксплуатацион омиллар ҳам аралашмаи детонацион ёниш интенсивлигига таъсир қилади. Аралашмани бойитиш билан унинг ёниш тезлиги ортиб, циклнинг босим ва ҳарорати ўзининг максимал қийматигача кўтарилади. Бунда поршень тубининг, цилиндр ва головка деворларининг



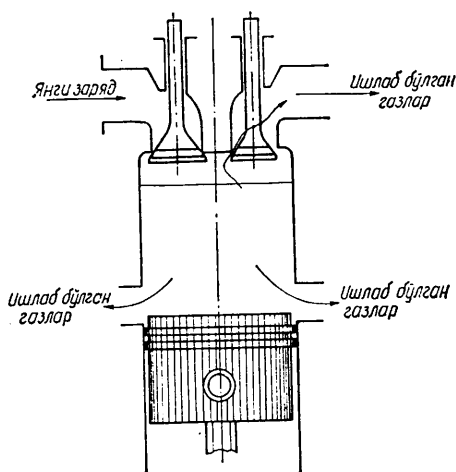
8-расм. Форкамерали — аланга билан ёндирилувчи карбюраторли
двигателнинг схематик тузилиши.

ҳарорати ортади. Шунинг учун бой аралашмада ёқилғини ёнишга химиявий тайёрланиши тезлашиб, детонацион ёниш эҳтимоллигини ошириб юборади. Аралашмани $\alpha = 0,9$ дан $\alpha = 1,0$ гача камбағаллаштириш, ёқилғи октан сонига бўлган талабни тахминан 10 бирликка камайтиради.

Кейинги йилларда карбюраторли двигателларни ўта камбағаллашган аралашмада ишлатиш, яъни ўта камбағал аралашмани форкамерадан чиқувчи аланга билан ёндириш ғояси илгари сурилмоқда. Бу двигателларда (8-расм) ёниш камераси икки қисмдан иборат бўлиб, асосий камерага ўта камбағаллашган ($\alpha = 1,6 \dots 1,8$) форкамерага эса ўта бойитилган ($\alpha = 0,4 \dots 0,6$) аралашма сўриб олинади. Сиқиш охирида форкамерага жойлашган аралашма учқун билан ёндирилиб, ҳосил бўлган аланга бир ёки бир неча махсус каналлар орқали асосий ёниш камерасига ўтказилади ва шу аланга ҳисобига ўта камбағаллашган аралашмани нормал ёниши таъминланади. Шундай қилиб, форкамерали — аланга билан ёндирилувчи карбюраторли двигателларда сиқиш даражасини нисбатан $0,6 \dots 0,7$ бирликка ошириш мумкин.

Чиқариш клапанининг ҳарорати киритиш клапанининг ҳароратидан анча юқори бўлганлиги учун у детонация манбаларидан бири ҳисобланади. Ишланган газларни аввал кенгайтириш охирида дарчадан (9-расм), сўнгра эса мажбурий чиқариш пайтида клапандан (дарчали

клапанли чиқариш) чиқарилганда, чиқариш клапанининг ҳарорати 50 ... 80° гача камайиши исботланган. Бундай двигателларда, сиқиш даражасини нисбатан бир birlikкача ошириш мумкин. Айланишлар частотаси ортиши билан ёнишга ажратилган вақтнинг, сўриш коллекторидаги аралашма ҳароратининг камайиши ва охириги навбатда оксидланадиган ёқилғи қисмининг ёнишга химиявий тайёрланиши учун кетадиган вақтнинг қисқариши натижасида детонацион ёниш ҳосил бўлиши учун шароит ёмонлашади, ёқилғи октан сонига бўлган талаб эса камаяди.



9-расм. Дарча — клапанли чиқариш билан ишлайдиган карбюраторли двигателнинг схематик тусилиши.

Лойиҳаланаётган двигатель учун сиқиш даражасини қабул қилишда двигателнинг вазифаси ва нагрукасини ҳам ҳисобга олиш керак.

Енгил автомобиль двигателларининг ўртача эксплуатацион нагрукаси 30 ... 40% дан, ўртача юк кўтариш қобилиятига эга бўлган автомобилларининг нагрукаси эса 50 ... 60% дан ортмайди. Трактор двигателларининг нагрукаси эса асосий қишлоқ хўжалик ишлари бажарилаётган пайтда 90 ... 98% ни ташкил қилади.

Двигатель қанча кўп нагрукаланса, унинг цилиндрида босим ва ҳарорат шунчалик юқори бўлиб, детонация учун шароит яхшиланади.

Шунинг учун ёқилғиси, цилиндр ўлчамлари ва ёниш камерасининг шакли бир хил бўлганида ҳам трактор двигатели учун автомобиль двигателидагидан, юк автомобили учун эса енгил автомобиль двигателидагидан кичикроқ сиқиш даражаси қабул қилинади. Бундай бўлишига трактор ва автомобиль двигателларининг ишлашида тезликлар режимларининг ҳар хиллиги ҳам сабаб бўлади.

Совутувчи суюқлик ҳароратининг кўтарилиши билан ҳамда ҳаво билан совутиладиган двигателларда поршень туби, цилиндр ва головка деворларининг ҳарорати анча юқори бўлганлиги учун детонациянинг пайдо бўлиши тезлашади: бундай шароитда, октан сони бироз юқори бўлган ёқилғи ишлатиш талаб қилинади.

Сиқиш даражасини ортиқча ошириб бўлмаслиги, юқори е қўллашдан келиб чиқадиган ҳамма афзалликларни йўққа чиқаради. Шунинг учун сиқиш даражасини мумкин бўлган қийматини янада ошириш, двигательсозлик ва нефтни қайта ишлаш техникаси олдида турган мураккаб проблемадир. Бу проблемани ҳал қилиш кўплаб қимматбаҳо мотор ёқилғисини тежаб қолиш имкониятини беради.

Дизеллар учун сиқиш даражасини қабул қилиш. Дизеллар учун сиқиш даражасини қабул қилишда двигателнинг ҳамма иш режимларида ишончли юргизилишини таъминлаш ва етарли сифатдаги аралашма ҳосил бўлишини ҳисобга олиш керак. Бироқ бу масалалар ҳам бир қатор конструктив ва эксплуатацион омилларга боғлиқдир.

Конструктив омиллар. Дизелларнинг ҳамма иш режимларида ишончли юргизилиши ва етарли сифатдаги аралашма ҳосил бўлиши кўп жиҳатдан ёқилғининг цетан сонига ҳамда ёниш камерасининг шаклига боғлиқ. Двигателни кичикроқ сиқиш даражасида ҳам ишончли юргизилиши таъминланиши учун, цилиндрга пуркалган ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланиш ҳоссаи юқори бўлиши керак.

Дизель ёқилғисининг ўз-ўзидан алангаланиш хоссаини цетан сони билан баҳолаш қабул қилинган. Дизель ёқилғисининг цетан сони ўзгарувчан сиқиш даражасига эга бўлган ИТ 9—3 двигатели ёрдамида аниқланади.

Синалаётган ёқилғининг цетан сонини аниқлаш учун ўз-ўзидан алангаланиш хусусияти энг юқори бўлган цетан ва энг кам бўлган α —метилнафталин деб аталувчи эталон ёқилғилардан фойдаланади.

Двигатель эса цетан сони аниқланиши керак бўлган дизель ёқилғисида синалади. Тажриба ўтказилаётганда, дизель ёқилғисининг синалаётган сортида ва двигателнинг берилган иш режимида сиқиш даражаси, алангаланишни ушланиб турилиши маълум техник шартларга жавоб берадиган қилиб танланади. Сўнгра синалаётган дизель ёқилғиси, цетан ва α —метилнафталиндан тайёрланган шундай аралашма билан аралаштириладики, у шу олинган сиқиш даражасида синалган ёқилғидай алангаланишни ушлаб туриш даври ҳосил қилсин. Шунда, цетаннинг α —метилнафталин билан аралашмасидаги процент миқдори, синалган ёқилғи учун цетан сони ҳисобланади.

Ёқилғининг цетан сони жуда кичик бўлганда двигателни юргизиш қийинлашади ва аксинча, ортиқча катта бўлганда, ўз-ўзидан алангаланиш тезлашганлиги сабабли, сифатли аралашма ҳосил бўлиб улгурмай асосий ёниш бошланиб кетади. Цилиндрга пуркалган ёқилғини сиқиш натижасида қизиган ҳаво билан етарлича аралашиб улгуриши учун эса маълум миқдорда вақт ўтиши талаб қилинади.

Шунинг учун дизель ёқилғисининг цетан сони, цилиндрдаги аралашма ҳосил бўлиб улгуришини ҳамда двигателни нормал юргизилишини таъминлайдиган чегарада бўлиши керак. Ҳозирги кунда тезкор дизеллар учун ишлаб чиқарилаётган Л, З, А маркали дизель ёқилғиларининг ҳаммаси учун ҳам цетан сони бир хил бўлиб, у 40 . . . 45 бирликка тенгдир.

Шунингдек, дизеллар учун сиқиш даражасини қабул қилишда ёниш камерасининг шаклини ҳам ҳисобга олиш керак. Бир камера-ли дизеллар кичикроқ сиқиш даражаси билан ($\epsilon = 13 \dots 16$) тайёрланиши мумкин, чунки бу двигателларда ёниш камерасининг совитилувчи юзаси энг оз бўлиб, кичик ϵ да ҳам ишончли юргизилди ва ҳамма иш режимларида двигателнинг нормал ишлаши таъминланади.

Эксплуатацион омиллар. Ёқилғи берилишини илгарилаш бурчаги, двигателнинг тезлик ва нагрузка режимлари ҳамда бошқа эксплуатацион омиллар дизелларни ишончли юргизилишига таъсир кўрсатади. Ёқилғи цилиндрга қанча эрта пуркалса, у шувча кичик босим ва ҳароратга эга бўлган шароитда тушади. Босим ва ҳароратни камайиши эса алангаланишни ушланиб туриш даврини чўзганлиги учун бу пайтда каттароқ сиқиш даражасининг бўлиши талаб қилинади. Шунинг учун ёқилғи пуркашнинг илгарилаш бурчаги мўътадил бўлмоғи керак.

Сиқиш даражасини қабул қилишда двигателнинг вазифаси ҳам ҳисобга олинади. Асосан тўла ва тўлага яқин нагрузкада ишловчи трактор дизеллари учун кичикроқ, ўрта нагрузка билан ишловчи автомобиль дизеллари учун эса каттароқ сиқиш даражаси қабул қилинади. Сиқиш даражасини қабул қилишга бундай ёндашилганда, биринчи группа двигателлар зўриқмасдан — камроқ ёйилиб, етарлича тежамкорликда ишлайди. Катта сиқиш даражасида, аммо кичик нагрузкада ишловчи иккинчи группа двигателлари эса юқори тежамкорликка эга бўлади.

Ҳар қандай вазифага эга бўлган двигателлар учун е қабул қилишда, цилиндр диаметрини камайтириш, енгил қотишмалар қўллаш, айланишлар частотасини ошириш ва пастроқ нагрузкада ишлаш-сиқиш даражасини катталаштиришга имкон беришини ҳисобга олиш керак.

Автотрактор двигателларида сиқиш даражаси қуйидагича қий-**матларга** эга бўлади:

Бензинли двигателларда59 ва ундан юқори
Газ билан ишловчи двигателларда510
Бир камерали дизелларда1316
Икки камерали дизелларда1720

11-§. Ёниш жараёни

Умумий маълумотлар. Ёниш мураккаб физик-химиявий жараён ҳисобланади: унинг ҳосил бўлиши, ривожланиши, тўлиқ ўтиши, химиявий реакциянинг хусусиятлари ва тезлигига, аланга зонасида иссиқлик ҳамда масса алмашилиши шароитига, шунингдек атроф муҳитга иссиқлик берилишига боғлиқ. Оксидланиш ва ёниш жараёнларининг тезликларини бошланғич моддаларнинг (ёқилғи ва кислороднинг) сарф бўлиш ёки иссиқлик ажратиб чиқиш тезлиги билан баҳолаш мумкин. Охириги баҳолаш амалий мақсадлар учун қулайдир.

Ёниш газ фазасида ўтади. Оксидланиш реакцияси юқори тезликда ривожланиши учун суюқ ёқилғи буғланиши ва унинг буғи ҳаво билан етарлича араланиши керак. Ёқилғи молекулалари, кислород молекулалари орасида бир текис тарқалган бир жинсли аралашмаларда ёниш жараёни энг тез ўтади. Бир жинсли бўлмаган газ аралашмаларида ёниш тезлиги, ёқилғи ва ҳаво буғларининг ўзаро диффузияси тезликлари билан аниқланиб, химиявий реакция тезлиги эса иккинчи даражали аҳамиятга эга бўлиб қолади. Суюқ ёқилғиларнинг

ёниш тезлиги эса уни буғланиш ва ҳосил бўлган буғни ҳаво билан аралаштириш тезликларига боғлиқдир.

Двигателнинг тежамкорлиги ва қувватини энг юқори бўлишини таъминлаш учун ёниш жараёни пайтида қуйидагилар амалга оширилиши керак:

цилиндрдаги аралашма ёниш олдидан бир жинсли ёки шунга яқин бўлиши;

ёниш нормал тезликда (20 . . . 40 м/с) ва иложи борича тўлиқ ўтиши;

ёниш пайтида зарарли бирикмалар (кокс, қурум ва бошқалар) ҳамда захарли газлар ҳосил бўлмаслиги керак.

Аралашмани тўлиқ ва нормал тезлик билан ёниши, кўп жиҳатдан аралашма таркибини белгиловчи ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини қийматига боғлиқ.

Цилиндрда бир цикл давомида С, Н₂, S ва O₂ дан таркиб топган (3-жадвал) ёқилғи ёнади деб фараз қилайлик.

3-жадвал. Мотор ёқилғиларининг таркиби ва ҳиссалари

Ёқилғи	Ёқилғи таркиби (процентларда)						Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги.		Молекуляр массаси (тажминий)
	углерод С	водород Н ₂	кислород O ₂	олтингугурт S	кул	назлик	юқори Q _ю	пастки Q _п	
Керосин	84,9	14,4	0,7	—	ҳаммаси бўлиб 0,1		46800	43500	184
Бензин	85,4	14,2	0,3	—			46770	43500	100
Бензол	91,7	7,8	—	0,5			42080	39770	78
Спирт	51,85	12,72	35,43	—			29730	26840	74
Дизель ёқилғиси	85,7	13,3	1,0	—			44500	41660	186

Ёниш реакциянинг ҳисобидан маълумки 1 кг углероднинг оксидланиши учун $\frac{8}{3}$ кг, водород учун 8 кг, олтингугурт учун 1 кг кислород керак бўлади. У ҳолда 1 кг (С, Н, S, O дан таркиб топган) ёқилғи ёниши учун керак бўлган кислороднинг массаси қуйидагича топилади:

$$O' = \left(\frac{8}{3} C + 8H + S - O \right) \quad \text{кг} \quad (21)$$

Ёнишда иштирок этувчи кислород ҳаводан олинганлиги сабабли, 1 кг ёқилғининг тўла ёниши учун назарий керак бўлган ҳаво массаси қуйидаги формула билан аниқланади (ҳаво массаси бўйича 0,23 қисм кислороддан ва 0,77 қисм азотдан иборат):

$$L'_н = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H + S - O \right) \quad \text{кг} \quad (22)$$

Худди шу миқдор молларда:

$$L_n = L'_n/29 \quad (23)$$

Ишлаётган двигателнинг цилиндрида ёқилғининг ёниши учун ҳақиқатда сарф бўлган ҳавонинг массаси, назарий керак бўлганидан фарқ қилиши мумкин.

Ҳақиқатда 1 бирлик ёқилғини ёниши учун сарф бўлган ҳавонинг массасини (L_x) назарий керак бўлганига (L_n) нисбати, ҳавонинг *ортиқчалик коэффициентини* дейилади ва у α билан белгиланиб, қуйидагича топилади:

$$\alpha = L_x/L_n \quad (24)$$

Двигатель ишлаётган пайтда аралашма бой ($\alpha < 1$), нормал ($\alpha = 1$) ва камбағал ($\alpha > 1$) бўлиши мумкин.

Ўта бойитилган ва ўта камбағаллаштирилган аралашма умуман ёнмайди. Шунинг учун аралашмани пастки ва юқориги алангаланиш, яъни ёниш чегаралари мавжуддир. Бу бензин учун $\alpha = 0,5$ ва $\alpha = 1,3$ чегарасидир (дрессель заслонкаси тўла очиқ ҳолат учун). Аралашма юқори чегарасидан бойитилса ёки камбағаллаштирилса, у умуман ёнмаслиги, ёнганида ҳам ниҳоятда секин ёниб, цилиндрдаги газларнинг босим ва ҳарорати жуда оз кўтарилиши мумкин. Бу эса двигатель кўрсаткичларини ҳам пасайтириб юборади.

Шундай қилиб, аралашма таркибининг эффектив ёниш чегараси ҳам мавжуд бўлиб, унинг қийматлари 4-жадвалда келтирилган.

Ташқи аралашма ҳосил қилувчи двигателлар учун α нинг пастки қиймати (4-жадвал) таъминлаш системасини максимал қувватга, юқориги қиймати эса энг оз солиштира ёқилғи сарфига созланишига мос тушади. Шунинг учун баъзида $\alpha_k = 0,8 \dots 0,85$ ни *қувват аралашмаси* ва $\alpha_{тэж} = 1,05 \dots 1,15$ ни *тежамкорлик аралашмаси* ҳам деб юритилади.

4-жадвал. Аралашма таркибининг эффектив ёниш чегаралари

Двигателлар	Ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти
Бензинли	0,8 . . . 1,15
Кривошип камерада пуфловчи каталлизаторли	1,8 . . . 2,5
Автотрактор дизеллари	1,2 . . . 1,65

Ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини қабул қилишда энг аввало двигателнинг вазифаси ҳисобга олигади. Агар карбюраторли двигатель эксплуатацион шароитда асосан тўлиқ қувватда ишламайдиган машина учун (масалан, энгил автомобиль учун) лойиҳалаётган бўлса, у вақтда α пастки чегарасига яқин қилиб танланади. Бунда двигатель кичик ўлчамли цилиндрларга, кичик габаритли ва кам массага эга бўлади, бу эса айниқса энгил автомобиль учун асосийдир. Кичик ўлчамли двигателда эса каттароқ сиқиш даражасини қўллаш мумкин.

Двигатель массасини камайтириш ва сиқиш даражасини ошириш натижасида автомобиль тежамкорлигини анча яхшилаш имконияти туғилади. Аралашмани бойитиш учун мослама (мисол учун эканомайзерли карбюратор) қўйилиб, двигатель тўла қувват билан ишлатилганда унинг тежамкорлиги бироз камайиши мумкин.

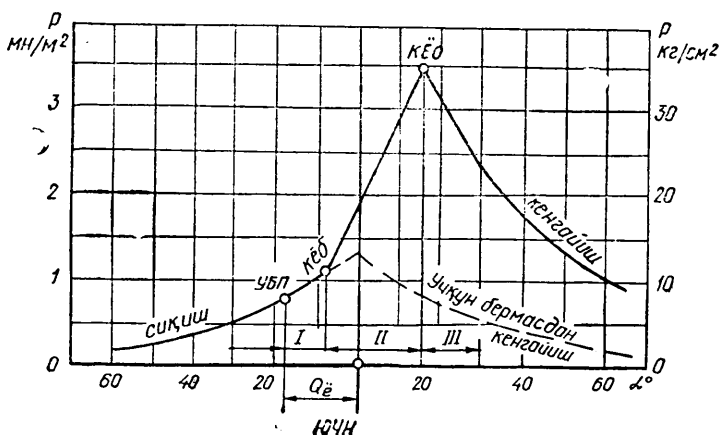
Агар двигатель тўла ва тўлага яқин нагрузка билан ишлайдиган машина (масалан, трактор) учун лойиҳаланаётган бўлса, тежамкорлик масаласи эътибордан четда қолмаслиги керак. Бу ҳолда двигателни лойиҳалашда тежамкор ишлашга мос тушадиган α ни яъни унинг юқори чегара қиймати қабул қилинади. Дизеллар учун α ни қабул қилишда, двигателнинг вазифаси ва аралашма ҳосил қилиш тури ҳисобга олинади. Аралашма ҳосил қилиш қанча такомиллашган бўлса, α ни шунча пастки чегарасига яқинроқ қилиб қабул қилиш керак.

Уюрма ва олдкамерали дизелларда аралашма ҳосил қилиш, бир камерали дизелларга нисбатан анча такомиллашгандир. Шунинг учун бир камерали дизелларда $\alpha = 1,4 \dots 1,65$, уюрма камерали ва олдкамерали дизелларда $\alpha = 1,25 \dots 1,45$ чамасида қабул қилинади.

Карбюраторли двигателларда ёниш жараёни. Карбюраторли двигателларда ёниш жараёни жуда қисқа вақт давом этиб, ўртача айланишлар частотасида $1/200 \dots 1/300$ сек. ни ташкил этади. Бундай муддат ичида ёниш жараёни албатта якунланиши керак.

Ёниш жараёнини чўзилиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки у двигателнинг тежамкорлиги ҳамда қувватини камайишига олиб келади. Шунинг учун двигатель ишлаётган пайтда ҳамма ёқилгини поршень Ю. Ч. Н атрофида бўлганида ёнишига эришиш лозим.

Йиғилган индикатор диаграммада ёниш жараёни Ю. Ч. Н. атрофига жойлашган жуда кичик участкани эгаллаганлиги, уни тах-



10 расм. Карбюраторли двигателлардаги ёниш жараёнини, тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича кенгайтирилган индикатор диаграммаси.

лил қилишни анча қийинлаштириб қўяди. Шунинг учун ениш жараёнини тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича кенгайтирилган индикатор диаграмма (10-расм) бўйича ўрганиш қулайдир.

Ишчи аралашмани ёндириш учун учқунни поршень ҳали Ю. Ч. Н. га келмасдан Q_6 бурчак эртароқ У. Б. П. (учқунни берилиш пайти) нуқтада берилади. Лекин асосий ёнишни бошланиши К. Ё. Б. (кўриниб ёнишнинг бошланиши) нуқтага тўғри келади. У. Б. П. дан бошлаб, то К. Ё. Б. гача бўлган даврни ёниш жараёнининг биринчи, яъни *берк ёниш даври* дейилади.

К. Ё. Б. нуқтасидан бошлаб К. Ё. О. (кўриниб ёнишнинг охири) нуқтасигача босим тез кўтарилиб боради. Бу даврни ёнишнинг иккинчи, яъни *кўриниб ёниш даври* дейилади.

Биринчи даврнинг охири, яъни иккинчи даврнинг бошланиш нуқтаси қилиб, индикатор диаграммадаги ёниш чизигини, сиқиш чизигидан «айрилиш» нуқтаси, яъни ёниш ҳисобига босимнинг сезиларли орта бошлаган пайти қабул қилинади. Бунинг учун ёниш жараёнининг индикатор диаграммасини бир сафар учқун бериб, иккинчи сафар эса бермасдан (10-расмдаги пунктир чизик) олиш kifойдир. Иккинчи даврнинг бошланиш нуқтаси диаграммада К. Ё. Б. билан ифодаланган.

Иккинчи даврнинг охири нуқтаси сифатида кенгайиш жараёни бошланганлиги ва кўриниб ёнишнинг тугаганлиги ҳисобига босимнинг тез туша бошлаган нуқтаси (К. Ё. О.) олинади.

Цилиндрдаги аралашмани бундан кейинги ёниши, ҳажмни тез ортаётган пайтига тўғри келганлиги учун босим камаё бошлайди. Босимнинг тушиш даврида, яъни кенгайиш жараёни пайтида ўтадиган ёниш вақтини *ёниб бўлиши даври* дейилади.

Берк ёниш даври. Юқорида айтилганидек, берк ёниш даври учқун берилган пайтидан бошланиб, кўриниб ёниш бошлангунча давом этади. Бу даврда учқун заряди ҳисобига ёқилғи бўлакчаларинини парчаланиши, қизиши ва буғланиши, оғир углеводородларни ёниши мумкин бўлган енгил углеводородларга бўлиниши ҳамда аланга марказларининг пайдо бўлиши амалга оширилади.

Биринчи ёниш даври ичида свеча электродлари яқинида жойлашган жуда оз миқдордаги аралашма ёнганлиги учун (учқун берилган пайтда электрод контактлари ораллиғидаги ҳарорат 10000 С дан ортади) босим деярли кўтарилмайди.

Берк ёниш даврига турли омилларнинг таъсири. Берк ёниш даврининг катта ёки кичик бўлиши аралашма таркибига, заряднинг босимига, ҳароратига, уюрма ҳаракати ҳамда унинг интенсивлигига, ёқилғи хосасига, учқун зарядининг интенсивлигига ва бошқаларга боғлиқ. Профессор Н. Р. Брилингнинг тажрибаларига қараганда, аланга фронтининг тарқалиш тезлиги ва демак, биринчи ёниш даврининг катта-кичиклиги, кўп жиҳатдан ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини α нинг қийматига боғлиқ. Аралашмада ҳаво бироз етишмаган пайтда ($\alpha \cong 0,85 \dots 0,95$) аланга фронтининг тарқалиш тезлиги энг юқори бўлади ва шунинг учун бундай аралашмада биринчи ёниш вақти энг қисқа давом этади.

Аралашмани $\alpha = 0,85 \dots 0,95$ га нисбатан \downarrow бойитиши ёки кам-

бағаллаштирилши ёниш тезлигининг камайишига сабаб бўлади. Аралашма камбағаллашганда ёқилғи бўлакчалари бир-биридан узоқлашганлиги учун алангани узатилиши қийинлашса, бойитилганда аралашмани тўла ёниши учун кислород етишмаганлигидан аланга фронтининг тарқалиш тезлиги камаяди.

Двигатель нагрузкасининг камайиши, дроссель заслонкасининг ёпилишига боғлиқлиги учун цилиндрни янги заряд билан тўлдириш камаяди. Бу эса ўз навбатида, сиқиш бошланишидаги ва охиридаги босимнинг камайишига, ички аралашма таркибидаги қолдиқ газлар массасининг ортишига олиб келади. Бундай шароитда аралашмани учқун билан ёндирилиши қийинлашиб, I ёниш даври жуда чўзилиб кетади. Бундай ҳолатдан чиқиш учун кичик нагрузкаларда аралашмани анча бойитишга тўғри келади.

Кичик нагрузка режимида ёнишнинг қониқарсиз ўтиши ва аралашмани бу пайтда албатта бойитиш зарурлиги, учқун билан ёндириладиган двигателларнинг жуда катта камчилигидир. Сиқиш даражасининг ортиши билан учқун берилиш пайтигача ишчи аралашманинг босим ва ҳарорати кўтарилиб қолдиқ газларнинг концентрацияси камаяди. Бу эса ўз навбатида, учқун билан аралашмани тезроқ алангалаштириш учун қулай шароит ҳосил қилиб ёнишнинг I даврини қисқартиради.

Двигатель тирсакли вали айланишлар частотасининг ортиши билан ёниш жараёнига ажратилган вақт камаяди, аралашмани уюрма ҳаракат қилиши эса тезлашади. Шу сабабли, кўриниб ёниш вақтида, аланга фронтининг тарқалиш тезлиги тахминан айлачишлар частотасига пропорционал ортади, ёнишнинг II даври узунлиги, эса амалда ўзгармай қолади. Берк ёниш даврининг узунлиги, айланишлар частотасининг ортиши билан катталашиши мумкин.

Газ тақсимлаш органларининг (клапанлар киритиш патрубчаларининг) нисбатан тор кесимлари орқали ўтиши натижасида ишчи зарядда пайдо бўладиган уюрма ҳаракат сиқиш пайтида қўшимча кучайтирилиши мумкин. Бунинг учун ёниш камерасига махсус шакл берилади ва поршень туби сиқиб чиқарувчи мосламалар билан жиҳозланади.

Сиқиб чиқарувчи мослама свечанинг аланга fronti энг кейин етиб борадиган заряд қисмида қўшимча уюрма ҳаракат ҳосил қиладиган қилиб қўйилади ва бу билан уларни тезроқ ёниб бўлиши таъминланади.

Шундай қилиб, ёниш камерасига махсус шакл бериш ва уни ихчамлаштириш, поршень тубига сиқиб чиқарувчи махсус мослама қўйиш натижасида заряд уюрма ҳаракатини кучайтириш ва свечани ёниш камераси марказига жойлаштириш ва унинг қувватини ошириш билан аралашмани кўриниб ёнишига тайёрланиши тезлашганлиги учун ёнишнинг I даври қисқаради.

Кўриниб ёниш даври. Бу давр ичида ишчи аралашманинг асосий қисми поршень Ю.Ч.Н. атрофида бўлганида ёниб улгуради. Шу сабабли ҳисоблаш ишларини осонлаштириш мақсадида, ёнишнинг II даврини ўзгармас ҳажмда ($V = \text{const}$) ўтади деб қабул қилинади.

Кўриниб ёниш даврининг катта-кичиклиги ва бу даврда ёниш

чизигининг тиклиги, асосан аланга фронтининг тарқалиш тезлигига ва берк ёниш вақтининг узунлигига боғлиқ. Берк ёниш даврининг катталашиши ёнишнинг II даврени қисқаришига ва ёниш чизигининг тиклигини ортишига олиб келади. Бундай бўлишига асосий сабаб, ёнишнинг I даврини чўзилиши билан, кўриниб ёнишга тайёр бўладиган аралашма қисмининг массаси ортади. Бу эса кўриниб ёниш бошланган пайтда кўп миқдорда ёнишга тайёр бўлган аралашмани бирданига ёнишига, босимни тез кўтарилишига ва ёнишнинг II даврини қисқаришига олиб келади. Шунинг учун кўриниб ёниш даври узунлигини ва бу даврда босим кўтарилишини бошқариш учун, ёнишнинг I даври ўзгартирилади. Демак, ёнишнинг I даврига таъсир қилувчи барча омиллар ёнишнинг II даврига ҳам таъсир қилади. Кўриниб ёниш даври тирсакли вал ҳар I° га бурилганда цилиндрдаги газлар босимининг кўтарилиш тезлиги билан, «қаттиқлик» даражаси $\Delta p/\Delta \alpha$ билан баҳоланади. Агар $\Delta p/\Delta \alpha = 0,1 \dots 0,25$ МПА/град бўлса қаттиқлик даражаси нормал ҳисобланади ва бу пайтда двигатель кўрсаткичлари энг юқори бўлади.

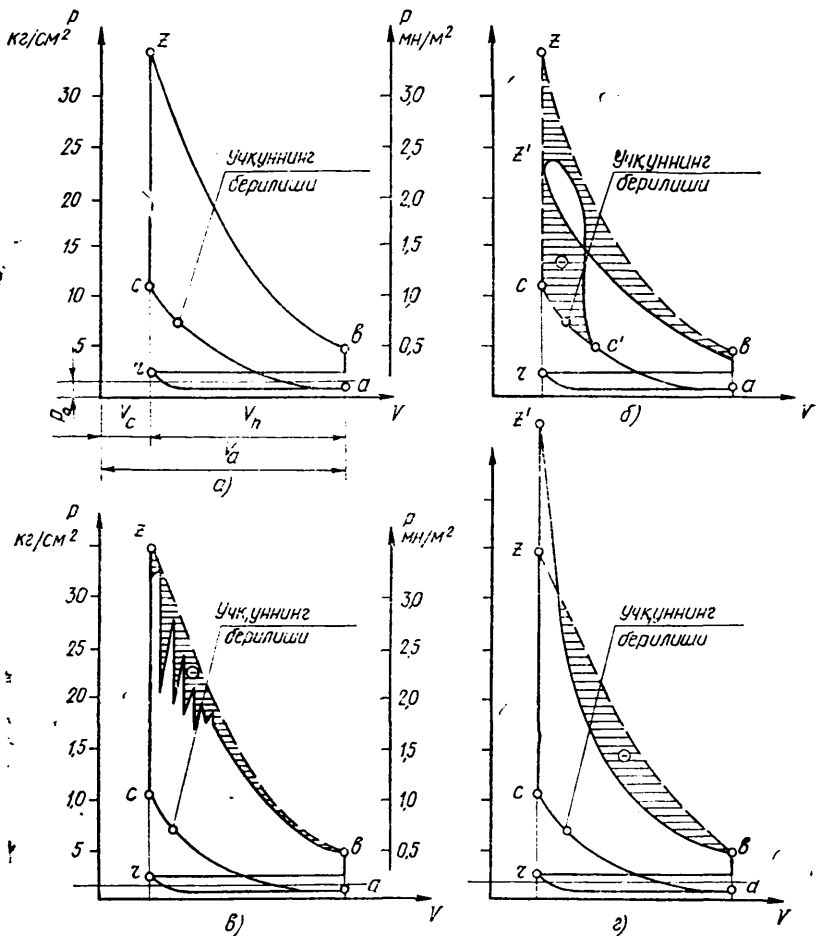
Экспериментал материаллар шуни кўрсатадики, қаттиқлик даражасининг нормал қийматига нисбатан катталашиши ёки кичиклашиши ўртача индикатор босимни камайтиради. Қаттиқлик даражасининг камайиши билан ёниш жараёни чўзилади, бунинг натижасида иссиқлик кўпроқ сарфланганлиги учун ўртача индикатор босим ҳам камаяди.

Ёнишнинг II даврида қаттиқлик даражасининг нормадан кўпайиши қисқа ораликда босимнинг тез кўтарилишига, деталларнинг ёйилишига ҳамда иссиқлик алмашинуви ва механик йўқотишларнинг ортишига сабаб бўлади. Натижада ўртача индикатор босим камаяди ва двигательнинг хизмат қилиш даври қисқаради. Шунинг учун ёнишнинг II даври узунлигини ва ондаги босим ортишини бошқариш билан двигательни нормал юмшоқ ишлашини ҳамда кўрсаткичларни етарли дегарада бўлишини таъминлаш мумкин.

Ишчи аралашманинг асосий қисми II даврда ёнади. Бу даврнинг охири кенгайиш жараёни бошланган пайтга тўғри келганлиги сабабли, қолган аралашманинг ёниши ортиб бораётган ҳажмда ўтади. Бундан ташқари, аралашманинг аланга манбаидан узоқда жойлашган қисмига, II даврда аланга етиб келмайди. Шунинг учун ишчи заряднинг қолган қисми ёниб бўлиш даврида ёнади.

Ёниб бўлиш даври. Ҳажм ортиб бораётган шаронгда, яъни кенгайиш жараёнининг бошланишида ёнишни давом этиши мақсадга мувофиқ эмас. Аланга фронтининг тарқалиш тезлиги камайганлиги ва ёниш тўлиқ бўлмаганлиги сабабли бу даврда ёнишдан ҳосил бўлган иссиқликдан тўла фойдаланиб бўлмайди. Шунингдек, бу вақтда кенгайиш ҳисобига катталашиб бораётган цилиндр деворлари юзасидан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори ортиб кетади. Булар двигатель қуввати ва тежамкорлигининг камайишига сабаб бўлади.

Ёниб бўлиш даври аниқ узунликка эга бўлмайди. Бу даврнинг қанча давом этиши аралашманинг сифатига, ёниш камерасининг шаклига, учқун манбаининг қувватига ва бошқаларга боғлиқ. Аралашманинг сифатини яхшилаш, ёниш камерасини ихчамлаштириш, учқун манбаининг қувватини ошириш ва двигательларда юқори сифатли



11-расм. Двигателнинг нормал ва нонормал ишлаган пайтларида олинган индикатор диаграммалари:

а) нормал ёниш; б) ўз вақтидан эрта ёниш; в) детонация билан ёниш; г) — қаттиқ ёниш.

ёқилғини қўллаш билан бу даврининг энг кичик ҳосил бўлишига эришиш мумкин.

Ёниш турлари. Юқорида карбюраторли двигателларда ёниш жараёнининг нормал ўтиши қисқача қараб чиқилди. Эксплуатация шароитида, бир қатор омилларнинг таъсири натижасида, ёниш жараёнининг нормал ўтиш характери бузилиши мумкин. Бундай пайтда цилиндрдаги ишчи аралашма нонормал, яъни ўз вақтидан эрта, қаттиқ ёки детонация билан ёниши мумкин (11-расм).

Нонормал ёнишнинг пайдо бўлиши ва ташқи аломатлари. Цилиндрдаги ишчи аралашманинг нормал ёниши қуйидаги ҳолларда:

бензиннинг берилган сорти учун, сиқиш даражасини рухсат этилганидан катта қилиб қабул қилинганда;

берилган сиқиш даражаси учун керакли ёқилғи ишлатилмаганда; учқун берилишини илгарилаш бурчаги нотўғри ўрнатилганда; свечанинг иссиқлик режимини ва «калил сони» ни нотўғри танланганда;

двигателни узоқ вақт бой аралашмада, тўла нагрузкада, дроссель васлонкаси тўла очиқ ҳолатда, кичик айланишларда ишлатилганда; совитиш системасидаги суyoқликнинг ҳарорати ортиқча кўтарилиб кетганда;

поршень тубида, ёниш камерасининг юзасида ҳамда совитиш системасида қуйқум пайдо бўлганда бузилиши мумкин. Умуман, олганда, двигателнинг ёниш камерасини ташкил қилувчи деталларнинг (чиқариш клапанларининг головкаларини, свечаларнинг марказий электродларини, поршень тубида ҳосил бўлган қурумни) ҳарорати маълум чегарадан (1000 . . . 1100К) ортганидан кейин, ишчи заряд сиқиш жараёни пайтида, ўз вақтидан эрта (учқун берилгунча) ўз-ўзидан алангаланиб кетади.

Карбюраторли двигателлардаги қаттиқ ва детанацион ёнишларнинг пайдо бўлиши ҳамда уларнинг моҳияти юқорида қараб чиқилган эди.

Цилиндрдаги ишчи аралашманинг нормал ёниши бузилган тақдирда қуйидаги ташқи аломатларнинг пайдо бўлиши кузатилади:

ишлаётган двигатель қувватининг камайиши;

деталларда металга хос шовқиннинг пайдо бўлиши;

двигатель деталларининг ўта қизиб кетиши;

чиқариш трубасида қора тутуннинг пайдо бўлиши ва бошқалар.

Нонормал ёнишнинг юқорида келтирилган ташқи аломатларидан кўришиб турибдики, нормал ёниш бузилганда двигателнинг қувват ва иқтисодий кўрсаткичлари ёмонлашиб, хизмат қилиш даври камаяди. Шунинг учун двигателни узоқ вақт нонормал ёниш билан ишлашига асло йўл қўйиб бўлмайди.

Нонормал ёнишга қарши кураш. Цилиндрдаги аралашманинг нормал ёниши бузилган тақдирда унга қарши курашиш учун цилиндрда қайси турдаги ёниш бўлаётганлигини аниқлаш керак. Агарда двигателдан металга хос овоз эшитилсаю, чиқариш трубасидан қора тутун чиқмаса ва двигатель қувватининг камайиши ортиқча сезилмаса, бу пайтда цилиндрда қаттиқ ёниш кетаётган бўлади.

Детонацион ёнишнинг ташқи аломатлари ўз вақтидан эрта ёнишникига жуда ўхшаб кетади. Иккала хил ёнишда ҳам қувватнинг камайиши сезиларли даражада бўлади, двигателда металга хос шовқин пайдо бўлиб, деталлар ўта қизиб кетади ва чиқариш трубасидан қора тутун чиқа бошлайди. Уларни бир-биридан фарқ қилиш учун учқун беришни тўхтатиш кифоядир. Агар бу пайтда двигатель ишлашда давом этса, цилиндрда ўз вақтидан эрта ёниш, двигатель тўхтаса, детонацион ёниш кетаётган бўлади.

Карбюраторли двигателларда нонормал ёнишга қарши курашиш учун сиқиш даражасини рухсат этилган чегарада қабул қилиш; берилган сиқиш даражаси учун керакли бензинни қўллаш, учқун бе-

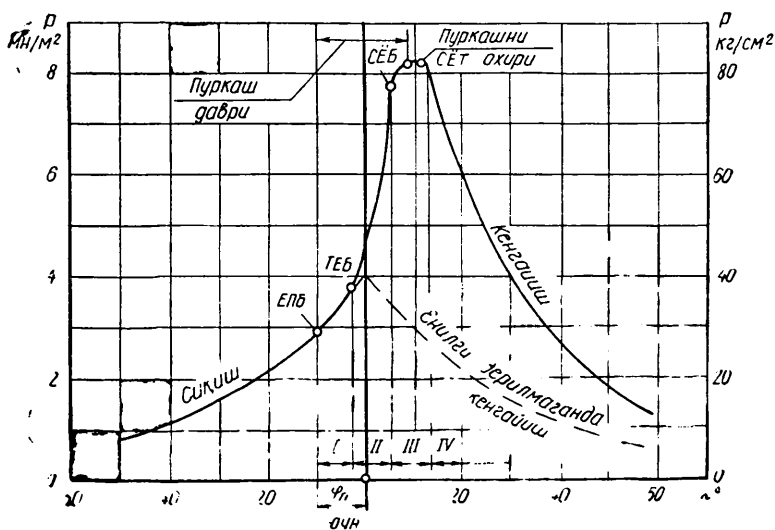
рилишини илгарилаш бурчагини тўғри ўрнатиш, свеча иссиқлик режими ва «калил сонини» тўғри танлаш керак. Шунингдек, эксплуатация шароитида двигателни узоқ вақт катта нагрузкада ва ўта бой аралашмада ишлашига, совитиш системасидаги суюқлик ҳароратини ортиқча кўтарилишига, поршень туби ва ёниш камераси деворларида эса қуйқум ҳосил бўлишига йўл қўймаслик керак. Двигателнинг ёниш камерасидаги деталларининг ҳарорати, аралашмани сиқиш жараёни пайтида учқун берилгунча ўз-ўзидан алангаланиб кетмайдиган чегарада бўлиши лозим.

11.1. Дизелларда ёниш жараёни

Дизелларда ёниш олдидан камеранинг турли қисмларида ёқилғи ва ҳаванинг нисбати бир хил бўлмаслиги, ёниш жараёнига маълум даражада таъсир қилади. Бу эса ўз навбатида, двигатель қувватини қисман кемайишига ва тежамкорлигини бироз ёмонлашишига олиб келиши мумкин. Дизелларда аралашма ҳосил қилиш вақти, карбюраторли деигателлардагига нисбатан 20 ... 50 марта кичикдир.

Бундай қисқа муддат ичида ёниш камерасининг тўла ҳажми бўйлаб дизель ёқилғисини бир текис тақсимлаш учун дизеллардаги аралашма ҳосил қилиш жараёнини такомиллаштириш керак.

Цилиндрга пуркалган дизель ёқилғисини энг оз миқдордаги ҳавода тез ва тўла ёниши учун ёқилғи иложи борица майда парчаланган ҳамда ёниш камерасидаги қизиган ҳавода бир хил тақсимланган бўлиши керак. Дизеллардаги аралашма ҳосил қилиш жараёни кейинги бобларда ёритилган.



12-расм. Дизеллардаги ёниш жараёнини, тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича кенгайтирилган индикатор диаграммаси.

Дизеллардаги ёниш жараёнини, тирсакли валнинг бурилиш бурчаги ҳамда кенгайтирилган индикатор диаграмма (12-расм) бўйича ўрганамиз.

Сиқиш жараёнининг охирида, поршень Ю.Ч.Н. га келмасдан туриб, цилиндрдаги сиқилган ҳавога форсункадан юқори босим остида ёқилғи пуркаш бошланади. Ёқилғи пуркашнинг бошланиши (Ё.П.Б.) билан Ю.Ч.Н. оралиғидаги бурчак *пуркашни илгарилаш* (Ф_п) бурчаги дейилади.

Цилиндрга ёқилғи пуркаш бошланганидан кейин ҳам дарров асосий ёниш бошланмайди. ЁПБ нуқтасидан бошлаб, то тез ёниш бошлангунча ўтган даврни *ёнишнинг биринчи — ёнишни ушлаб туриш даври* дейилади.

Тез ёниш бошланиши (Т.Ё.Б.) нуқтасидан бошлаб то тез ёнишнинг охири (Т.Ё.О.) нуқтасигача ўтган даврни *ёнишнинг иккинчи — тез ёниш даври* дейилади. Бу даврда цилиндрдаги газларнинг босими жуда тез кўтарилади.

Биринчи даврнинг охири ва иккинчи даврнинг бошланиш нуқтаси қилиб, индикатор диаграммадаги ёниш чизигини сиқиш чизигидан «ажралиш» нуқтаси (Т.Ё.Б. нуқта), яъни тез ёнишнинг бошланиши ҳисобига босимни сезиларли даражада орта бошлаган пайти қабул қилинади.

Иккинчи даврнинг охириги нуқтаси сифатида, ёнишнинг секинлашиши ҳисобига босимни кам орта бошлаган — секин ёнишнинг бошланиш (С.Ё.Б.) нуқтаси қабул қилинади. Ёқилғининг бундан кейинги пуркалиши, кенгайиш бошланганлиги ҳисобига орта бошлаган ҳажмда тўғри келганлиги учун ёниш пайтида босим деярли кўтарилмайди. Бу даврни *секин ёниш даври* дейилади. Ёнишнинг бу учинчи даври секин ёнишнинг тугаши (С. Ё. Т.) нуқтасигача давом этади. Бу давр ичида цилиндрга ёқилғи пуркаш тугайди.

Цилиндрга энг охирида пуркалган ёқилғининг ёниши, ҳажми жуда тез ортиб бораётган пайтига тўғри келганлиги учун босим тез камая бошлайди. Кенгайиш жараёни пайтида босимни тез тушиши билан ўтадиган ёнишнинг бу даврига *ёниб бўлиш даври* дейилади.

Ёнишни ушлаб туриш (индукцион) даври. Юқорида айтилганидек, ёнишнинг бу даври, форсункадан ёқилғи пуркашдан бошланиб, ўз-ўзидан алангаланиш рўй бериши билан яқунланади. Бу даврда пуркалган ёқилғи парчаланиб, ёниш камераси бўйлаб тарқалади (аммо бир текис эмас) ҳамда сиқилган ҳаво билан аралашиб қизийди ва буғланади. Ёқилғи буғланиб қизиган сари у билан ҳаво ксилороди ўртасида, кўриниб ёнишдан олдинги химиявий тайёрланиш бошланади. Лекин кўриниб ёнишнинг аломатлари дарҳол билинмайди, чунки бу даврда жуда оз иссиқлик ажралиб чиқади. Шунинг учун ёниш камерасидаги газларнинг босими ва ҳарорати сезиларли даражада ортмайди.

Ёниш бошланганлиги натижасида ажралиб чиқа бошлаган иссиқлик, ёниш камерасидаги босим ва ҳароратни тез ортишга олиб келади ва шу билан ёнишнинг биринчи, яъни ушланиб туриш даври тугайди.

Ёнишни ушланиб туриш даврининг давом этиши 0,002 . . . 0,006 сек ёки тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича 10...30° га тенг бўлиб, у қуйидагиларга:

дизель ёқилғисининг физик-химиявий хоссаларига;
газларнинг сиқиш охиридаги босим ва ҳароратига;
иссиқликнинг қизиган ҳаёдан нисбатан совуқроқ пуркалган ёқилғига берилиш интенсивлигига;
ишчи аралашмадаги ёқилғи, кислород ва инерт газларнинг нисбатига боғлиқдир.

Дизель ёқилғисининг ёнишга физик-химиявий тайёрланиши амалга оширилмайдиган I ёниш даврининг катта-кичиклиги, энг аввало, ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланиш хоссасига, яъни цетан сонига боғлиқ.

Дизелларда I ёниш даврининг катта бўлиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда алангаланиш бошлангунча цилиндрга пуркалувчи ёқилғи миқдори жуда ортиб кетади. Бу эса II ёниш даври дағомда тирсакли вал 1° га бурилганда босимни ортиш тезлигини катталаштириб, дизелни кучланиб ишлашига олиб келади.

Лекин ёнишнинг бу даври қисқа бўлса ҳам ярамайди, чунки бу вақтда цилиндрга пуркаладиган ёқилғи ҳаво билан етарли даражада аралшиб улгуриши керак. Шу сабабли, ҳозирда автотрактор дизеллари учун ишлаб чиқарилаётган дизель ёқилғиларининг цетан сони 40 . . . 50 бирликка тенг бўлиши керак. Бундай кўрсаткичгина ёнишнинг I даврини етарли чегарада ҳосил бўлишини таъминлайди.

Двигателда сиқиш даражасининг ортиши билан сиқиш жараёни охиридаги босим ва ҳарорат кўтарилади. Маълумки, босим ортиши билан ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати пасаяди. Масалан, цилиндрдаги босим 0,9 МПа (9 кг/см^2) дан 3 МПа (30 кг/см^2) гача ортганда, дизель ёқилғисининг алангаланиш ҳарорати 535 К дан 473 К гача камаяди. Шунингдек, цилиндрдаги газлар ҳароратининг кўтарилиши, пуркалган ёқилғини тезроқ қизишига сабаб бўлади. Демак, сиқиш даражасининг ортиши билан цилиндрдаги газларнинг босим ва ҳароратини кўтарилиши, алангаланишни ушланиб туриш даврини қисқаришига ҳамда ёниш жараёнининг тезлашишига, лекин вақт бирлигида тез ёниш даврини бироз чўзилишига олиб келади. Бу эса дизелни бироз юмшоқроқ ишлашига сабаб бўлади.

Шуни ҳам таъкидлаш керакки, дизелларнинг қаттиқ ишлаши билан карбюраторли двигателлардаги енгил ёқилғисининг детонацияси орасида ҳеч қандай умумийлик йўқ.

Двигателнинг тирсакли вали айланишлар частотасининг кўтарилиши билан цилиндрга кириладиган янги заряднинг тезлиги ва уярма ҳаракат қилиш даражаси ортади. Катта айланишлар частотасида цилиндрдаги газларнинг сиқиш охиридаги ҳарорати бироз кўтарилади. Буларнинг натижасида цилиндрдаги сиқилган ҳаво иссиқлигини пуркалган ёқилғига тўлиқроқ берилиши таъминланади.

Шунинг учун айланишлар частотасининг кўтарилиши билан ёнишнинг I даври қисқаради.

Двигателнинг нагрукаси ортиши билан ишчи циклнинг ва шунингдек, цилиндр-поршень группаси деталларининг ҳарорати кўтарилади, бу эса ўз навбатида, алангаланишнинг ушланиб туриш даврини қисқаришига сабаб бўлади. Аммо ёниш жараёнининг умумий даври, циклга бериладиган ёқилғи миқдори ва шу билан боғлиқ бўлган пуркаш даври органлиги учун бироз катталашади.

Цилиндрга пуркалган ёқилғи, асосий ёниш бошлангунча ҳаво билан аралашиб ёнишга тайёр бўлиши учун, поршень Ю. Ч. Н. га келмасдан, яъни бироз илгарироқ берилиши керак.

Пуркашнинг илгарилаш бурчагини катталаштирганда ёқилғи кичикроқ босим ва ҳароратга эга бўлган шароитга тушганлиги учун алангаланишнинг ушланиб туриш даври ортиши керак. Лекин бу вақтда ёқилғи, тез ҳаракатланаётган поршень таъсиридаги ҳавога дуч келгани учун алангаланишнинг ушланиб туриш даври камроқ ортади. Оқибатда ёниш жараёни Ю. Ч. Н. га яқинлашиб, циклнинг максимал босими ва дизелнинг қаттиқлик даражаси кўтарилади. Бу пайтда двигатель тежамкорлиги бироз ошади. Пуркашнинг илгарилаш бурчаги жуда катта бўлганда дизель кўрсаткичлари ёмонлашади. Демак, ёқилғи пуркашнинг илгарилаш бурчаги мўътадил бўлиши керак.

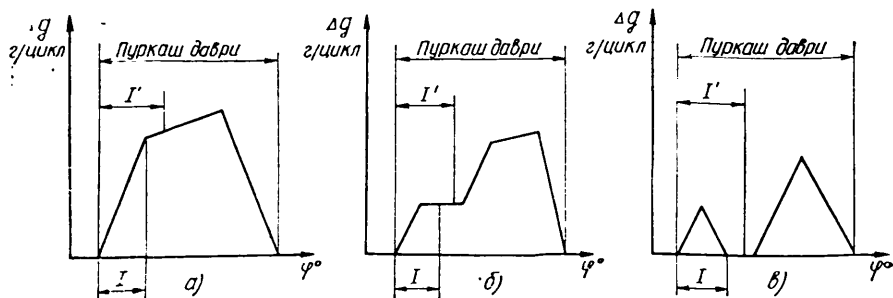
Дизелларда ёниш бошланган пайтда ҳам цилиндрга ёқилғи пуркаш ва аралашма ҳосил қилиш жараёнлари давом этади. Шунинг учун дизелларга аралашмани алангалаш чегараси деган тушунчани киритиб бўлмайди. Дизелларда ёниш бошланган пайтдаги ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини аниқлаш қийин, чунки у ёниш камерасининг турли қисмларида ҳар хил бўлади.

Аралашманинг таркиби дизеллардаги ёниш жараёнига анча кам таъсир қилади. Аралашманинг камбағаллашиши билан умумий ёниш даври қисқаради ва у аралашма ҳосил бўлиши яхшиланганлиги ҳамда цилиндрга ёқилғи пуркашнинг тугаши Ю. Ч. Н. га яқинлашганлиги учун тўлиқроқ ўтади.

Тез ёниш даври. Ёқилғининг алангаланиши билан бошланувчи тез ёниш даврида энг кўп миқдордаги, яъни I даврда берилган ва II ёниш даврида бериладиган ёқилғи ёнади. Цилиндрга тез ёниш даврининг ўзида пуркаладиган ёқилғи ёниш бошланганлиги ҳисобига тез кўтарилиб борганлиги учун форсунка тешигидан чиққан заҳотиёқ ёна бошлайди. Ёнишнинг бундай ўтиши, тез ёниш даврининг тамомланишини билдирадиган аломатлардан саналади.

Цилиндрга ёнишнинг I даври ичида қанча кўп ёқилғи пуркалган ва ҳосил бўлган аралашма қанчалик бир жинсли бўлса, тез ёниш даврида босимнинг кўтарилиш тезлиги шунчалик юқори бўлади.

Т. Ё. Б. пайтдан бошлаб, то С. Ё. Б. ча ўтган даврда, босимнинг максимал кўтарилиш тезлиги $dp/d\alpha$, ёниш жараёнининг қаттиқлик даражасини белгилайди. Агар унинг ўртача қиймати 0,4 . . . 0,5 МПа/град [4 . . . 5 кг/см²/град] дан ортмаса, бундай дизелнинг ишлаши унча қаттиқ эмас деб ҳисобланади. Бу пайтда $dp/d\alpha$ нинг максимал қиймати 1 МПа/град [10 кг/см² · град] га етиб бориши мумкин.



13-расм. Дизель ёқилғи насосларидаги плунжерларнинг ҳаракат қонуниятини ўзгариши:

а — оддий усулда; б — поғоналағ; в — икки фазада ёқилғи бериш.

Демак, тирсакли валнинг бурилиш бурчагига нисбатан босимнинг ортиши бир текис, яъни ёнишнинг I даври қанча кичик бўлса дизель шунча «юмшоқроқ» ишлайди.

Бундан хулоса қилиш мумкинки, ёнишнинг II даврида босимнинг кўтарилиш тезлиги ва бу даврнинг узунлиги алангаланишнинг ушланиб туриб даврининг катта-кичиклигига, I ҳамда II даврларда ёқилғининг берилиш характерига, ёқилғини парчаланиш сифатига, шунингдек берилиш интенсивлигига боғлиқ.

Ёниш вақтининг ва бу вақтда бериладиган ёқилғи миқдорининг тез ёниш даврига таъсирини камайтириш ёки бутунлай йўқотиш учун ёқилғини берилиш қонуниятини ўзгартиришга тўғри келади. Бунга эришиш учун эса кейинги йилларда, юқори босимли ёқилғи насосларининг турли хил экспериментал вариантлари яратилмоқда.

Ҳозирда барча автотракторлар дизелларида қўлланилаётган юқори босимли ёқилғи насослари ёрдамида оддий усулда (13-расм, а) ёқилғи берилганда, ёнишнинг I даврини катталаниши билан ($I' > I$ участкаси), плунжернинг ҳаракат тезлиги ва ёқилғи пуркаш вақти ($I' > I$) ортганлиги учун цилиндрга пуркаладиган ёқилғининг миқдори жуда ошиб кетади. Ёнишнинг биринчи даврида цилиндрга қанча кўп ёқилғи тушса, тез ёниш даврида босимнинг кўтарилиш тезлиги шунча юқори бўлади. Демак, оддий усулда ёқилғи беришда, ёниш I даврининг II даврига таъсири ниҳоятда каттадир.

Поғоналаб ёқилғи берилганида (13-расм, б), ёниш I даврининг узайганлиги ҳисобига ($I' > I$) цилиндрга пуркаладиган ёқилғининг миқдори ошади, чунки плунжернинг ҳаракат тезлиги бу пайтда ўзгармас бўлади. Икки фазада ёқилғи берилганда эса (13-расм, в), I даврнинг ўзгариши II даврга умуман таъсир қилмайди, чунки I давр қанча давом этишидан қатъи назар, бир хил миқдорда (фақат шу фазада берилиши керак бўлган) ёқилғи берилади, холос.

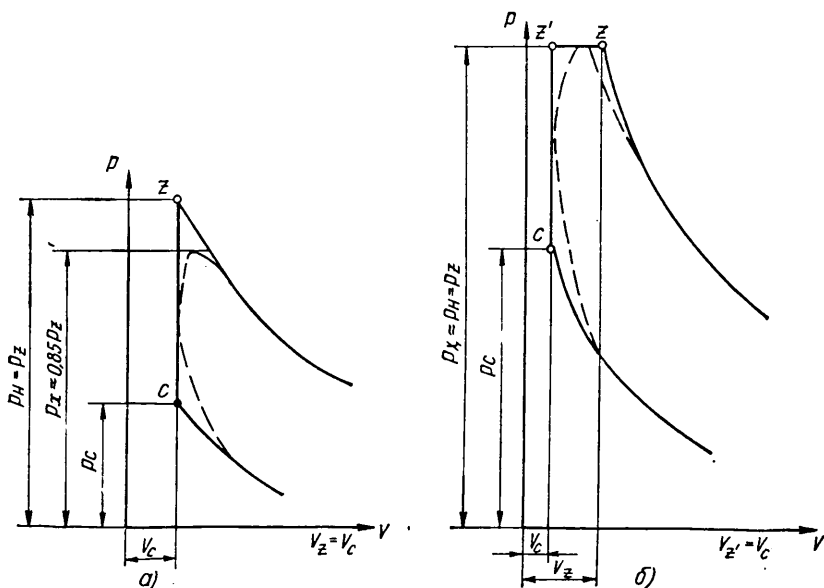
Поғоналаб ва айғиқса икки фазада ёқилғи пуркаш, юқори босимли ёқилғи насосларининг тузилиши анча мураккаблаштириш билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, улар ҳозирда ишлаб чиқарилаётган трактор ва автомобиль дизелларида қўлланилганича йўқ.

Секин ёниш даври. Тез ёниш даври тугаганидан кейин ҳам ёқилғининг цилиндрга пуркалиши давом этади ва у секин ёниш даврида тугайди. Ёқилғининг бу даврда берилиши орта бошлаган ҳажмга тўғри келганлиги ҳамда ёниш камерасидаги ҳаво кислородининг асосий қисми ишлаганлиги сабабли, эндиги ёниш анча секин ўтади ва босим деярли ошмайди. Бу даврда бериладиган ёқилғи форсункадан тушиши билан ёнади. Бу ёнишнинг III даври охирига келиб, актив иссиқлик ажралиб чиқиш коэффициентининг $0,7 \dots 0,8$ га етади.

Ёниб бўлиш даври. Босимнинг тез тушиш пайтига тўғри келувчи ёнишнинг бу IV даври, карбюраторли двигателлардан фарқли равишда дизелларда кенгайиш йўлининг анча қисмини эгаллайди.

Ёнишнинг IV даври иссиқлик ажралиб чиқиш тезлигини аста-секин нолгача камайиши билан характерланади, чунки ёқилғининг ёнишини давом этиши учун шароит ёмонлашиб боради, сарф бўлмаган кислород миқдори камаёди, заряд кўпроқ ёниш маҳсулотлари билан аралашиб кетади, ёниш ҳажми ортиб, босим ва ҳарорат тез тушиб бораётган шароитда ўтади.

Двигатель цилиндрида ёниш жараёни ёмон ташкил қилинганда иссиқлик тўлиқ ажралиб чиқмаслиги ва ёнган газларда қурум, углерод оксиди ҳамда оз миқдорда суюқ ёқилғининг буглари бўлиши мумкин. Бундай пайтда ёниб бўлиш даври жуда чўзилиб кетади ва у чиқариш трубагининг охиригача давом этади. Натижада дизель тежамкорлиги ёмонлашиб қуввати камаёди. Шунинг учун ёниб бўлиш даврини иложи борича камайтириш лозим.



14-расм. Карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларидаги ёниш жараёнининг индикатор диаграммалари:

— назарий жараён; — реал жараён.

Цилиндрда сифатли аралашма ҳосил бўлишига эришиш, пуркаш даврини камайтириш ва ёқилғи берилишининг илгарилаш бурчагини тўғри ўрнатиш билан ёнишнинг чўзилишини анча камайтириш мумкин.

Ёниш жараёнининг кўрсаткичлари. Цилиндрдаги газларнинг ёниш бошланиши ва охиридаги кўрсаткичлари орасидаги боғланиш газ ҳолатининг характеристик тенгламасидан фойдаланиб топилади.

Ёнишнинг бошланиши сифатида сиқиш охиридаги, яъни индикатор диаграммадаги (14-расм) С нуқта тушунилади ва у P_c , T_c , V_c кўрсаткичлар билан ва сиқиш охиридаги газларнинг моллар сони M_c билан баҳоланади, яъни:

$$M_c = \alpha L_n + M_r$$

Бу ерда, α — ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини;

L_n — ёқилғини тўла ёниши учун назарий керак бўлган ҳаво массаси, молларда;

M_r — қолдиқ газларнинг массаси, молларда.

Унинг қиймати, қолдиқ газларнинг γ коэффициентини топиш формуласидан фойдаланиб аниқланади:

$$M_r = \alpha \gamma L_n \quad (26)$$

Ёниш охиридаги, яъни индикатор диаграмманинг z нуқтасидаги газ ҳолати P_z , T_z , V_z кўрсаткичлар билан ва ёниш охиридаги газларнинг моллар сони M_z билан баҳоланади, яъни:

$$M_z = M + M_r \quad (27)$$

Бу ерда, $M = 1$ кг суюқ ёқилғи ёниш маҳсулотларининг моллар сони.

Агар $\alpha > 1$ бўлса, ёниш маҳсулотлари карбонат ангидриди M_{CO_2} дан, сув буғлари M_{H_2O} дан, кислород M_{O_2} дан ва азот M_{N_2} дан таркиб топади. Бу пайтда ёниш маҳсулотларининг моллар сони M_r тенг бўлади:

$$M = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{O_2} + M_{N_2} = \frac{C}{12} + \frac{H_2}{2} + 0,21 \cdot L_n \cdot (\alpha - 1 + 0,79 \alpha L_n = \frac{C}{12} + \frac{H_2}{2} + 0,21 \cdot L_n + \alpha \cdot L_n$$

(22) ифодадан маълумки:

$$0,21 \cdot L_n = \frac{C}{12} + \frac{H_2}{4} - \frac{O_2}{32} \quad (28)$$

У пайтда ёниш маҳсулотларининг моллар сони:

$$M = \alpha L_n + \frac{H_2}{4} \frac{O_2}{32} \quad (29)$$

Шундай қилиб $\alpha < 1$ бўлган шароит учун ҳам суюқ ёқилғи ёниш маҳсулотларининг моллар сони аниқланади:

$$M = \alpha \cdot L_n + \frac{H_2}{4} + \frac{O_2}{32} + 0,21 L_n (1 - \alpha) \quad (30)$$

Двигателлар учун α , γ , L_n қийматларини аниқлашни аввалроқ қараб чиқилган эди. Ёнишнинг бошланиши ва охири учун газ ҳолатининг тенгламалари қуйидаги кўринишда бўлади:

$$P_c \cdot V_c = 8314 \cdot M_c \cdot T_c \text{ ва } P_z V_z = 8314 \cdot M_z \cdot T_z \quad (31)$$

Юқоридаги тенгламаларнинг биринчи иккинчисига бўлиб топамиз:

$$\frac{P_z \cdot V_z}{P_c \cdot V_c} = \frac{M_z \cdot T_z}{M_c \cdot T_c}$$

Бунда $M_z/M_c = \beta$ ва $P_z/P_c = \lambda$ эканлигини ҳисобга олиб ҳамда карбюраторли ва $v = \text{const}$ шароитда ёниш билан ишлайдиган бошқа барча двигателлар учун $V_z/V_c = 1$ бўлганлиги учун ёзишимиз мумкин:

$$\lambda = \beta \cdot T_z/T_c \quad (32)$$

Дизеллар учун эса $V_z/V_c = \rho$ бўлганлиги учун

$$\lambda = \beta \cdot T_z/\rho \cdot T_c \text{ тарзда ёзилади.} \quad (33)$$

Бу ерда λ — босимнинг ортиш даражаси;

β — молекуляр ўзгаришни ҳисоблаш коэффициенти,

ρ — дастлабки кенгайиш даражаси.

Карбюраторли двигателлар учун топилган (32) ифодада T_z ва λ (яъни P_z) қийматлари номаълумдир. Дизеллар учун T_z ва λ дан ташқари ρ (яъни V_z) ҳам номаълум. Шунинг учун ёниш охиридаги T_z ҳарорат ва P_z босимни ҳисоблаш мураккаблашади, чунки уларни аниқлаш учун нисбатан мураккаб бўлган, ёниш жараёнининг ўтишини ифодалайдиган қўшимча тенглама керак бўлади.

Юқорида айтилганидек, T_z ва P_z ни аниқлашни осонлаштириш мақсадида карбюраторли двигателлардаги ёниш жараёнини ўзгармас ҳажмда, дизелларда эса ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда ўтади деб қабул қилинади. Аслида эса ёниш пайтида бу кўрсаткичлар (12- расмдаги пунктир чизиқлар) ўзгарувчан бўлади. Ҳисоблаш натижаларини ҳақиқатга яқинлаштириш учун керакли туза тишларни кейинроқ киритамиз.

Бу четлашишларни ҳисобга олганда ёниш тенгламасини, термодинамиканинг биринчи қонуни асосида қуйидагича ёзиш мумкин:

$\alpha \geq 1$ бўлганда

$$\xi \cdot Q_n = U_z - U_c + L_{cz} \quad (34)$$

$\alpha < 1$ бўлганда

$$\xi \cdot (Q_n - \Delta Q_n) = U_z - U_c + L_{cz} \quad (35)$$

Бу ерда ξ — кўришиб ёниш участкасида иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти;

Q_n — ёқилғининг пастки солиштирма ёниш иссиқлиги, КЖ/кг;

ΔQ_n — кислород етишмаслиги ҳисобига ($\alpha < 1$) иссиқликнинг йўқотилиши, КЖ/кг;

U_z — газларнинг кўриниб ёниш охиридаги ички энергияси, КЖ;

U_c — ишчи аралашманинг сиқиш охиридаги ички энергияси, КЖ;

L_{cz} — cz — участкасида газларни кенгайтириш ишига кетувчи иссиқлик бўлиб, $v = \text{const}$ циклар учун $L_{cz} = 0$.

Иссиқликдан фойдаланиш коэффициентининг қиймати бир қатор омилларга боғлиқ. Ёқилғининг буғланиши, аралашма ҳосил қилиш жараёнининг такомиллашгағлик даражаси, ишчи аралашманинг бир жинслигиги ва аланга фронтининг тарқалиш тезлиги қанча юқори бўлса, ξ коэффициентининг қиймати шунча катта бўлади.

Аралашманинг бойиши ёки камбағаллашиши, аланга фронтининг тарқалиш тезлигига ва ёнишнинг тўлиқлигига, демак иссиқликдан фойдаланиш коэффициентининг қийматига таъсир қилади.

Нагрузканинг озайиши билан ξ камаяди. Айланишлар частотасининг ортиши билан цилиндр деворларига иссиқликнинг берилиши камаяди, аммо шу билан бирга кенгайиш жараёнида ёнишнинг давом этиши ортади: айланишлар частотасининг бундай икки томонлама таъсири натижасида, ξ коэффициентининг қиймати камая бошлайди, чунки бунда ёнишнинг давом этиши кучлироқ таъсир қилади. Ёнишнинг кенгайишда давом этиши дизелларда каттароқдир.

Сиқиш даражаси ортганда ёниш камераси юзасининг ҳажмига бўлган нисбати камаяди ва иссиқлик йўқотиш озаяди. Бу эса ўз навбатида иссиқликдан фойдаланиш коэффициентининг қийматини ортишига олиб келади.

Айтиб ўтилган омилларга нисбатан олганда, ξ нинг қиймати қуйидаги чегарада бўлиши мумкин.

Бензинли двигателларда	0,85	0,95
Дизелларда	0,70	0,90

Ёқилғининг пастки солиштирма ёниш иссиқлиги Q_n нинг қийматини ҳисоблаб топилиши ёки 3-жадвалдан тўғридан-тўғри қабул қилиниши мумкин.

Чала ёниш маҳсулотларидаги СО миқдори ва унинг ёниш иссиқлиги ($Q_{n,о} = 119950 \text{ кж/кг}$) маълум бўлган тақдирда ΔQ_n қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\Delta Q_n = 119950(1 - \alpha) \cdot L'_n \text{ кж/кг} \quad (36)$$

Газларнинг кўриниб ёниш охиридаги ички энергияси қуйидагича топилади:

$$U_z = (M + M_r) \cdot \bar{\mu}_{c_{vz}} \cdot T_z \quad (37)$$

Ишчи аралашманинг сиқиш охиридаги ички энергияси қуйидагича аниқланади:

$$U_c = (\alpha \cdot L_n + M_r) \cdot \bar{\mu}_{c_{v\alpha}} \cdot T_c \quad (38)$$

Топилган қийматларни (34) ифодага қўйиб, $\alpha \geq 1$ бўлган ҳолат учун ёниш тенгламасини умумий кўринишда оламиз:

$$\xi \cdot Q_n = (M + M_i) \bar{\mu}_{c_{v_z}} \cdot T_z - (\alpha \cdot L_n + M_i) \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c$$

ёки

$$M_z \cdot \bar{\mu}_{c_{v_z}} \cdot T_z = \xi \cdot Q_n + M_c \cdot \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c \quad (39)$$

Ёниш тенгламасининг чап ва ўнг томонларини $M_c = \alpha \cdot L_n (1 + \gamma)$ га бўлиб ва $M_z/M_c = \beta$ эканлигини ҳисобга олиб, ёниш тенгламасининг карбюраторли двигатель учун энг сўнгги ифодасини топамиз:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{c_{v_z}} \cdot T_z = \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] + \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c \quad (40)$$

Юқоридаги (40) тенглама $\alpha < 1$ бўлган ҳолат учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{c_{v_z}} \cdot T_z = \xi (Q_n - \Delta Q_n) / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] + \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c \quad (41)$$

Ёниш тенгламасининг энг сўнгги (40), (41) ифодаларида T_z ҳамда $\bar{\mu}_{c_{v_z}}$ дан ташқари бошқа ҳамма кўрсаткичларнинг қийматлари маълумдир.

Тенгламаларнинг ўнг (маълум) томонини S' орқали белгилаб ва $\bar{\mu}_{c_{v_z}}$ ўрнига унинг $\bar{\mu}_{c_{v_z}} = A' + B' \cdot T_z$ қийматини қўйиб, қуйидаги кўринишдаги квадрат тенгламани ечиш билан T_z ҳароратнинг қийматини топиш мумкин:

$$\beta \cdot B' \cdot T_z^2 + \beta \cdot A' \cdot T_z - S' = 0 \quad (41, a)$$

Карбюраторли двигателлар учун ёниш охиридаги ҳарорат, ёқилғининг сортига, сиқиш даражасига ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, 2300 . . . 2800 К чамасида бўлади. Ёниш охиридаги, яъни индикатор диаграмманинг z нуқтасидаги P_z босимни топиш учун (32) ифодадан фойдаланамиз:

$$\lambda = \beta \cdot T_z / T_c$$

Маълумки, босимнинг ортиш даражаси $\lambda = P_z / P_c$ бўлганлиги учун ёзиш мумкин:

$$P_z = P_c \cdot \beta \cdot T_z / T_c \quad (42)$$

Карбюраторли двигателлар учун P_z босим 3 . . . 5 МПа [30 . . . 50 кг/см²] оралиғида бўлади.

Дизелларда ҳақиқий ёниш жараёни (12-расм, б даги пунктир чизиқлар) ҳажм ва босим ўзгариши шароитида ўтади. Ёниш тенгламасини келтириб чиқаришни соддалаштириш мақсадида, ёнишни аввал $V = \text{const}$ ва сўнгра $P = \text{const}$ шароитида (12-расм, б даги узлуксиз чизиқлар) ўтади, деб фараз қилинади.

Бундай шароитда ёниш тенгламасини умумий кўринишда шундай ёзиш мумкин:

$$\xi \cdot Q_n = U_z - U_c + L_z'$$

Газ ички энергияси U_z ва U_c қийматлари (37) ва (38) ифодаларидан фойдаланиб топилади.

Газларнинг изобарик кенгайишда бажарган ишини $P_{z'} = P_z$ ва $V_{z'} = V_c$ эканлигини ҳисобга олиб ҳамда P_z ни P_c орқали ифодалаб ёзиш мумкин:

$$L_{z,z'} = P_z \cdot V_z - P_{z'} \cdot V_{z'} = P_z \cdot V_z - \lambda \cdot P_c \cdot V_c$$

Сўнгги ифодадаги $P_z \cdot V_z$ ва $P_c \cdot V_c$ ўрнига характеристик тенгламадан уларнинг қийматларини қўйиб, топамиз:

$$L_{z,z'} = 8,314 (M_z \cdot T_z - \lambda \cdot M_c \cdot T_c)$$

Топилган қийматларни (43) ифодага қўйиб, дизель учун ёниш тенгламасини умумий кўринишда оламиз:

$$M_z \cdot \bar{\mu}_{c_{v_z}} \cdot T_z = \xi \cdot Q_{п} + M_c \cdot \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c - 8,314 (M_z T_z - \lambda \cdot M_c \cdot T_c)$$

ёки

$$M_z \bar{\mu}_{c_{v_z}} T_z + 8,314 \cdot M_z \cdot T_z = \xi \cdot Q_{п} + M_c \cdot \bar{\mu}_{c_{v_c}} \cdot T_c + 8,314 \cdot \lambda \cdot M_c \cdot T_c$$

Ёниш тенгламасини соддалаштириш мақсадида, унинг чап ва ўнг томонларини $M_c = \alpha \cdot L_{н} (1 + \gamma)$ га бўлиб ва $(\bar{\mu}_{c_{v_z}} + 8,314)$ ни $\bar{\mu}_{c_{p_z}}$ билан алмаштириб, ёниш тенгламасининг дизель учун энг сўнгги ифодасини оламиз:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{c_{p_z}} \cdot T_z = \xi \cdot Q_{п} / [\alpha \cdot L_{н} (1 + \gamma)] + (\bar{\mu}_{c_{v_c}} + 8,314 \lambda) \cdot T_c \quad (44)$$

Келтирилган сўнгги ифодада T_z дан ташқари ўртача моляр иссиқлик сифимлари ҳам номаълумдир. Икки атомли газлар (N_2 , O_2 , H_2 ва ҳаво), шунингдек, етарли даражадаги аниқлик билан карбюраторли двигателлардаги янги сўриб олинган заряд учун ўртача моляр иссиқлик сифимини ($V = \text{const}$ ва $P = \text{const}$ бўлган шароит учун) қуйидаги формулалар орқали топиш мумкин:

$$\bar{\mu}_{c_{v_c}} = A_1 + B_1 \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c \text{ кж/(кмол} \cdot \text{к)} \quad (45)$$

ва

$$\bar{\mu}_{c_{p_z}} = \bar{\mu}_{c_{v_c}} + 8,314 \text{ кж/(кмол} \cdot \text{к)} \quad (45, а)$$

Суюқ ёқилган ёниш маҳсулотлари учун (3300 К гача ҳароратда) ўртача моляр иссиқлик сифимини қуйидаги ифодалардан топилади:

Агар $\alpha = 0,8 \dots 1,0$ бўлса,

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_{c_{v_z}} = A' + B' \cdot T_z &= (18,4 + 2,6/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \times \\ &\times 10^{-4} \cdot T_z \text{ кж/(кмол} \cdot \text{к)} \end{aligned} \quad (46)$$

Агар $\alpha = 1,0 \dots 2,0$ бўлса

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_{c_{v_z}} = A' + B' \cdot T_z &= (20,2 + 0,92/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \times \\ &\times 10^{-4} \cdot T_z \text{ кж/(кмол} \cdot \text{к)} \end{aligned} \quad (47)$$

$$\bar{\mu}_{c_{p_z}} = \bar{\mu}_{c_{v_z}} + 8,314 \text{ кж/(кмол} \cdot \text{к)} \quad (48)$$

Топилган ўртача моляр иссиқлик сифмининг қийматини (44) тенгламага қўйиб ва унинг ўнг (маълум) томонини S'_1 орқали белгилаб, ифодани қўйидаги квадрат тенглама шаклида ёзиш мумкин:

$$\beta \cdot V'_1 \cdot T'_2 + \beta \cdot A'_1 \cdot T_z - S'_1 = 0 \quad (49)$$

Келтирилган квадрат тенгламани T_z га нисбатан ечиш билан дивеллардаги ёниш жараёнининг охиридаги ҳароратни топилади. Ёниш тенгламасидан фойдаланиб топилган ёниш охиридаги T_z ҳароратнинг қиймати, автотрактор дизеллари учун 1900 ... 2300 К оралиғида бўлади.

Дизелларда босимнинг ортиш даражасини топиш формуласидан фойдаланиб, газларнинг ёниш охиридаги босими P_z топилади:

$$P_z = \lambda \cdot P_c \quad (50)$$

Автотрактор дизеллари учун P_z нинг қиймати 5,0 ... 8,0 МПа (50 ... 80 кг/см²) чамасида бўлади. Босимнинг ортиш даражаси λ қанча катта бўлса, $V = \text{const}$ бўлган шаронгта шунча кўп ёқилғи ёнади. Бу пайтда двигателлардаги ишчи цикли анча тежамкор ўтади (сиқиш даражасининг бир хил қийматларида), лекин λ нинг жуда катта бўлиб кетиши двигатель деталларининг ортиқча ейилишига олиб келади.

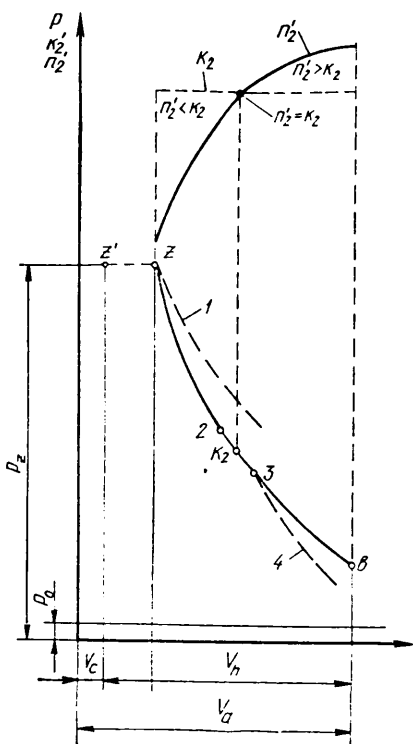
Бир камерали дизелларда босимнинг ортиш даражаси 1,4 ... 2,2 ва ундан ҳам юқори бўлиши мумкин. Уюрма камерали ва олд камерали дизелларда λ бироз кичикроқ бўлиб, 1,1 ... 1,4 га тенг бўлади.

Пуркаш даврини (пуркаш бурчагини), тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича ёқилғи пуркаш характерини ва ёқилғининг парчаланиш сифатини танлаш билан λ ни исталган қийматини олишга эришилади.

12^н §. Кенгайиш жараёни

Умумий маълумотлар. Ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган иссиқликни механик энергияга айлантириш учун хизмат қилувчи жараёнга *кенгайиш жараёни* дейилади. Двигателнинг ишчи циклини ташкил этувчи қолган барча жараёнлар поршеннинг ишчи йўлини тайёрловчи жараёнлар ҳисобланади.

Кенгайиш чизигини таҳлил қилиш (15-расм) шуни кўрсатадики, жараённинг бошланишида политропа кўрсаткичи γ'_2 адиабата кўрсаткичи K_2 дан бироз кичик ($\gamma'_2 < K_2$) бўлади. Бу шу билан изоҳланиши мумкинки, жараён бошланишида ёнишнинг давом этиши ҳи собига цилиндр ичида ажралиб чиқаётган ва газга берилаётган иссиқлик, головка ҳамда цилиндр деворлари орқали йўқотилаётган иссиқликдан анча катта бўлади. Шунинг учун ҳақиқий кенгайиш чизиги ётиқроқ ўтади (15-расмдаги $z-1$ чизиги). Ёнишни давом этиши дизелларда анча кўп бўлади. Шунинг ҳисобига газларга иссиқликнинг берилиши, поршень П. Ч. Н. га қараб силжиб борган сар:



15- расм. Кенгайиш жараёнининг индикатор диаграммаси.

саткичи p_2' бутун жараён давомида ўзгарувчан қийматга эга бўлади (15- расмдаги p_2' чизиғи).

Ҳисоблаш ишларини энгиллаштириш учун кенгайиш чизиғининг кўрсаткичларини ўзгармас қилиб қабул қилишга тўғри келади. Ўзгармас кўрсаткич билан олинган политропа чизиғи, ҳақиқий жараён чизиғига энг кўп мос тушадиган ҳолатда бўлиши керак. Шундай қилиб, қийматини жараён давомида ўзгармас қилиб олинган шартли кўрсаткични политропик кенгайишнинг ўртача p_2 кўрсаткичи дейилади. Ўзгармас кўрсаткичли политропик кенгайиш чизиғининг тенгласи қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$P \cdot V^{n_2} = \text{const} \quad (51)$$

12.1. Кенгайиш жараёнининг кўрсаткичлари

Юқорида келтирилган политропик кенгайиш жараёнининг (51) тенгласидан фойдаланиб, кенгайиш охиридаги P_b босим ва T_b арорати, политропик кенгайишнинг ўртача p_2 кўрсаткичинини аниқлаш мумкин.

камайиб, деворлар орқали иссиқликни йўқотилиши ортади. Натижада кенгайиш чизиғи кўрсаткичининг қиймати аста-секин кўтарилади.

Поршень Ю. Ч. Н. дан маълум масофа силжиганидан кейин, ёнишнинг давом этиши ҳисобига газларга берилаётган иссиқлик билан, деворлар орқали ташқарига чиқиб кетаётган иссиқлик бирига тенг бўлиб қолади. Бу вақтда p_2' нинг оний қиймати K_2 га тенглашади (15- расмдаги 2—3 чизиғининг K_2 нуқтаси).

Кенгайишнинг кейинги ўтишида асосий ролни иссиқликни деворлар орқали йўқотилиши эгаллайди. Бу пайтда ҳақиқий жараён чизиғи (3—4 участкаси) нисбатан тикроқ ўтади; политропа кўрсаткичи p_2' адиабата кўрсаткичидан катта ($p_2' > K_2$) бўлиб қолади, улар ўртасидаги фарқ ($p_2' - K_2$) эса, поршень П. Ч. Н. га яқинлашиб борган сари янада ортади.

Шундай қилиб, реал двигателларда кенгайиш жараёни политропик жараён бўлиб унинг кўрсаткичи

Кенгайиш охиридаги P_b босим. Кенгайиш жараёнининг бошланиш ва охириги нуқталари учун газ ҳолатининг политропик тенгламасини қуйидаги шаклда ёзиш мумкин:

$$P_z \cdot V_z^{n_s} = \text{const} \text{ ва } P_b \cdot V_b^{n_s} = \text{const};$$

ёки

$$P_z \cdot V_z^{n_s} = P_b \cdot V_b^{n_s}$$

Бу тенгликдан фойдаланиб ҳамда карбюраторли двигателлар учун $V_z = V_c$, $V_b = V_a$ ва $V_z/V_b = V_c/V_a = 1/\epsilon$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда, кенгайиш охиридаги P_b босим топилади:

$$P_b = P_z \cdot \left(\frac{V_z}{V_b}\right)^{n_s} = P_z/\epsilon^{n_s} \text{ МПа [кг/см}^2\text{]} \quad (52)$$

Дизеллар учун $V_z/V_b = 1/\delta$. Шунинг учун

$$P_b = P_z/\delta^{n_s} \text{ МПа [кг/см}^2\text{]} \quad (53)$$

Бу ерда δ кейинги кенгайиш даражаси бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$\delta = \frac{V_b}{V_z} \cong \frac{V_a}{V_z} = \frac{V_a}{V_z'} \cdot \frac{V_z'}{V_z} = \epsilon \frac{1}{\rho}$$

яъни

$$\delta \cdot \rho = \epsilon$$

Бу ерда ρ — дастлабки кенгайиш даражаси;

ϵ — сиқиш даражаси.

Карбюраторли двигателлар учун кенгайиш охиридаги P_b босим 0,35 ... 0,6 МПа (3,5 ... 6 кг/см²), дизеллар учун эса 0,2 ... 0,5 МПа (2 ... 5 кг/см²) оралиғида бўлади.

Кенгайиш охиридаги T_b ҳарорат. Газларнинг кенгайиш жараёни охиридаги, яъни индикатор диаграмманинг b нуқтасидаги ҳарорат, газ ҳолатининг характеристик тенгламасидан топилади:

$$P_z \cdot V_z = 8314 \cdot M_z \cdot T_z \text{ ва } P_b \cdot V_b = 8314 \cdot M_b \cdot T_b$$

Биринчи тенгликни иккинчисига бўлиб ва $M_z \cong M_b$ (ножипсликлардан газларнинг ўтиб кетишини ҳисобга олмай) деб ҳисоблаб, карбюраторли двигателлар учун T_b ҳарорат топилади:

$$T_b = T_z \cdot \frac{P_b}{P_z} \cdot \frac{V_b}{V_z} = T_z \cdot \frac{1}{\epsilon^{n_s}} \cdot \frac{\epsilon}{1} = T_z/\epsilon^{n_s-1} \text{ К} \quad (54)$$

Дизеллар учун эса

$$T_b = T_z \cdot \frac{P_b}{P_z} \cdot \frac{V_b}{V_z} = T_z \cdot \frac{1}{\delta^{n_s}} \cdot \frac{\delta}{1} = T_z/\delta^{n_s-1} \text{ К} \quad (55)$$

Юқоридаги (54) ва (55) формулалардан фойдаланиб топилган кенгайиш охиридаги T_b ҳарорат, карбюраторли двигателлар учун 1400 ... 1700 К, дизеллар учун эса 1000 ... 1400 К чамасида бўлади.

Политропик кенгайишнинг ўртача n_2 кўрсаткичи. Кўрсаткичнинг қиймати бир қатор омилларнинг биргаликдаги таъсирига боғлиқ. Шунинг учун n_2 қийматини, ўхшаш двигателларни синашда олинган тажриба маълумотларини ҳисобга олган ҳолда қабул қилиш мақсадга мувофиқдир.

Тажриба маълумотларидан маълумки, тўла нагрузкада ишлаётган двигателнинг тезликлар режимини кўтарилиши билан ёнишнинг давом этиш даври ортади, деворлар орқали иссиқликни йўқотилиши эса камаяди. Бу эса ўз навбатида политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи қийматининг камайишига олиб келади. Дизелларда ёнишни давом этиши бироз катта бўлганлиги учун n_2 ҳам кўпроқ камаяди.

Цилиндрнинг нисбий совитиш юзаси (F/V) ни ортиши билан совитувчи муҳитга берилувчи иссиқлик миқдори кўпайиб n_2 нинг ортишига олиб келади. Цилиндр диаметрини катталаштириш билан, поршень йўлини цилиндр диаметрига нисбати (S/D) камаяди.

Натижада совитиш юзаси ва демак n_2 қиймати ҳам камаяди.

Двигателни ўта совитилиши, поршень, поршень ҳалқалари ва цилиндрнинг ейилиши, карбюраторни нотўғри сошлаш, учқун берилишини (ёқилғи пуркашни) илгарилаш бурчагини нотўғри ўрнатилиши каби эксплуатацион омиллар ҳам n_2 қийматига таъсир қилади.

Учқун берилишининг илгарилаш бурчагини ва карбюраторни тўғри сошлаш ёниш жараёнининг ўтишига таъсир қилади. Ёниш нормал ўтганда аралашма тўлиқ ёниб, ёнишни чўзилиши камайганлиги учун n_2 ҳам каттароқ бўлади.

Шуни таъкидлаш керакки, политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи (n_2) нинг қиймати иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти (ξ) нинг қиймати билан узвий боғлиқдир.

Берилган двигателда ξ коэффицент қанча катта бўлса, политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи n_2 нинг қиймати ҳам шунча юқори бўлади. Бу кенгайиш пайтида ёнадиган ёқилғи миқдорини ξ коэффициенти ортганда камайиб, камайганда ортиши билан изоҳланади. Айтилганларни P ва T кўрсаткичларни аниқлашда алоҳида ҳисобга олиш керак, акс ҳолда ҳисоблаб топилган қийматлар, ҳақиқийсидан анчагина фарқ қилиши мумкин.

Карбюраторли двигателларда n_2 қийматини тахминий ҳисоблаш учун қуйидаги эмпирик тенгламадан фойдаланиш мумкин:

$$n_2 = 1,2 + 0,03 \cdot n_e / n_x \quad (56 \text{ а})$$

Бу ерда n_e — двигателнинг энг катта эффектив қувватига мос келадиган номинал айланишлар частотаси;

n_x — двигатель тирсакли валининг ҳисоблаб топилган айланишлар частотаси.

Дизелларда политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичини топиш учун двигателни индицирлаш йўли билан олинган индикатор диаграммадан фойдаланиш мумкин:

$$n_2 = \lg \frac{P'_1}{P'_2} \lg \frac{v_2'}{v_1'} \quad (56 \text{ б})$$

Бу ерда P'_1 , P'_2 , V'_1 , V'_2 — кўриниб ёнишнинг охири ва чиқариш клапанини очилиш пайтида мос тушадиган босимлар ва ҳажмлар.

Бензинли двигателлар учун политропик кенгайиш ўртача кўрсаткичининг қийматини, юқоридаги омилларга нисбатан олганда 1,23... 1,30 чамасида қабул қилиниши ёки (56а) эмпирик формуладан тахминий топилиши мумкин.

Дизеллар учун тўғридан-тўғри индикатор диаграммадан топиладиган политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи 1,18 ... 1,28 чегарасида ва баъзи ҳолларда ундан ҳам кичик қийматларга эга бўлиши мумкин. Бу дизеллардаги ёнишни кенгайиш жараёни мобайнида ҳам узоқ вақт давом этишидан келиб чиқади.

13-§. Чиқариш жараёни

Умумий маълумотлар. Тўрт тактли двигателларда чиқариш жараёни (5-расмга қаранг) чиқариш тешигининг очилиш пайтидан, яъни поршень П.Ч.Н. га $40...70^\circ$ етмасдан бошланади ва чиқариш тешигини беркилиши билан, яъни поршень Ю. Ч. Н. дан $10...40^\circ$ ўтганида тамом бўлади. Шундай қилиб, цилиндрни ишлаб бўлган газлардан тозалаш даври, ҳар хил двигателларда турлича бўлиб, у тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича $230...290^\circ$ ни ташкил этади.

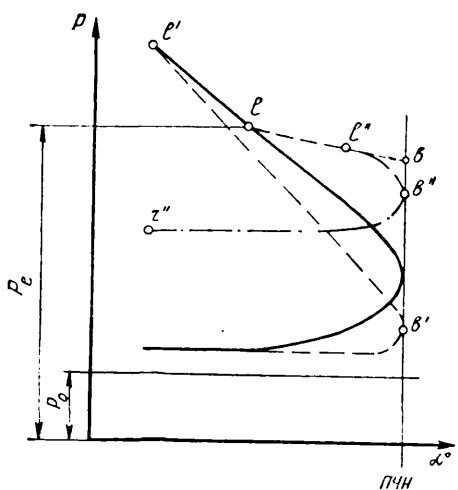
Цилиндрни ишлаб бўлган газлардан тозалаш, яъни чиқариш жараёнини шартли равишда уч даврга: дастлабки чиқариш, асосий чиқариш ва чиқаришнинг кеч қолиш даврларига бўлиш мумкин.

Дастлабки чиқариш даври чиқариш клапани очилган пайтдан (5-расмдаги 3 нуқта) бошланиб, поршень П. Ч. Н. га келгунча давом этади. Чиқариш тешиги очилган пайтда цилиндрдаги газларнинг босими 0,4 МПа (4 кг/см^2) чамасида бўлади. Шунинг учун бу вақтда (5-расмдаги 1' участка) поршень ҳали П. Ч. Н. томонга ҳаракат қилаётган бўлса ҳам ишланган газлар ўзларининг ортиқча босимлари ҳиссбига цилиндрдан чиқа бошлайди.

Асосий чиқариш вақтига нисбатан тахминан 4 баробар қисқа бу даврда газлар цилиндрдан критик, яъни овоз тезлигида чиқади. Шу сабабли, дастлабки чиқариш вақтида ишланган газларнинг ярмига яқини ташқарига чиқиб улгуради.

Ишланган газларни чиқаришга сарф бўлган иш ва цилиндрни тозаланиш даражаси чиқариш жараёнининг фазасига боғлиқ. Чиқариш клапани жуда эрта очиладиган бўлса (16-расмдаги 1' нуқта), бу пайтда йўқотиладиган $l'bbe'$ юза билан ифодаланувчи иш жуда катта бўлиб кетади ва у, асосий чиқариш даврида сарфланадиган абсолют ишни камайиши ҳисобига қопланмайди.

Чиқариш клапанининг 1" нуқтада очилиши жуда кечдир. Бу ҳолда кенгайишдаги ишдан озроқ ($e''bbe''$ юза) йўқотилгани билан, $b''g''$ участкасида ишланган газларни мажбурий суриб чиқаришга кўп иш сарф бўлади, цилиндрни тозаланиши эса ёмонлашади. Чиқариш клапанинг мўътадил очилиш пайти (16-расмдаги 1 нуқта) тажриба йўли билан танланади.



16-расм. Тўрт тактли двигателларда чиқариш клапанининг очилиш пайтини танлашга доир диаграмма.

Асосий чиқариш даври двигатель тирсакли валининг бурилиш бурчаги бўйича 180° га тенг келадиган вақт ичида, яъни поршень П. Ч. Н. дан Ю. Ч. Н. га келгунича давом этади. Бу даврда (5-расмдаги II' участка) поршень Ю. Ч. Н. га ҳаракат қилганлиги учун ўз устидаги ишланган газларни тўла очилиб улгурган чиқариш тешиги орқали мажбурий суриб чиқаради.

Двигателнинг нагрузкала-ниш даражаси, тезлик режими, чиқариш фазаси ва поршень тезлигининг узлуксиз ўзгарувчанлиги, бу даврда ҳайдаб чиқарилаётган газ босимининг характери-ни ўзгартиради (5-расмдаги вг чизиғи). Ҳисоб-

лаш ишларини енгиллаштириш учун асосий чиқариш вақтидаги ўзгарувчан босимнинг ўртача қийматини, чиқариш жараёнининг охиридаги босим деб ва бу даврда босим ўзгармас бўлади деб қабул қилинади.

Дастлабки ва асосий чиқариш даврларда цилиндрдан чиқарилган газларнинг массаси, бутун чиқариш жараёни давомида цилиндрдан чиқариладиган газ массасининг асосий қисмини ташкил қилади.

Чиқаришни кеч қолиш даври поршень Ю. Ч. Н. га келганидан бошланиб, чиқариш тешиги ёпилгунча (5-расмдаги 4 нуқта) давом этади. Бу даврда (III'- участка) цилиндрдаги босимнинг ташқи муҳит босимидан катталиги $P_r > P_0$) ва асосий чиқариш даври охирида газларда ҳосил бўлган тезлик босими, цилиндрдаги ишланган газларнинг чиқишини давом этишига сабаб бўлади.

Бу даврга келиб киритиш клапани ҳам очила бошлайди. Шу сабабли янги зарядни кириши ҳисобига цилиндрни ёнган газлардан қўшимча тозалаш амалга оширилади.

Двигателларда чиқаришнинг кеч қолиш даври бўлиши, цилиндрни ишланган газлардан тўлароқ тозалаш имкониятини беради. Бу даврни чўзиб юбормаслик керак, акс ҳолда ишланган газлар қайтадан цилиндрга сўрилиши мумкин.

Чиқариш жараёнининг кўрсаткичлари. Двигатель цилиндрини ишланган газлардан тазаланишининг такомиллашганлик даражасини қолдиқ газлар коэффиценти γ билан баҳолаш қабул қилинган. Лекин бу коэффиценти қиймати ўз навбатида бир қатор омилларга, жумладан, қолдиқ газлар P_r босимига (чиқаришнинг охиридаги босим) ва T_r ҳароратига (чиқаришнинг охиридаги ҳарорат) боғлиқ.

Қолдиқ газлар коэффиценти, босими ва ҳароратига таъсир қи-

5-жадвал. Чиқариш жараёнининг кўрсаткичлари

Двигателнинг тури	γ	P_r		T_r к
		МПа	кг/см ²	
Карбюраторли	0,04 ... 0,08	0,11 ... 0,125	1,1 ... 1,25	900 ... 1200
Дизель	0,03 ... 0,06	0,105 ... 0,115	1,05 ... 1,15	700 ... 900

лувчи омилларни ҳамда бу кўрсаткичларнинг қийматларини аниқлаш шу боби нинг 4-§ ида қараб чиқилган.

Тўрт тактли деигателлар учун чиқариш жараёнининг кўрсаткичлари қийматлари 5-жадвалда келтирилган.

14-§. Атмосферага чиқарилувчи ёниш маҳсулотларини зарарсизлантириш

Ишланган газларнинг таркиби. Атмосферага чиқарилувчи ишланган газларда тўлиқ ёниш маҳсулотлари билан бир қаторда чала оксидланиш ва ёқилғининг парчаланиш маҳсулотлари ҳам бўлади. Бу маҳсулотларнинг баъзи бирлари токсик бўлиб, ҳавони заҳарлайди.

Ишланган газларда заҳарловчи қисмини қуйидагилар ташкил қилади.

1. Чала ёниш натижасида ҳосил бўладиган углерод оксиди. Бензинли деигателлар ўта бой аралашмада ишлаганида СО миқдори умумий ёниш маҳсулотларининг (ҳажми бўйича) 10 ... 12 % ига, дизелларда эса ($\alpha < 1$ бўлса ҳам) 0,5 % ига етиб бориши мумкин.

2. Ёниш маҳсулотларида оз миқдорда бўладиган азот оксиди NO ва азот икки оксиди NO₂.

3. Двигателни олтингугуртли ёқилғида ишлаши натижасида ҳосил бўладиган олтингугуртли газ SO₂ ва водород сульфид H₂S миқдори 250 мг/м³ га етиб бориши мумкин. H₂S эса жуда оз ҳосил бўлади.

4. Ёниш маҳсулотларида алоҳида модда сифатида бўладиган углеводородлар. Улар заҳарлилиги бўйича СО га эквивалент ва баъзида ундан ҳам ортиқдир.

5. Кислородли модда, асосан альдегидлар (1 л да бир неча мг).

6. Этилланган бензинларни қўллаганда ҳосил бўладиган қўрғошин бирикмаси. Улар ҳам заҳарлилик хусусиятига эга.

Автомобиль транспортини ҳозирги шароитда катта шаҳарларда, карьерларда ва бошқа жойларда кўплаб қўлланилиши натижасида заҳарли газларни атроф муҳитга чиқарилиши аҳоли саломатлигига зарар етказди, шунинг учун улар бир жойда кўплаб тўпланиши мумкин эмас.

14.1. Ишланган газларни зарафсизлантириш усуллари

Ишланган заҳарли газлар таъсиридан аҳолини қутқариш учун трактор ва автомобилларда сув билан ишлайдиган, маховик двигателли ёки электродвигателли двигателлар қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Ишланган газларнинг заҳарлилигини камайтириш учун икки хил усулдан фойдаланиш мумкин: ёниш жараёнини, химиявий реакцияни тезлатиш натижасида аралашмани тўла ёнишини такомиллаштириш ёки чиқариш системасига маҳсус аппаратлар—нейтрализаторлар қўйиш.

Цилиндрда камбағал аралашма ёнганда ёниш тўлиқ бўлиб, ишланган газларнинг заҳарлилиги камаяди. Лекин двигателнинг баъзи бир нагрузка режимларида (масалан, кичик нагрузкаларда) аралашмани мажбурий бойитишга тўғри келади. Анча камбағаллашган аралашмани ҳам ишончли алангаланишини таъминлаш учун эса форкамерали аланга билан ёки катта энергияга эга бўлган электр учқуни билан ёндириладиган двигателлар қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Салт юриш ва двигателни тормозлаш режимлари айниқса ноқулай режимлар ҳисобланади, чунки бу пайтда ишланган газларнинг токсиклиги ортиб кетади. Бу режимлар шаҳар шароитида энг кўп қўлланиладиган режимлар бўлганлиги учун, ишланган газларнинг заҳарлилигини камайтириш ниҳоятда зарурдир.

Ички ёнув двигателларининг ишланган газларини нейтраллаш учун маҳсус асбоблар—нейтрализаторлар ишлатилмоқда. Нейтрализаторлар алангали, суюқликли ва катализаторли бўлиб, улар глушитель ўрнига қўйилади ва унинг вазифасини ҳам бажаради.

Алангали нейтрализаторларда чала ёниш маҳсулотлари ёндирилади.

Нагрузка ўзгариши билан ишлаш турғунлигининг бузилиши ва азот оксидининг алангали нейтраллашга сезгирлиги бу нейтрализаторларнинг камчилиги ҳисобланади. Бундан ташқари, машғала доимо ёниб туриши учун қўшимча ёқилғи сарф қилишга тўғри келади. Ушбу сабабларга кўра, алангали нейтрализаторларни кенг миқёсда қўллашга тавсия этиб бўлмайди.¹

Суюқликли нейтрализаторларда газлар химиявий реагентлар эритмаси орқали ўтказилади ва бунда алдегидлар ва азот оксиди бири бири билан химиявий усулда боғланади, қурум эса механика йўли билан ажратилади. Химиявий реагентлардан NaSO_3 , FeSO_3 ва NaCO_3 ларнинг 10% ли сувдаги эритмасига 0,5% гидрохинон қўшиш яхши натижалар беради. Бу пайтда двигателнинг ҳамма ишлаш режимларида ишланган газлар, қурумдан ва алдегидлардан деярли тўла ва азот оксидидан 30 . . . 70% тозаланади. Суюқликли нейтрализаторлар, массасининг ҳамда габарит ўлчамларининг катталиги ва улардан нолдан кичик ҳароратда фойдаланиб бўлмаслиги уларнинг асосий камчилиги ҳисобланади.¹

Катализаторли нейтрализаторларда углеводородли ёқилғининг чала ёниш маҳсулотларини алангасиз оксидланиши катализатор иштирокида жадал ўтади. Катализатор ғовак пластинкага юпқа қатлам

қилиб суркалади. Каталитик элементлар яхлит ёки ғовак стерженлар, шариклар ва гранулла шаклида тайёрланиб чиқариш системасига ўрнатилади.

Катализаторли нейтраллизаторлар габэрит ўлчамларининг кичиклиги ва хизмат кўрсатишининг соддалиги бўйича бошқа нейтраллизаторлар орасида алоҳида ўрин эгаллайди. Ётарли даражада актив, арзон ва камёб бўлган катализаторларнинг йўқлиги, бу нейтраллизаторларни кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, автомобилларнинг ёқилги тежамкорлигини ортиши билан ишланган газлар ва зарарли моддаларнинг ташқарига чиқарилиши камайиб бормоқда. Масалан, 1977 йилдагига нисбатан 1989 йил нормасида енгил автомобилларнинг ишланган газлардаги углерод оксидининг миқдори 2 (ВАЗ автомобиллари учун 31,2 дан 14,8 г/км гача), углеводород миқдори 1,6 (2,2 дан 1,37 г/км гача), азот оксиди 1,2 баробар (2,34 дан 1,9 г/км гача) гача камаяди. Ишлаб чиқаришга қўйилган газобаллонли автомобилларда ишланган газларнинг заҳарлилик даражаси карбюраторли двигателлардагига қараганда 2 . . . 3 баробар камдир.

15- §. Шовқин ва уни камайтириш чоралари

Бугунги кунда юқори ишчи тезликларига эга бўлган, қувватли қишлоқ хўжалик тракторлари кўплаб ишлаб чиқарилмоқда, аммо бу тракторларда шовқин ва тебранишни камайтириш ёки бугунлай йўқотиш ҳамон конструкторлар олдидаги асосий муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Бу масалани ҳал қилишининг биринчи даврида, кабинадаги шовқин ва конструкциядаги (пол, руль чамбараги, тортқилар, педаллар, ўриндиқ ва бошқалардаги) тебранишларни талаб қилинган хавфсиз нормалар даражасига келтириш, иккинчи даврида эса ҳамма камфортли шароитни яратиш талаб қилинади. Шовқин ва тебранишнинг характеристикалари, трактор ва трактор двигателларининг тармоқ ҳамда давлат стандартларига, энг муҳим стандарт (ГОСТ 12.2.019,76) сифатида киритилгандир.

Двигатель ва куч узатмасининг тўғридан-тўғри механизмларида содир бўладиган иш жараёнлари, шунингдек янги зарядни киритиш, ишланган газларни чиқариш жараёнлари, совитиш системаси вентиляторининг ҳаво билан ўзаро таъсири ва бошқалар, тракторлардаги шовқин ҳамда тебранишларнинг асосий манбалари ҳисобланади. Шулар таъсирида даврий эркин кучлар ҳосил бўлиб, ҳаво оқимининг тўлқинланиши натижасида шовқин чиқади. Шунингдек, тебранишларнинг ҳосил бўлишига цилиндрларда ёнишдан пайдо бўлувчи гаводинамик кучлар, ҳаракатдаги деталларнинг инерция кучлари, деталлардаги (клапанлар, поршенлар, шестернялар) ва бошқалардаги урилишлар, ёқилги узатиш аппаратидаги гидродинамик кучлар, киритиш ва чиқаришда газларнинг пульсацияси ва бошқалар сабаб бўлади.

Тракторларда шовқин ва тебранишларни камайтириш актив ҳамда пассив усулларда олиб борилади. Шовқин ва тебранишларнинг

пайдо бўлиш манбаларида камайтириш актив, уларни тарқалиш йўлларида (каналларида) камайтириш, яъни ҳайдовчини шовқин ва тебранишлар манбаидан ажратиб қўйиш эса пассив усул ҳисобланади.

Двигателлар ва куч агрегатларида (манбаларида) механик йўл билан пайдо бўладиган шовқинларни камайтиришда кучлар спектрининг кенглиги ҳамда амплитудасини, шунингдек, конструкциянинг акустик активлигини камайтириш яхши натижалар беради.

Тракторларда механик йўл билан пайдо бўлган шовқинларни технологик усул билан камайтиришда айрим деталлар, агрегатлар, узеллар, двигателлар ва куч узатмаларининг тайёрлаш-йиғиш сифатини яхшилаш талаб қилинади. Бириккан деталларда ишлов тозаллиги ва тайёрлаш аниқлигига эришишда, ҳаракатдаги деталларни масса бўйича комплекташда, узель ҳамда механизмларни йиғишда техник шартларга қатъий амал қилиш катта аҳамиятга эга.

Эркин кучларнинг спектр кенглиги ва амплитудасини камайтириш учун кенг қўлланиладиган конструктив воситалар 6-жадвалда келтирилган.

6-жадвал. Эркин кучлар таъсирини камайтириш воситалари

Эркин кучлар	Камайтириш воситалари
Ёқилғи ёнганидаги газларнинг босим кучи	Жараённинг қаттиқлигини камайтириш (ёғниш кавераси, ёқилғи узатиш қонуниятлари ва бошқаларни такомиллаштириш);
Илгарилама-қайтма ва айланма ҳаракат қилувчи деталларнинг мувозанатланмаган инерция кучи	Ҳаракатланувчи деталлар массасини камайтириш, посангилар ўрнатиш ва мувозанатловчи механизмлар қўллаш;
Поршень ўз ҳаракат йўналишини ўзгартиргандаги урилишлар	Деталлар массаси ва тирқишини камайтириш, поршеньларни рационал ўлчам нисбатларида тайёрлаш; дезакцияль механизм қўллаш;
Клапан уясига ўтирганида ва керакли иссиқлик тирқишини олганидаги урилишлар	Ҳаракатланувчи деталлар массасини камайтириш, корриген кулачокларни қўллаш, клапан пружиналарининг резонанс берувчи тебранишларини йўқотиш, иссиқлик тирқишининг компенсатори бўлган механизмларни қўллаш;
Ҳаракат пайтида шестерня тишлари алмашган пайтдаги урилиш ва турткилар	Тирқишларни камайтириш ва тайёрлаш аниқлигини ошириш, ишлов тозаллигини яхшилаш, демпфер ва тебранишни сўндиргичлардан фойдаланиш;
Бир жинсли бўлмаган ишқаланиш кучлари	Ишлов тозаллигини яхшилаш, мойлашни яхшилаш.

Қуввати орттирилган двигателли тракторларда, фақат кабинани тебранишдан изоляция қилиш ҳисобига, шовқиннинг рухсат этилган даражасига тушириш мумкин эмас. Куч агрегатларидан берилувчи шовқин даражасининг жуда юқори бўлиши ҳисобига, кабинани абсолют товуш ўтказмайдиган қилинганида ҳам, у хавфсизлик талабларига тўла жавоб бермайди. Тўсиқларнинг товуш ўтказмаслик хоссаларини кучайтириш ҳисобига шовқинни янада камайтиришга

эришилади. Бунда биринчи навбатда кабинанинг, «акустик жиҳатдан энг кўп юкланган» элементларига (олдинги девори ва полига) катта эътибор берилади.

Трактор ва унинг двигателидаги шовқин ва тебранишларни камайтириш муаммосининг ўзига хос яна бир хусусияти мураккаблиги, баҳоси ва бошқа кўрсаткичлари билан фарқ қилувчи турли хил йўллар ҳамда воситалар ёрдамида бир хил натижага эришиш мумкин. Шунинг учун тракторларни техник акустика қилишнинг бош вазифаларидан бири, ҳар бир конкрет модель учун шовқинни камайтирадиган энг қулай йўл ва воситалар бирикмасини топишдан иборатдир. Бунда шовқинни, унинг манбаида камайтириш ва кабинетларнинг акустик характеристикаларини яхшилаш билан боғлиқ бўлган тадбирлар, двигатель ва тракторни лойиҳалаш босқичида амалга оширилмоғи мумкин.

§ III БОБ. ДВИГАТЕЛЬ ИШЧИ ЦИКЛИНИНГ КўРСАТКИЧЛАРИ

16-§. Асосий тушунчалар

Двигатель ишчи циклнинг кўрсаткичларини, цилиндр ичидаги газлардан олинадиган ёки шуларга боғлаб ўрганиладиган индикатор кўрсаткичларга ҳамда двигатель тирсакли валидан олинадиган ёки унга боғлаб ўрганиладиган эффектив кўрсаткичларга бўлиш мумкин.

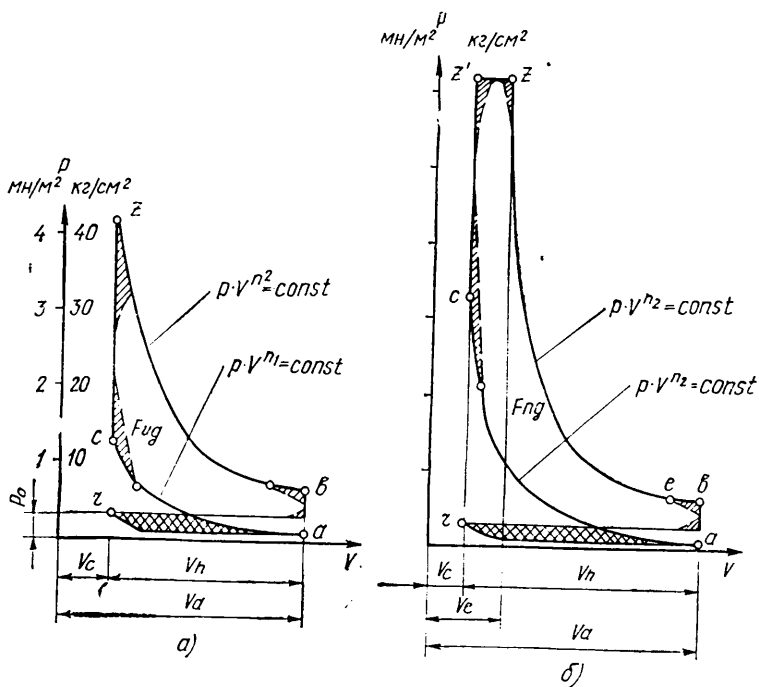
Ишчи циклнинг индикатор ва эффектив кўрсаткичларини алоҳида қараб чиқиш мақсадга мувофиқдир. Кўрсаткичларнинг биринчиси иссиқликдан фойдалагиш бўйича циклнинг такомиллашганлигини ва у билан боғлиқ бўлган жараёнларнинг ташкил этилиш сифатини кўрсатса, иккинчиси двигателининг механик такомиллашганлик даражасини қўшимча баҳолайди.

Ўртача индикатор босим, қувват, термик, шунингдек индикатор ва нисбий ф.и.к. лари ҳамда индикатор солиштира ёқилғи сарфи—двигатель ишчи циклнинг индикатор кўрсаткичларини ташкил этади.

Двигатель ишчи циклнинг эффектив кўрсаткичларига ўртача эффектив босим, босимнинг ишқаланишни енгишга сарфи, эффектив қувват, қувватнинг ишқаланишни енгишга сарфи, эффектив ва механик ф.и.к. ҳамда эффектив солиштира ёқилғи сарфи киради.

Ҳақиқий индикатор диаграмма ҳисоблаб қурилганидан (17-расм) c , z^1 , z ва v нуқталарида «қайрилиш»ларни пайдо бўлиши билан фарқ қилади. Реал двигателда учқунни ёки ёқилғини эрта берилиши натижасида ёнишни поршень Ю.Ч.Н. га келмасдан бошланиши, индикатор диаграмманинг c нуқтасида, ёнишни бир вақтда ўтмасдан чўзилиши z^1 ва z нуқталарида ва чиқариш клапанини П.Ч.Н. га нисбатан эрта очилиши v нуқтасида «қайрилиш» ларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади.

Индикатор диаграмманинг юқорида айtilган нуқталарида «қайрилиш»ларни пайдо бўлиши, ҳисоблаб қурилган назарий индикатор



17-расм. Тўрт тактли карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларнинг индикатор диаграммалари:

——— ҳисоблаб чиқилган назарий диаграмма;
 — ҳақиқий диаграмма;

диаграмманинг фойдали юзасини ва демак, ўртача индикатор босим қийматини камайишига олиб келади. Шунинг учун бу «қайрилиш» ларни ҳақиқий ўртача босимнинг қийматини аниқлашда алоҳида ҳисобга олинади.

17-§. Индикатор кўрсаткичлар

Ўртача индикатор босим. Юқорида келтирилган индикатор диаграммалардан (17-расм) кўриниб турибдики, двигателнинг ишчи цикли давомида цилиндрдаги газларнинг ҳақиқий индикатор босими узлуксиз ўзгариб туради.

Ҳисоблаш ишларини ва турли хил двигателларни бир-бири билан солиштиришни енгиллаштириш мақсадида поршень йўли бўйича ўзгарувчан индикатор босимни ўзгармас индикатор P_1 босим билан алмаштиришга тўғри келади. Ўртача индикатор босим деганда шундай ўзгармас шартли босим тушуниладики, унинг поршенга бир такт давомида таъсир қилиб бажарган иши, ҳақиқий ўзгарувчан индикатор босимнинг бир цикл (тўрт ёки икки такт) давомида бажарган индикатор ишига тенг бўлади.

Ҳисоблаб чизилган назарий индикатор диаграмманинг планиметр ёрдамида аниқланган фойдали $F_{нд}$ юзасини диаграмманинг \bar{V}_h асосига бўлиб ва индикатор диаграмманинг қуриш μ_p масштабига кўпайтириш билан назарий ўртача индикатор P'_i босимни топиш мумкин.

$$P'_i = \frac{F_{нд}}{\bar{V}_h} \cdot \mu_p \quad \text{МПа [кг/см}^2\text{]} \quad (57)$$

Назарий ўртача индикатор босимни аниқлашнинг иккинчи усули аналитик усул бўлиб, бунда P'_i ни топиш учун, газларнинг цикл давомида бажарган индикатор Z'_i ишини цилиндрнинг ишчи V_h ҳажмига бўлинади, яъни:

$$P'_i = \frac{Z'_i}{V_h} \quad (57,а)$$

Ҳисоблаб чизилган индикатор диаграммаларда (17-расмдаги узлуксиз чизиқлар) газларнинг индикатор бажарган ишини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$Z'_i = Z_{z'z} + Z_{zb} - Z_{ac}$$

Изобрик ($p = \text{const}$) кенгайишда бажарилган иш (индикатор диаграммадаги $z'z$ участкаси):

$$Z_{z'z} = P_z \cdot V_z - P_z \cdot V_{z'} = P_z \cdot V_c (P_c - 1) = \lambda \cdot p_c \cdot V_c \cdot (\rho - 1)$$

Политропик кенгайишда бажарилган иш (индикатор диаграммадаги zb участкаси):

$$\begin{aligned} Z_{zb} &= \frac{1}{n_2 - 1} (P_z \cdot V_z - P_b \cdot V_b) = \frac{P_z \cdot V_z}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{P_b}{P_z} \cdot \frac{V_b}{V_z} \right) = \\ &= \frac{\lambda \cdot p_c \cdot \rho \cdot V_c}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2}} \cdot \frac{\rho \cdot V_c \cdot \sigma}{\rho \cdot V_c} \right) = \frac{\lambda \cdot \rho \cdot p_c \cdot V_c}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2 - 1}} \right) \end{aligned}$$

Политропик сиқишда бажарилган иш (индикатор диаграммадаги ac участкаси):

$$\begin{aligned} Z_{ac} &= \frac{1}{n_1 - 1} (P_c \cdot V_c - P_a \cdot V_a) = \frac{P_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{P_a}{P_c} \cdot \frac{V_a}{V_c} \right) = \\ &= \frac{P_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1}} \cdot \varepsilon \right) = \frac{P_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \end{aligned}$$

Айрим жараёнларда бажарилган иш ифодаларини (57,а) формулага қўйиб ҳамда $V_h = (\varepsilon - 1) \cdot V_c$ эканлигини ҳисобга олиб, дизеллар учун P'_i ни ҳисоблашнинг энг сўнгги ифодасини оламиз:

$$\begin{aligned} P'_i = \frac{Z'_i}{V_h} &= \frac{Z_{z'z} + Z_{zb} - Z_{ac}}{V_h} = \frac{1}{(\varepsilon - 1) \cdot V_c} \left[\lambda \cdot p_c \cdot V_c (\rho - 1) + \right. \\ &+ \frac{\lambda \cdot \rho \cdot p_c \cdot V_c}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2 - 1}} \right) - \left. \frac{P_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \frac{P_c}{(\varepsilon - 1)} \left[\lambda (\rho - 1) + \right. \\ &\left. + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \quad (58) \end{aligned}$$

Карбюраторли двигателлар учун $\rho = 1$ ва $\delta = \varepsilon$ эканлигини ҳисобга олиб P'_i ни топамиз:

$$P'_i = \frac{P_c}{(\varepsilon-1)} \left[\frac{\lambda}{n_2-1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1-1} \left(1 - \frac{2}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] \quad (59)$$

Юқорида айтилганидек, реал двигателларнинг ҳақиқий индикатор диаграммаларида «қайрилиш» ларнинг пайдо бўлиши (расмдаги пунктир чизиқлар) диаграмма юзасини ва демак ўртача индикатор босим қийматиғни камайишига сабаб бўлади. Шунингдек, индикатор ишнинг бир қисми киритиш ва чиқариш жараёнларини амалга оширишга яъни, двигателнинг насос йўқотишларини (ΔP_1) қоплашга сарф бўлади. Шунинг учун юқоридаги йўқотишлар (17-расмда штрихланган юзалар) тўрт тактли двигателлар учун ҳақиқий ўртача индикатор P_1 босимчи аниқлашда ҳисобга олинади, яъни

$$P_1 = P'_i \cdot \nu - \Delta P_1 \quad (60)$$

Диаграмманинг тўлиқмаслик коэффиенти деб аталувчи ν коэффицент, ҳақиқий индикатор диаграммадаги «қайрилиш» ларни ҳисобга олади. Бу коэффицентнинг қиймати тўла нагрузкада ишлаётган двигателлар учун 0,92 . . . 0,97 атрофида бўлади. Карбюраторли двигателларда ҳақиқий цикл ҳисобланганидан кам фарқ қилганлиги учун ν қиймати каттароқ, икки камерали дизелларда эса қўшимча гидравлик ва иссиқлик йўқотишларнинг мавжудлиги туфайли кичикроқ бўлади.

Двигателнинг насос йўқотишларини ҳисобга олувчи ΔP_1 кўрсаткични қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\Delta P_1 = P_r - P_a$$

Юқорида P_1 босимни аниқлашда поршень йўлининг фақат фойдали қисми ҳисобга олинди. Икки тактли двигателларда эса поршень йўлининг бир қисми ишчи йўли эмаслиги ва у чиқариш клапанлари ёки ойналарининг очилишига мос тушганлиги учун бу двигателларда P_1 босим поршеннинг тўлиқ йўлига қайтадан ҳисобланиши керак, яъни

$$P_1 = P'_i(1 - h_b)$$

Бу ерда h_b — поршень йўлининг цилиндрни пуфлашга йўқотилган қисми бўлиб, у 0,12 . . . 0,15 га тенг деб қабул қилинади.

Икки тактли двигателларда «қайрилиш» лар учун алоҳида тузатиш киритилмайди, чунки индикатор диаграмманинг чиқариш клапани ёки ойнасининг очилишига мос тушадиган (P'_i ни аниқлашда ҳисобга олинмаган) юзаси диаграмманинг тўлиқмаслигини қоплайди (4-расм, в, г ларда бу юза штрихланган).

Ҳозирги замон автотрактор двигателларининг тўла нагрузкада ишланган пайтдаги ўртача индикатор P_1 босимнинг қийматлари 7-жадвалда келтирилган.

Нагрузканинг озайиши билан P_1 босим ҳам камаяди. Ўртача индикатор босимнинг энг кичик қиймати двигатель нагрузкасиз ишла-

7-жадвал. Ўртача индикатор босимнинг қийматлари

Двигателлар		P_i	
		МПа	кг/см ²
Бензинли		0,8 ... 1,2	8,0 ... 12,0
Газ билан ишлайдиган		0,5 ... 0,7	5,0 ... 7,0
Тўрт тактли дизель	Пуфлашсиз	0,75 ... 1,05	7,5 ... 10,0
	Пуфлашли	2,2 гача	22 гача
Кривошип-камерадан пуфловчи икки тактли карбюраторли		0,25 ... 0,45	2,5 ... 4,5
Икки тактли дизель	Пуфлашсиз	0,35 ... 0,7	3,5 ... 7,5
	Пуфлашли	1,2 гача	12 гача

ганида (салт юришда) ҳосил бўлади. Бу пайтда барча ҳосил бўлган индикатор иш ишқаланишни енгтишга, газ алмашинуви ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўлади ($P_i = P_m$).

Карбюраторли двигателларда сиқиш даражасининг ортиши билан аралашмани ёнишга тайёрланишини яхшиланиб, ёниш тезлашади, натижада ўртача индикатор босим кўтарилади. Дизелларда эса сиқиш даражасининг ортиши, ўртача индикатор босимга амалда таъсир қилмайди, чунки бу двигателларда аслида ϵ анча катта қабул қилинади.

Ёниш камерасини ихчамлаштириш, свечаларни ва клапанларни қулай қилиб жойлаштириш билан карбюраторли двигателларнинг сиқиш даражасини оширишга, бу билан эса ўртача индикатор босимни анча кўпайтиришга эришилади.

Бир камерали дизелларда ёниш камерасининг ихчамлиги туфайли иссиқлик йўқотишларининг камайтирилганлиги бу двигателларда P_i ни бироз катталаштиради. Учқун ёки ёқилғи берилишининг илгарилаш бурчагини энг қулай ҳолатга қўйиш билан аралашмани Ю.Ч.Н. атрофида ёнишига эришилади. Ёнишни бундай қулай шароитда ўтиши P_i қийматини оширади.

Тажриба материаллари шуни кўрсатадики, карбюраторли двигателларда цилиндрга аралашмани бойроқ ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$) қилиб берилиши ёниш тезлигини максимал чегарасигача кўтарилишига ва ёниш вақтини қисқаришига сабаб бўлади. Бу эса ўртача индикатор босимнинг энг катта қийматини ҳосил бўлишини таъминлайди.

Двигатель тирсакли валининг айланишлар частотасини маълум чегарасигача (n_n гача) ортиши цилиндрда уюрма ҳаракатнинг ривожланишига ва бунинг оқибатида аралашманинг сифатини яхшиланишига сабаб бўлади. Аралашма қанчалик бир жинсли бўлса, у шунчалик тез ва тўла ёнади, натижада P_i нинг қиймати юқори бўлади.

Айланишлар частотасининг катта бўлиши цилиндрни янги заряд билан тўлдирилишини камайтиради, ёниш даврини қисқартиради. Шу сабабли ёниш тўлиқ бўлмай, ўртача индикатор босим камая бошлайди.

Индикатор қувват. Двигатель цилиндрида газларнинг кенгайишидан ҳосил бўладиган қувватга *индикатор* N_1 *қувват* дейилади ва у кўпинча индикатор диаграммадан топилади.

Бир иш цикли давомида двигателнинг битта цилиндрида газларнинг кенгайиши натижасида бажарилган иш (57 а) ифодадан фойдаланиб топилади:

$$Z_1 = P_1 \cdot V_h$$

Двигатель цилиндрида бир сек давомида бўладиган ишчи цикллар сони $\frac{2\pi}{\tau}$ га тенг бўлади. Бунда n — тирсакли валнинг бир сек даги айланишлар частотаси, 2π — бир сек да бўладиган поршень йўлларининг сони, τ — тактлик коэффициент (битта ишчи циклда бўладиган поршень йўлларининг сони). Икки тактли двигателлар учун $\tau = 2$ ва тўрт тактли двигателлар учун эса $\tau = 4$ га тенг бўлади.

Энди битта цилиндрда ҳосил бўладиган индикатор қувватни топиш мумкин:

$$N_{1b} = \frac{2 \cdot n}{\tau} P_1 \cdot V_h \quad \text{вт}$$

Цилиндрлари сони i та бўлган двигателнинг индикатор қуввати қуйидагича аниқланади:

$$N_1 = \frac{2}{\tau} \cdot P_1 V_h \cdot n \cdot i \quad \text{вт} \quad (61)$$

Агар ўртача индикатор P_1 босимни МПа билан, цилиндрнинг ишчи V_h ҳажмини л билан, айланишлар n частотасини ай/мин билан ифодаласак, двигателнинг индикатор қувватини кВт ларда олиш мумкин:

$$N_1 = P_1 \cdot V_h \cdot n \cdot i / (30 \tau) \quad \text{кВт} \quad (62)$$

Агар P_1 ни кг/см^2 да, V_h ни л. да ва n ни ай/мин да олсак, у вақтда индикатор қувватни эски (метрик система) бирликда топамиз:

$$N_1 = P_1 \cdot V_h \cdot n \cdot i / (225 \cdot \tau) \quad \text{о.к.} \quad (63)$$

Юқоридаги (62), (63) ифодалардан кўриниб турибдики, двигателнинг индикатор қуввати ўртача индикатор босимга, ишчи ҳажмга, тирсакли валнинг айланишлар частотасига ва цилиндрлар сонига тўғри, двигателнинг тактлилигига эса тескари пропорционал боғланишдадир.

Литрли индикатор қувват деб, двигателнинг 1 л ишчи ҳажмдан олинadиган қувватга айтилади. Двигателнинг литр қуввати қанча катта бўлса, двигатель шунча енгил ва ихчам бўлади.

Спорт автомобилларининг двигателларида литрли индикатор қувват энг катта бўлиб 150 кВт/л [200 о.к./л] га етади. Бу қувват ен-

гил автомобиль двигателларида 50 ... 57 кВт/л [70 ... 80 о.к./л] чамасида бўлади. Юк автомобилларининг двигателлари енгил автомобиль двигателларига қараганда секин юради, уларда сиқиш даражаси ҳам анча кичик. Шунинг учун литрли индикатор қувват бироз кичикроқ, яъни 22 ... 28 кВт/л [30 ... 40 о.к./л] оралиғида бўлади. Трактор дизелларида эса бу қувват анча кичик бўлиб, 11...15 кВт/л [15 ... 20 о.к./л] дан ортмайди.

Циклнинг индикатор тежамкорлик кўрсаткичлари. Эҳтимол тутилган назарий двигателда ёқилғининг берк химиявий энергиясини аёвал иссиқлик, сўнгра механик энергияга айлантирилиши, муқаррар ва бартараф қилиб бўлмайдиган иссиқлик йўқотишларнинг мавжудлиги билан боғлиқдир. Юқорида айтилганидек, назарий двигателда иссиқликдан фойдаланиш даражаси термик ф.и.к. билан баҳоланади:

$$\eta_t = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1$$

Термик ф.и.к. нинг аниқ қиймати (7) ва (9) формулалардан фойдаланиб топилади ва реал шароитни ҳисобга олиш мақсадида 12 ... 14 % га камайтирилади.

Карбюраторли двигателларнинг назарий цикли учун $\eta_t = 0,40 \dots 0,45$, дизеллар учун эса, уларда сиқиш даражаси катта бўлганлигидан, η_t ҳам бироз каттароқ, яъни 0,50 ... 0,60 чегарасида бўлади.

Реал двигатель цилиндрида энергияни бир турдан иккинчисига ўтказилиши қўшимча иссиқлик йўқотишларни келтириб чиқаради. Лекин бу йўқотишлар принципа олганда бўлмаслиги ҳам мумкин. Уларнинг бўлиши двигателнинг тузилиши ва ишлаш шароити билан боғлиқ бўлган ишчи цикли ўтишининг такомиллашганлигига боғлиқдир. Реал двигателларда, ҳаво билан яхши аралашиб улгурмаган ёқилғининг чала ёниши натижасида, цилиндр ва головка деворлари орқали ҳамда газ алмашиниш жараёнлари пайтида иссиқлик йўқолади.

Шундай қилиб, реал двигатель цилиндрларида энергияни бир турдан иккинчи турга ўтишининг такомиллашганлик даражаси индикатор ф.и.к. η_i билан баҳоланиб, у индикатор ишга айланган иссиқликни цилиндрга киритилган ёқилғи тўла ёнганида ажралиб чиқиши мумкин бўлган Q_1 иссиқликка нисбати билан аниқланади:

$$\eta_i = Z_1/Q_1 \quad (64)$$

Z_1 ва Q_1 — кж/кг да ифодаланган.
Эски бирликда

$$\eta_i = AZ_1/Q_1$$

Бунда A_1 — ккал/кг, Z_1 — кгм/кг, Q_1 — ккал/кг да олинган.

Характеристик тенгламадан V_c ўрнига унинг қийматини қўйиб карбюраторли ва дизель двигателлар учун η_i ни аниқлаш формуласини оламиз:

$$\eta_i = \frac{8314 \cdot M_c \cdot T_c}{P_c} \cdot \frac{(\epsilon - 1)}{102 \cdot Q_n} \cdot P_1 = \frac{8,25 \cdot M_c \cdot T_c (\epsilon - 1)}{P_c \cdot Q_n} \cdot P_1 \quad (65)$$

Тўла нагрузкада ишлаётган карбюраторли двигателларда индикаторий ф.и.к. 0,28 ... 0,38, тўрт тактли дизелларда 0,42, ... 0,52, икки тактли дизелларда эса 0,32 ... 0,43 оралиғида бўлади. Дизелларда сиқиш даражасининг юқорилиги цилиндрга киритилган иссиқликнинг кўпроқ қисмини индикатор ишга айланишига ва демак η_i қийматини анча катта бўлишига сабаб бўлади.

Агар реал двигателнинг тузилишини ва ишчи циклининг ўтишини такомиллаштириш билан иссиқликнинг қўшимча йўқотилишини нолгача камайтиришга эришилса, бу пайтда назарий ва реал двигателларда иссиқликдан фойдаланиш бир хил бўлиб қоларди. Ҳозирча, бунинг иложи йўқ. Шунинг учун реал двигатель ишчи циклини назарий двигатель ишчи циклига яқинлашиш даражасини, яъни ҳақиқий циклининг такомиллашганлик даражасини нисбий η_n ф.и.к. билан баҳолаш қабул қилинган. Унинг қиймати индикатор ф.и.к. η_i ни, термик ф.и.к. η_t га нисбати билан аниқланади:

$$\eta_n = \eta_i / \eta_t \quad (66)$$

Двигателни синаш натижасида олинадиган η_i ва ҳисоблаш йўли билан топиладиган η_t коэффициентларни солиштириш шуни кўрсатадики, қулай лойиҳэланган ва яхши тайёрланган двигателларда нисбий ф.и.к. 70 ... 90% га етиб боради, яъни индикатор ф.и.к. термик ф.и.к. дан 10 ... 30% кам бўлади.

Двигатель тежамкорлигини фақат индикатор ф.и.к. билангина эмас, шу билан бирга индикатор солиштирма ёқилғи сарфи g_i билан ҳам баҳолаш мумкин. Унинг қиймати соатли G_c ёқилғи сарфини двигателнинг индикатор N_i қувватига нисбати билан аниқланади:

$$g_i = G_c \cdot 10^3 / N_i \text{ г/(квт.с)} \text{ [г/(и.о.к.с.)]} \quad (67)$$

Индикатор солиштирма ёқилғи сарфи билан индикаторий ф.и.к. орасидаги боғланиш қуйидаги тенглама билан ифода этилади:

$$g_i = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_i) \text{ г/(квт.с)} \text{ ёки } g_i = 632 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_i) \text{ г/(и.о.к.с.)} \quad (68)$$

Тўла нагрузкада ишлаётган карбюраторли двигателларда индикатор солиштирма сарфи 235 ... 300 г/(квт.с) [175 ... 225 г/(и.о.к.с.)], дизелларда эса 175 ... 220 г/(квт.с) [130 ... 165 г/(и.о.к.с.)] чамасида бўлади.

Циклининг индикатор тежамкорлик кўрсаткичларига турли омилларнинг таъсири. Двигатель ишчи циклининг индикатор тежамкорлик кўрсаткичлари ўзгармас бўлмасдан, балки нагрузкага, тирсакли валнинг айланишлар частотасига, ёқилғи аппаратурасининг созланишига ва двигателни ишлатиш шароитига қараб ўзгаради.

Двигатель тўла нагрузкада ва турли айланишлар частотасида ишланганда ишчи цикларнинг ўтиши бир хил бўлмайди. Агар бу пайтда ёнувчи аралашманинг таркиби ўзгармас бўлса, термик ф.и.к. η_t ўзгармас қийматга эга бўлади. Лекин турли айланишлар частотасида реал циклининг нисбий қўшимча иссиқлик йўқотиши ва нисбий ф.и.к. η_n ўзгаради, натижада индикатор ф.и.к. ҳам ўзгаради.

Аралашма кичик айланишларда цилиндрларга жуда секин киради, бундай шароитда цилиндрда уюрма ҳаракат камлиги туфайли,

аралашма сифатли ҳосил бўлмайди ва шунинг учун секин ёнади. Бундан ташқари, кичик айланишларда цилиндр ва головка деворлари орқали иссиқликнинг йўқотилиши кўпаяди, газ алмашилиш жараёнларида эса аксинча камаяди.

Шундай қилиб, ҳамма турдаги двигателларда кичик айланишда ишчи цикл ноқулай ўтади ва индикатор ф.и.к. ўзининг катта қийматига эриша олмайди.

Ўртача айланишлар частотасида деворлар орқали иссиқликнинг йўқотилиши камаяди, лекин чиқарилувчи газлар таркибида сарф бўлиши ортади. Ўртача айланишлар частотасида иссиқликдан фойдаланиш, карбюраторли двигателларда ва дизелларда ўзининг максимал қийматига эришади.

Катта айланишларда ҳам шу ҳолатни кузатиш мумкин. Бу даврда насос йўқотишлар ҳам кўпаяди, чунки газ алмашилишга сарф катта бўлиб, натижада индикатор ф. и. к. камаяди. Бу катта айланишларда кўпроқ ишловчи карбюраторли двигателларда анча сезиларлидир. Сиқиш даражасини орттириш билан ҳам индикатор ф. и. к. қийматини катталаштириш мумкин.

Карбюраторли двигателнинг нагрузкаси камайганда, газ алмашилиш жараёнлари энергия сарфи ортади (дроссель заслонкасини ёпила бошланганлиги сабабли) ва деворлар орқали нисбий иссиқлик чиқарилиши кўпаяди. Шунинг учун бундай пайтда индикатор ф. и. к. бироз камаяди.

Дизелларда нагрузка камайганда ёқилғи берилиши озайтирилади ва шунинг учун ишчи цикли бироз камбағалроқ аралашмада ўтади. Цилиндрда камбағал аралашма ёнганида, иссиқликдан фойдаланиш ошганлиги сабабли, дизелларда нагрузка камайганда индикатор ф. и. к. ортади.

Тўла нагрузка ва турли айланишлар частотасида ишлаётган двигателда индикатор солиштирма ёқилғи сарф ўзгарувчан бўлади. Кичик айланишлар частотасида цилиндр ва головка деворлари орқали иссиқликнинг йўқотилиши кўпайганлиги, катта айланишларда двигателнинг насос йўқотишлари ортанлиги учун индикатор солиштирма ёқилғи сарфи ортади. Ўрта айланишлар частотасида эса g_1 ўзининг энг минимал қийматига эга бўлади.

18- §. Эффектив кўрсаткичлар

Двигателнинг механик йўқотишлари. Автотрактор двигатели ишлаган пайтда ҳосил қиладиган индикатор қувватнинг бир қисми ишқаланишни енгишга ва двигателнинг қўшимча механизмларини ҳаракатга келтиришга сарф бўлади. Қувватнинг бу сарф бўлган қисмининг *механик йўқотишлар қуввати* деб атаймиз. Двигателнинг механик йўқотишларини икки гурпуага бўлиш мумкин: биринчи гурпуага ишқаланиш, иккинчисига қўшимча механизмларни ҳаракатга келтириш билан боғлиқ бўлган йўқотишлар киради.

Двигателда ҳамма механик йўқотишларнинг тахминан 60% ини поршень ҳалқаларидаги, шатун ҳамда негиз подшипникларидаги иш-

қаланиш ҳисобига бўладиган йўқотишлар банд этади. Дизелларда ишқаланиш юзаларининг катталиги, поршень ҳалқалари сонининг нисбатан кўплиги ва ишқаланувчи юзаларга таъсир қилувчи босимнинг катталиги ҳисобига деталларга тушувчи нагруканинг ортиқлиги, бу двигателларда биринчи гурппа механик йўқотишларни карбюраторли двигателлардагига нисбатан анча (тахминан 50%) катта бўлишига сабаб бўлади.

Иккинчи гурппа йўқотишларига газ тақсимлаш механизми, сув, мой ва ёқилғи насоси, вентилятор, генератор ва тақсимлагич каби двигателнинг қўшимча механизмларини ҳаракатга келтириш билан боғлиқ бўлган йўқотишлар киреди. Бу йўқотишлар ҳам дизелларда бироз каттароқ бўлади, чунки бу двигателларда юқори босим ёқилғи насосини ва мой насосини ҳаракатга келтириш учун анча кўп энергия сарф бўлади.

Двигателнинг механик йўқотишларга сарфланувчи қувватнинг миқдори тажриба йўли билан аниқланади, чунки ҳозиргача маълум бўлган ҳисоблаш усуллари етарлича аниқликка эга эмас.

Механик йўқотишлар қуввати қуйидаги уч асосий экспериментал усул билан топилади.

Биринчи усул. Механик йўқотишлар қуввати диаграммадан фойдаланиб топилган индикатор қувватдан тормоз стендида ўлчанган қувватнинг айирмаси сифатида топилади:

$$N_m = N_1 - N_e \text{ кВт} \quad [\text{о.к.}] \quad (69)$$

Индикатор ва эффе́ктив қувватлар маълум бўлганда, уларнинг ифодаларидан фойдаланиб ўргача индикатор P_1 ва эффе́ктив P_e босимларининг қийматларини топиш мумкин. Шунинг учун, ишқаланишни енгишга ва двигатель қўшимча механизмларини ҳаракатга келтиришга сарф бўладиган P_m босим қийматини уларнинг айирмаси сифатида аниқлаш мумкин:

$$P_m = P_1 - P_e \text{ МПа} \quad [\text{кг/см}^2] \quad (70)$$

Механик йўқотишларни ҳисоблашнинг бу усули ҳозирча энг тўғри усул саналади.

Иккинчи усул. Ҳар бир цилиндрни навбатма-навбат «узиш» билан механик йўқотишлар қувватини аниқлаш мумкин. Нагрукка остида ва n , айл/мин да ишлаётган i цилиндрли двигателнинг эффе́ктив қуввати тормоз қурилмаси ёрдамида қуйидагича топилади:

$$N_e = 0,00074 \cdot P_n \text{ кВт ёки } N_e = 0,001 \cdot P \cdot n \quad \text{о.к.}$$

Двигателнинг битта цилиндрини узиб, тирсақли валнинг ҳамма цилиндрлари ишлаган пайтидаги айланишлар частотаси тикланса, у вақтда эффе́ктив қувват тенг бўлади:

$$N_{e(i-1)} = 0,00074 \cdot P' \cdot n \text{ кВт ёки } N_{e(i-1)} = 0,001 \cdot P' \cdot n \quad \text{о.к.}$$

Бу ерда, P ва P' — мос равишда ҳамма цилиндрлар ва битта цилиндр узиб ишлатилганда тормоз қурилмаси тарозисининг кўрсатиши, кг.

Механик йўқотишлар қуввати ўзгармас деб ҳисобланса, узилган цилиндрнинг индикатор қуввати қуйидагича топилади:

$$N_m = N_e - N'_{e(i-1)} \text{ кВт} \quad [\text{о.к.}]$$

Шу тарзда цилиндрларни навбатма-навбат узиб, ҳар бир цилиндрнинг қуввати аниқлангандан сўнг двигателнинг индикатор қуввати топилади:

$$N_i = \sum_{n=1}^{n=i} N_{in} \text{ кВт} \quad [\text{о.к.}]$$

Энди механик йўқотишлар қувватини топиш мумкин:

$$N_m = N_i - N_e \text{ кВт} \quad [\text{о.к.}]$$

Босим таъсир қилиб турган ва таъсир қилмаган пайтда поршендаги ишқаланишнинг бир хил бўлмаслиги ёки турли цилиндрларда индикатор қувватининг ҳамда механик йўқотишлар қувватининг амалда ҳар хил бўлиши, N_m қийматини топишга маълум даражада ноаниқлик киритади. Бу эса қараб чиқилган усулнинг асосий камчилигидир.

Учинчи усул. Двигатель тирсакли вагини электродвигатель ёрдамида айлантириб механик йўқотишлар қувватини аниқлаш мумкин. Бунинг учун двигателда учқун ёки ёқилғи берилиши қисқа муддатга тўхтатилади ва электротормоз, электродвигатель режимига ўтказилади. Бу пайтда тирсакли вал айланишлар частотаси, номинал айланишлар частотасига тенг бўлса, тормоз торозиси механик йўқотишлар қувватига мос келадиган P_1 кучини кўрсатади:

$$N_m = 0,00074 \cdot P_1 \cdot n \text{ кВт ёки } N_m = 0,001 \cdot P_1 \cdot n \quad [\text{о.к.}]$$

Бу усулнинг асосий камчилиги N_m ни аниқлаш пайтида деталларга тушадиган нагрузка характерини, сирпанувчи жуфтлар иссиқлик режимини ва уларнинг ишлаш шароитини, двигателни юк остида ишлатилганига қараганда ўзгариб кетишидир.

Ҳозирча механик йўқотишлар қуввати аниқ топилганича йўқ, чунки юқорида қараб чиқилган ҳар бир усулнинг ўзига хос камчиликлари бор.

Ишқаланишни енгишга ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўладиган P_m босимни тахминий аниқлаш учун қуйидаги эмпирик боғланишлардан фойдаланиш мумкин:

Қарбюраторли двигателларда:

$$P_m = 0,045 + 0,0145 \cdot C_n \quad \text{мн/м}^2 \quad (71)$$

ёки

$$P_m = 0,45 + 0,145 \cdot C_n \quad \text{кг/см}^2$$

Дизелларда

$$P_m = 0,105 + 0,013 \cdot C_n \quad \text{мн/м}^2 \quad (72)$$

ёки

$$P_m = 1,05 + 0,13 \cdot C_n \quad \text{кг/см}^2$$

Бунда, C_p — поршеннинг берилган айланишлар частотасидаги ўртача тезлиги бўлиб, у қуйидагича топилади:

$$C_p = S \cdot n_n / (3 \cdot 10^4) \quad \text{м/с}$$

Механик ф.и.к. Двигатель эффектив қувватининг индикатор қувватига нисбати билан аниқланувчи механик ф.и.к. η_m двигателнинг фақат механик йўқотишларинигина ҳисобга олади ва унинг қиймати қуйидаги формулалар билан ҳисобланади:

$$\eta_m = N_e / N_1 = 1 - N_m / N_1 \quad (73)$$

ёки

$$\eta_m = P_e / P_1 = 1 - P_m / P_1 \quad (74)$$

Двигателнинг механик ф.и.к. тирсакли вал айланишининг бурчак тезлигига, совутувчи суюқликнинг ҳароратига, мойнинг қовушоқлигига, поршень материалига ва двигателнинг нагрузкасига боғлиқ.

Кичик айланишлар частотасида механик ф.и.к. ўзининг энг катта қийматига эга бўлади. Айланишлар частотаси ортиши билан эса аста-секин камаяди.

Карбюраторли двигателларнинг кичик айланишларида бу коэффициентнинг қиймати 0,9 га яқинлашиб келади. Максимал қувватга тўғри келадиган айланишлар частотасида эса η_m тахминан 0,75...0,80 гача камаяди. Катта механик йўқотишларга эга бўлган дизелларда механик ф.и.к. кичик бўлиб, кичик айланишлар частотасида (поршень тезлиги C_p нинг кичик қийматларида) 0,8 дан, катта айланишлар частотасида эса 0,7 дан ортмайди.

Алюминий поршенлар чўян поршенларга нисбатан тахминан 30% энгил бўлади, натижада алюминий поршенлар ишлатилганда кичикроқ инерция кучлари ҳосил бўлади. Шунинг учун бундай поршень ишлатилган двигателларда, механик ф.и.к. анча катта бўлади. Поршень материалнинг механик йўқотишлар коэффициентига бунчалик катта таъсир қилишига асосий сабаб, механик йўқотишларнинг тахминан 60% га яқини поршень улушига тўғри келишидир.

Совутувчи суюқликнинг ҳарорати цилиндр деворларидаги мойнинг ҳароратига таъсир қилади. Мой ҳароратининг кўтарилиши билан унинг қовушоқлиги камайганлиги туфайли механик йўқотишларга ҳам озроқ қувват сарф бўлади.

Сиқиш даражаси двигателнинг механик йўқотишлар қувватига таъсир қилади: сиқиш даражасини ортиши билан механик йўқотишлар сарфи кўпаяди. Лекин ϵ ортиши билан двигателнинг индикатор қуввати кўпайганлиги учун, η_m кам ўзгаради.

Хулоса қилиб айтганда, механик йўқотишларни ортиши билан двигателнинг тежамкорлиги ёмонлашади. Бу айниқса, кичик нагрузкалар режимида сезиларлидир.

Ўртача эффектив босим. Ўртача эффектив босим шундай шартли ўзгармас босимки, унинг поршень бир йўлида бажарган фойдали иши ҳақиқий ўзгарувчан босимнинг бир цикл давомида бажарган фойдали ишига тенг бўлади.

Диаграммадан фойдаланиб топилган ўртача индикатор P_1 босим ва ишқаланишни енгишга ҳамда қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўладиган P_m босим маълум бўлса, у вақтда ўртача эффектив P_e босим қуйидагича топилади:

$$P_e = P_1 - P_m \text{ МПа} \quad [\text{кг/см}^2] \quad (75)$$

Двигателни тормоз қурилмаси ёрдамида аниқланган эффектив N_e қуввати маълум бўлган тақдирда P_e ни топиш учун эффектив қувватни топиш формуласидан фойдаланиш мумкин:

$$P_e = N_e \cdot 30 \cdot \tau / (V_h \cdot n \cdot i) \text{ МПа ёки } P_e = N_e \cdot 225 \cdot \tau / (V_h \cdot n \cdot i) \text{ кг/см}^2 \quad (76)$$

Бу ерда N_e — кВт (о.к.) да, V_h — л да n — $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ да ифодаланган.

Двигатель номинал режимда ишлаганида ўртача эффектив босимнинг қиймати карбюраторли двигателларда 0,6 . . . 0,95 МПа [6,0 . . . 9,5 кг/см²], дизелларда 0,55 . . . 0,85 МПа [5,5 . . . 8,5 кг/см²], икки тактли двигателларда эса 0,4 . . . 0,75 МПа [4 . . . 7,5 кг/см²] чамасида бўлади.

Эффектив қувват. Трактор ва автомобилларнинг ишлаши учун двигатель эффектив қувватининг аҳамияти катта. Унинг қиймати индикатор N_1 қувватдан механик йўқотишлар N_m қуввати ҳисобига камдир, яъни

$$N_e = N_1 - N_m \text{ кВт} \quad [\text{о. к.}] \quad (77)$$

Автотрактор двигателларининг эффектив қуввати кўпинча лаборатория шароитида тажриба йўли билан топилади. Агар тормоз стенди тарозисининг кўрсатиши P (кг) ва тирсақли валнинг айланишлар частотаси n (айл/мин) маълум бўлса, у вақтда N_e эффектив қувват қуйидагича топилади:

$$N_e = 0,00074 \cdot P \cdot n \text{ кВт ёки } N_e = 0,001 \cdot P \cdot n \text{ о. к.} \quad (78)$$

Ўртача эффектив босим P_e (МПа), цилиндрнинг ишчи ҳажми V_h (л), айланишлар частотаси n (айл/мин), цилиндрлар сони i ва тактлилик коэффициенти τ маълум бўлса, двигательнинг эффектив қувватини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$N_e = P_e \cdot V_h \cdot n \cdot i / (30 \cdot \tau) \quad \text{кВт} \quad (79)$$

Агар P_e — ни кг/см² да, V_h — л да n ни айл/мин да қабул қилсак, эффектив қувватини эски бирликда оламиз:

$$N_e = P_e \cdot V_h \cdot n \cdot i / (225 \cdot \tau) \quad \text{о.к.} \quad (79 \text{ а})$$

Циклнинг эффектив тежамкорлик кўрсаткичлари. Реал двигательда умумий иссиқликдан, барча иссиқлик ва механик йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда тўлиқ фойдаланиш даражаси эффектив ф. и. к. η_e ва эффектив солиштирма ёқилғи сарфи g_e билан баҳоланади.

Эффектив ф. и. к. η_e , двигатель тирсақли валида фойдали ишга айланган Q_e [AL_e] иссиқликни, цилиндрда ёқилғи тўла ёнганида

ажралиб чиқиши мумкин бўлган Q_1 иссиқликка нисбати билан аниқланади:

$$\eta_e = Q_e/Q_1$$

Бу ерда, Q_e — кж/кг да ва Q_1 — кж/кг да олинган.

Эски бирликда

$$\eta_e = AL_e/Q_1$$

Бу ерда, A — кгм/кг, L_e — ккал/кгм ва Q_1 — ккал/кг да олинган.

Эффектив ф. и. к. цилиндрдаги иссиқлик йўқотишларни ҳамда энергияни тирсакли валга берилишига механик йўқотишларни ҳамда энергияни тирсакли валга берилишидаги механик йўқотишларни бир йўла ҳисобга олганлиги учун уни индикатор ва механик ф. и. к. ларнинг кўпайтмаси шаклида ҳам ёзиш мумкин:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m \quad (81)$$

Тўла нагрузкада ишлаётган карбюраторли двигателларда η_e ф. и. к. 0,23 ... 0,33, дизелларда эса 0,35 ... 0,40 оралигида бўлади.

Эффектив солиштириш ёқилғи сарфини эффектив ф. и. к. орқали қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$g_e = 1/(\eta_e \cdot Q_1) \text{ кг/кж ёки } g_e = 632 \cdot 10^3 / (\eta_e \cdot Q_1) \text{ г/(э.о.к.с)} \quad (82)$$

Юқоридаги (82) формулада Q_1 мос равишда кж/кг ва ккал/кг ларда қабул қилинган.

Агар двигателни синаш пайтида унинг эффектив қуввати N_e ва вақт бирлигида сарф қилган ёқилғиси G_e аниқланган бўлса, у вақтда эффектив солиштирма ёқилғи сарфини қуйидаги ифода билан ҳам топиш мумкин:

$$g_e = G_e \cdot 10^3 / N_e \text{ г/(кВт.с)} \text{ [г/(э. о. к. с.)]} \quad (83)$$

Двигатель тўла нагрузкада ишлаганда, эффектив солиштирма ёқилғи сарфи карбюраторли двигателларда 300 ... 365 г/(кВт.с) [220 ... 270 г/(э. о. к.с)], дизелларда эса 225 ... 270 г/(кВт.с) [165 ... 200 г/(э. о. к.с.)] чамасида бўлади. Дизелларда тежамкорликнинг юқори бўлишига двигателларда сиқиб даражасини катта қабул қилиш сабабдир.

Двигателнинг эффектив кўрсаткичларига турли омилларнинг таъсири. Двигатель ишчи циклининг энг асосий кўрсаткичларидан бири ўртача эффектив босим бўлиб, у тирсакли валдан истеъмолчиларга (куч узатмаси ва филдиракларга) берилувчи эффектив қувват қийматига кўп таъсир қилувчи омиллардан ҳисобланади.

Ўртача эффектив босим қийматига эса ўртача индикатор босим қийматига таъсир қилувчи барча омиллар таъсир қилади. Бунда айланишлар частотасининг таъсирини алоҳида қараб чиқишга тўғри келади.

Айланишлар частотасининг ортиши натижасида (18-расм) механик йўқотишлар (P_m ва N_m) катталашиб, салт юришнинг максимал

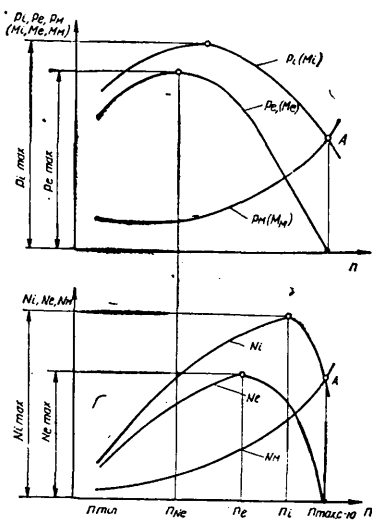
айланишларида ($n_{\max c-10}$) ишқаланишни енгигша ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўлади ($P_i = P_m$, $P_e = 0$, $N_i = N_m$, $N_e = 0$). Бундан ташқари $n_{\max c-10}$ айланишларида, кривошип-шатун механизмини қўшимча юкловчи иғерция кучлари жуда ортиб кетишини ҳисобга олганда, двигателни узоқ вақт бу айланишларда ишлашига йўл қўймаслик керак.

Ҳар қандай тезлик режимида $P_e = P_i - P_m$ ва $N_e = N_i - N_m$ чизиқларининг ординатлари трактор ва автомобиль трансмиссиясига берилиши мумкин бўлган ўртача эффектив босим ва қувватни характерлайди.

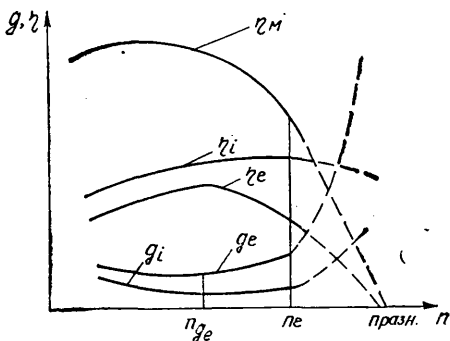
Эффектив қувват чизигининг (18-расм) максимумини белгилайдиган n_e айланишлар частотаси индикатор қувват чизигининг максимумига тўғри келадиган n_i дан кичикроқ бўлган айланишлар частотасига тўғри келади.

Двигатель тўла нагрукда ишлаганида айланишлар частотасининг ортиши билан совитиш системасига берилувчи нисбий иссиқлик аста-секин камаяди, чиқарилувчи газлар билан йўқотилувчи иссиқлик эса озроқ ортади. Подшипниклардаги ишқаланишга, насос йўқотишларига ва қўшимча механизмларнинг ҳаракатига сарф бўладиган иссиқлик эса кўпаяди. Натижада эффектив ф. и. к. ўзгаради: кичик ва катта айланишларда минимал, ўрта айланишларда эса максимал қийматга эга бўлади (19-расм).

Ўзгармас айланишлар частотасида ишлаётган двигателда нагрук камайиши билан совитиш системасига бериладиган нисбий иссиқлик, механик йўқотишларнинг ортишига ўхшаб ортади, чиқарилувчи газлар билан иссиқликни йўқотилиши эса озроқ камаяди. Натижада нагрук камайиши билан η_e ҳам озайиб, двигателнинг салт юришида нолга тенг бўлиб қолади.



18-расм. Двигатель кўрсаткичлари билан айланишлар частотаси ўрта-сидаги боғланиш.



19-расм. Солиштирма ёқилги сарфи ва двигатель ф. и. к. ларини айланишлар частотасига нисбатан ўзгариши.

Энг кичик эффектив солиштирма ёқилғи сарфи, энг катта эффектив қувватга мос тушувчи нормал айланишлар частотаси (n_c) нинг тахминан 50% ига тўғри келадиган айланишлар частотасида ҳосил бўлади. Айланишлар частотасининг ортиши, механик йўқогишларнинг кўпайиши натижасида солиштирма ёқилғи сарфи ошади. Шунинг учун эффектив солиштирма ёқилғи сарфи, индикатор сарфга нисбатан катта айланишлар частотасида анча тезроқ ортади.

19-§. Двигателнинг қувватини ошириш усуллари

Умумий маълумотлар. Трактор ва автомобилларни эксплуатация қилишда, тирсақли валдан куч узатмаси ва ғилдиракларга берилувчи эффектив қувватининг аҳамияти каттадир.

Кейинги йилларда пахтачиликда, қатор оралари кенглигининг ва агротехника талабларига жавоб берадиган чегарада қишлоқ хўжалик агрегати ишчи тезлигининг ортиб бораётганлиги, кўп (4, 6, 8) қаторли ва бирданига икки-учта операцияни (масалан, экиш билан бир йўла ўғит солиш, культивация қилиш билан ўғит солиш ва ҳоказо) бажара оладиган машиналарни кенг қўлланила бошлаганлиги, тракторларнинг двигатели қувватини янада оширишни талаб қилади.

Автомобиль двигателининг габарит ўлчамларини ва массасини унчалик ўзгартирмаган ҳолда эффектив қувватини кўпайтириш натижасида, автомобилнинг ҳаракат тезлигини ҳамда юк кўтариш қобилиятини янада кўпайтириш имконияти туғилади. Бу меҳнат унумдорлигини кўтаришга ва бажарилган ишининг таннаҳини камайтиришга ёрдам беради.

Бу соҳада турли номинал қувватга ва ҳамма модификацияларида бир хил ўлчамли цилиндрларга ҳамда ўзгармас поршень йўлига эга бўлган двигателлар оиласини яратиш алоҳида аҳамиятга эгадир. Двигателларнинг бундай унификация қилинган қаторларини яратиш уларни ишлаб чиқариш учун ҳам, эксплуатация ва ремонт қилиш учун ҳам қулайликлар туғдиради. Бу масалани ҳал қилиш учун двигателнинг литрли қувватини жиддий оширишга имкон берадиган усулларни топишга тўғри келади.

Эффектив қувватни ошириш усуллари. Двигателнинг эффектив қуввати (79) тенглама ёрдамида аниқланади. Берилган ишчи ҳажмда двигателнинг эффектив қувватини ошириш ҳозирги кунда асосан айланишлар частотасини ва ўртача эффектив босимни кўпайтириш йўли билан амалга оширилади. Двигатель қувватига таъсир қилувчи бошқа кўрсаткичларни ўзгартириш қўшимча қийинчиликлар туғдиради ёки бу кўрсаткичлар, ҳозирги кунга келиб ўзларининг чегара қийматларига яқинлашиб қолган. Масалан, цилиндр диаметрини, поршень йўлини ҳамда цилиндрлар сонини ошириш материаллар сифатини тубдан яхшилаш ҳамда двигателнинг конструкциясини бутунлай ўзгартириш билан боғлиқдир.

Қулай тайёрланган ва тўғри созланган двигателда ҳам тўлдириш коэффициентини катталаштириш, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини камайтириш, индикатор ва механик ф. и. к. ларини оши-

риш билан двигатель қувватини исталганча кўпайтириб бўлмайди, чунки двигательни тайёрлаш ва созлаш пайтида барча кўрсаткичларни ҳар доим мўътадил қийматлари чегарасида олишга ҳаракат қилинади.

Карбюраторли двигательларда сиқиш даражасини ошириш билан, двигатель қувватини бироз кўпайтириш имконияти бор. Бу двигательларда сиқиш даражасини тахминан II бирликкача ошириш мумкин. Лекин е ошганда аралашманинг босим ва ҳарорати кўтарилганлиги учун детонация ҳосил бўлиш имконияти тезлашади. Шунинг учун карбюраторли двигательларда сиқиш даражасини мўътадил ($\epsilon \approx 11$) чегарасигача ошириш, бу двигательларда детонацияга қарши кураш нечоғлик тўғри ҳал қилинганлигига боғлиқ. Дизелларда эса сиқиш даражасини ошириш эффектив қувватга деярли таъсир қилмайди, чунки бу двигательларда амалда е анча қатта қилиб қабул қилинади.

Айланишлар частотаси бўйича автотрактор двигательларининг қувватини оширишда маълум чеклашларнинг мавжудлиги қувват оширишнинг бу усулини кенг миқёсда қўллашга имкон бермайди.

Ҳозирги замон автотрактор двигательларида поршеннинг ўртача тезлиги 12 . . . 18 м/с гача, айланишлар частотаси эса дизелларда 3000 айл/мин гача, бензинли карбюраторли двигательларда 4500 айл/мин гача (баъзиларида 8000 айл/мин гача) етиб боради. Айланишлар частотаси ва поршень тезлигининг (бундан кейинги) ортиши двигательнинг хизмат қилиш даврини қисқартиради, чунки деталлар бу вақтда тезроқ ейилади ва уларнинг динамикавий ҳамда иссиқлик бўйича нагрзукаси жуда ортиб кетади. Шунинг учун қувват оширишнинг бу усули ҳозирги кунда, айланишлар частотаси нисбатан кичикроқ бўлган трактор дизелларда кўпроқ қўлланилмоқда. Бунга Владимир ва Тошкент трактор заводлари ишлаб чиқараётган дизелли тракторларни яққол мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Двигатель эффектив қувватини ошириш учун цилиндрга киритилаётган янги заряднинг зичлигини ошириш керак. Цилиндрга киритиладиган заряд зичлигининг ортиши, қувват формуласига кирувчи кўрсаткичларнинг ошишига сабаб бўлиши аниқланган. Шундай қилиб, двигатель қувватининг кўтарилиши, заряд зичлиги ёки P_k босимнинг ортишига тахминан тўғри пропорционал бўлади, деб ҳисоблаш мумкин.

Цилиндрга киритилаётган ҳаво заряди ва ёқилғи массасини бир йўла кўпайтириш билан двигатель қувватини оширишнинг бу усулини ўртача эффектив босим бўйича двигательнинг қувватини ошириш дейилади.

Цилиндрга киритилувчи янги заряд массасини ошириш ҳайдовчи деб аталувчи пуфлаш (наддув) агрегатида уни олдиндан сиқиш билан амалга оширилади.

Пуфлашда янги заряднинг сиқиш охиридаги босими ва ҳарорати кўтарилади. Бу ҳолат детонацияга сабаб бўлиши мумкинлигидан, карбюраторли двигательларда пуфлашни қўллаш анча чеклангандир.

Қуввати 150 квт (200 о. к.) ва ундан юқори бўлган автотрактор дизелларида пуфлаш кўпроқ қўлланилмоқда. Пуфлаш билан ишлай-

диган двигателларда ҳаво энчилиги оширилганда цилиндрга пуркалувчи ёқилғи массаси ҳам кўпайтирилганлиги учун двигатель деталларининг иссиқлик бўйича ва механик зўриқиб ишлаши ортиб кетади. Натижада пуфлашда босимнинг ошириш даражасини чеклашга тўғри келади.

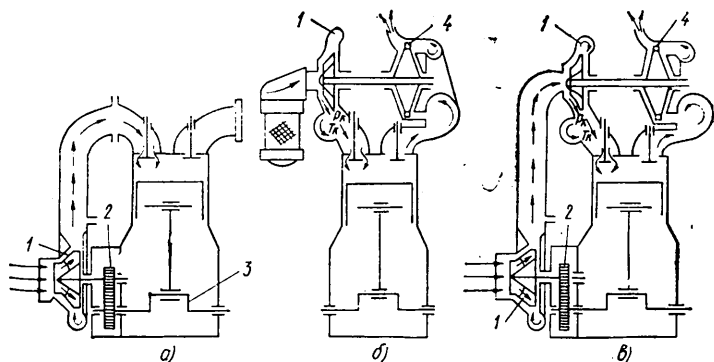
Пуфлаш билан ишлайдиган двигателларнинг ишчи жараёни маҳсус адабиётда муфассал баён қилинган. Қуйидаги автотрактор двигателларида пуфлаш қўллашнинг фақат асоси қараб чиқилади.

Пуфлаш системаси. Амалда механик ҳаракат олиб ишловчи компрессорли, турбокомпрессорли ва комбинациялаштирилган пуфлаш системалари мавжуддир. Механик ҳаракат олиб ишловчи компрессор (20-расм, а) ишлатилганда у оширилувчи узатма орқали двигатель тирсақли вали билан боғланади. Турбокомпрессорни (20-расм, б) ҳаракатга келтириш учун газ турбинасига киритилувчи ишланган газларнинг энергиясидан фойдаланилади. Компрессор газ турбинаси билан битта жойлаштирилади. Комбинациялаштирилган системада (20-расм, в) ҳаракат олувчи компрессор биринчи, турбокомпрессор эса иккинчи поғона вазифасини ўтайди.

Компрессорда сиқилган ҳавонинг ҳарорати кўтарилади. Шунинг учун баъзи бир двигателларда, цилиндрни ҳаво массаси билан кўпроқ тўлдириш мақсадида, киритиш системаси билан компрессор оралиғига совитгич (холодильник) қўйилади.

Пуфлаш учун ҳажм-роторли ва марказдан қочма лапатқали компрессорлар энг кўп қўлланилади.

Ҳозирги кунда $P_{\text{рум}}$ типидagi компрессорлар энг кўп тарқалган. Уларда босимнинг кичик ортиш π_k даражасида адиабатик ф. и. к. $\eta_{\text{ад}}$ нисбатан юқори ($\pi_k = 1,3$ да $\eta_{\text{ад}} = 0,65$) бўлади. Босимнинг ортиш даражасини ўсиши билан адиабатик ф. и. к. тез камаё бошлайди ва $\pi_k = 2$ да $\eta_{\text{ад}} = 0,5$ га тенг бўлиб қолади. Шунинг учун бу компрессорлар босимнинг ортиш даражаси унчалик юқори бўлмайдиган пайтларда ишлатилади.



20-расм. Дигателларда пуфлаш системаси:

а — ҳаракат олиб ишловчи компрессор билан; б — турбокомпрессор билан;

в — комбинацияли.

1 — компрессор; 2 — орттирилувчи узатма; 3 — тирсақли вал; 4 — турбокомпрессор

Тезкор двигателларда юқори айланишли марказдан қочма ёки ўқли компрессорлар ишлатилади. Бу компрессорларда адиабатик ф. и. к. анча катта ($\eta_{ag} = 0,7 \dots 0,8$) қийматга эга бўлади.

Босим ортиш даражасининг қиймати маълум чегарадан ўтгандан кейин қувват ошмайди, чунки бу пайтда двигателнинг механик ф.и.к.— компрессорни ҳаракатга келтириш учун сарф бўлувчи қувватнинг жуда ортиб кетганлиги учун камаяди.

Марказдан қочма компрессорларнинг ф. и. к. анча юқори қийматга эга бўлганлиги учун двигателнинг эффектив қуввати, бу компрессорлар ишлатилганда, анча катта λ_k гача ортиши мумкин.

20-§. Двигателнинг тежамкорлигини ошириш усуллари

Маълумки, нефть маҳсулотларининг атиги 54% га яқин қисмини ташкил қилувчи бензин ва дизель ёқилғисидан асосан автотрактор двигателларида фойдаланилади, қолган қисми эса қўшамча мақсадлар учун сарф бўлади. Лекин суюқ ёқилғидан автотрактор двигателларида, айниқса бензинли двигателларда унумли фойдаланилаётгани йўқ. Маълумки, нефть маҳсулотларидан оқилона ва тежамкорлик билан фойдаланиш халқ хўжалигида муҳим аҳамиятга эга бўлган масаладир.

Суюқ ёқилғини иқтисод қилишнинг қуйидаги йўллари мавжуддир:

двигателларда нефть ёқилғисидан ташқари бошқа турдаги маҳсулотларни ишлатиш (масалан, сувни, сув ҳамда бензин аралашмасини ва ҳоказо) ёки бошқа турдаги энергия манбаидан (масалан, электр манбаидан, маховик двигателли двигателдан ва ҳоказо) фойдаланиш билан;

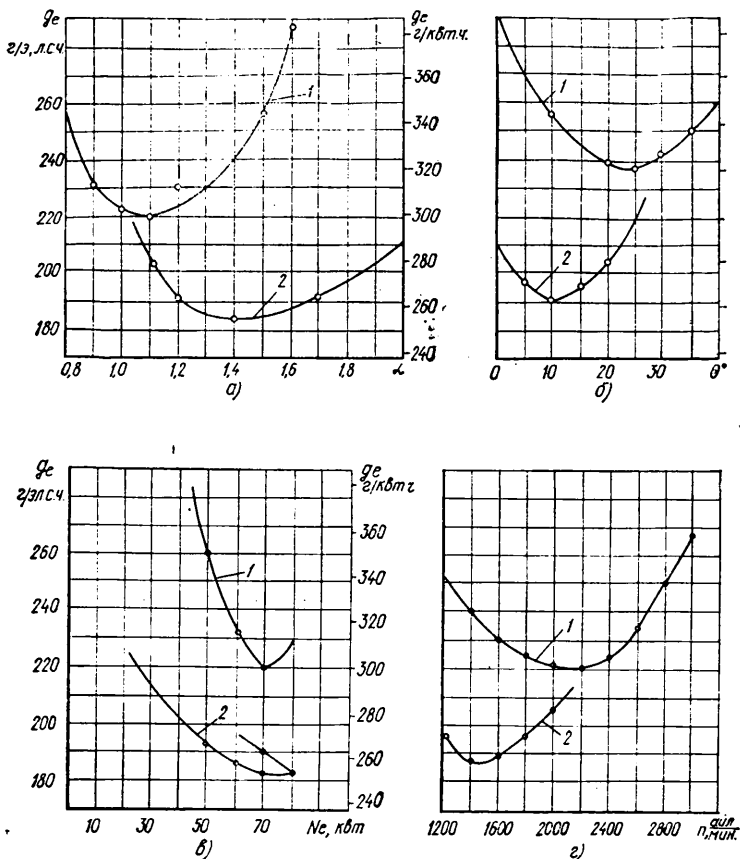
нефтьдан олинадиган ёқилғи фракцияларидан тўлиқроқ фойдаланиш (масалан, кўп ёқилғида ишлайдиган двигателларни кўплаб ишлаб чиқариш) билан;

ҳозирда ишлатилаётган ички ёнув двигателларининг ёқилғи тежамкорлигини янада ошириш билан эришилади.

Суюқ ёқилғини иқтисод қилишнинг юқорида келтирилган дастлабки икки усулига кейинги йилларда алоҳида аҳамият берила бошлади. Бу усуллар, двигатель тузилишини қисман (ёки бутунлай) ўзгартириш билан боғлиқдир. Шу сабабли, уларни кенг жорий қилиниши, жуда кўп миқдорда қимматбаҳо суюқ ёқилғини тежаб қолишга имкон бериш билан бирга ишлаб чиқаришни тубдан ўзгартиришни тақозо этади.

Трактор ва автомобилларда ҳозирги кунда қўлланилаётган ички ёнув двигателларининг ёқилғи тежамкорлигини янада ошириш бир катор эксплуатацион ва конструктив омилларга боғлиқ.

Эксплуатацион омиллар. Ички ёнув двигателининг ёқилғи тежамкорлиги аралашманинг сифатига, ёқилғи ёки уққун берилишининг илгарилаш бурчагига, двигателнинг нагрузкасига, тирсақли валнинг айланишлар частотасига ва бошқаларга боғлиқ.



21-расм. ГАЗ-52 карбюраторли (1) ва СМД-14 дизель (2) двигателларда ёқилги тежамкорлигининг ўзгариши:

а — ёқилги тежамкорлигининг ўзгариши; б — ёқилги пуракшнинг ёки учқун берилишининг илгарилаш бурчагига нисбатан; в — нагрузка ўзгаришига нисбатан; г — айланишлар частотасига нисбатан.

Ҳисоблаш ва тажриба маълумотларидан маълумки, аралашмани бироз камбағаллаштириш ($\alpha > 1$) натижасида уни тўла ёниши учун қулай шароит вужудга келади. Бу эса цилиндрда мумкин бўлган максимал миқдордаги иссиқликни ажралиб чиқишга ва ундан энг кўп фойдаланишга олиб келади (21-расм, а). Шунинг учун карбюраторли двигателларни бироз камбағалроқ аралашмада ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$) ишлатиш натижасида, бу двигателларнинг ёқилги тежамкорлигини анча ошириш мумкин. Бу соҳада яна ҳам камбағалроқ аралашмада ($\alpha = 1,5 \dots 1,6$) ишлаши мумкин бўлган форкамерали аланга билан ёндирилувчи двигателларнинг имкониятлари каттадир. Доимий камбағал аралашмада ишлайдиган дизелларда α ни янада ошириш билан ёқилги тежамкорлигини ортиқча кўтариб бўлмайди.

Двигателда ёқилғи ёки учқун фақат мўътадил бурчак остида берилгандагина цилиндрдаги газларнинг босими ва ҳарорати ўзларининг максимал қийматларигача кўтарилиши мумкин. Натижада двигатель қуввати ва тежамкорлиги энг юқори бўлади (21-расм, б). Шу сабабли эксплуатация шароитида ёқилғи ёки учқун берилишининг илгарилаш бурчагини тўғри ўрнатиш, двигатель тежамкорлигини оширишда катта аҳамиятга эгадир.

Нагрузка ўзгариши билан двигательнинг тежамкорлиги ҳам ўзгариши мумкин.

Карбюраторли двигательларда нагруканинг камайиши, дроссель заслонкасининг ёпилиши ва демак цилиндрга киритилаётган аралашма миқдорининг камайиши билан боғлиқдир. Ҳозирги замон ички ёнуз двигательларида геометрик сиқиш даражасини ўзгармаслиги ҳисобига аралашманинг физикавий сиқилиши, цилиндрдаги аралашма массасининг камайиши билан озаяди. Шу сабабли нагрукка қанча кам бўлса, цилиндрдаги аралашманинг сиқиш охиридаги босими ва ҳарорати шунчалик оз бўлади ва бу аралашма жуда ёмон ёнади. Бундай пайтда ёнишни нормал ҳолатида сақлаб қолиш учун аралашмани бойитишга тўғри келади. Бу эса нагруканинг камайиши билан карбюраторли двигатель тежамкорлигини камайтирувчи асосий омилдир (21-расм, в). Карбюраторли двигательларни иложи борича тўлиқ нагруккада ишлаши билан двигательнинг тежамкорлигини таъминлаш мумкин.

Дизелларда эса цилиндрни янги заряд билан тўлдирилиши ва ёқилғи пуркашнинг бошланиши нагруккага боғлиқ бўлмаганидан, ёниш доимо бир хил шароитда бошлади. Нагрукка камайганда рейка йўлининг қисқартирилиши натижасида пуркаш вақти озайиб ёқилғи пуркашнинг тамомланиши ю. ч. н. га яқинлашади. Бунда ёниш энг қулай шароитда ўтиб, двигателда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланиши мумкин. Лекин циклга берилувчи ёқилғи миқдори камайса, аралашма ўта камбағаллашиб, иссиқлик йўқотиш бироз кўпаяди. Демак, дизелларда нагрукка ўзгариши билан ёқилғи тежамкорлиги деярли жуда кам ўзгаради (21-расм, в).

Двигательларнинг ёқилғи тежамкорлиги айланишлар частотаси туфайли ҳам ўзгаради (21-расм, г). Кичик айланишлар частотасида аралашманинг сифати бироз ёмонлашади. Натижада у тўлиқ ёнмайди, цилиндр ва головка деворларига берилувчи иссиқликнинг миқдори кўпаяди. Бу омилларнинг биргаликдаги таъсири натижасида двигатель тежамкорлиги пасайиб кетади.

Айланишлар частотаси кўпайганда ҳаво зарядининг тезлиги ва уюрма ҳаракати ошади, ёқилғининг парчаланиш сифати яхшиланади, ишчи жисмининг сиқиш охиридаги босим ва ҳарорати кўтарилади. Натижада аралашмани тўлиқ ёниши учун шароит яратилади. Демак, ўрта айланишлар частотасида иссиқликдан фойдаланиш катта бўлганлиги учун двигатель тежамкорлиги яхшиланади. Бу максимал қувватдаги айланишлардан доимо кичик бўлган айланишлар частотасига тўғри келади.

Ёниш даврининг сезиларли даражада қисқаришига, насос ва механик йўқотишларнинг ниҳоятда ортиб кетишига сабаб бўлувчи

юқори айланишлар частотасида двигателнинг ёқилғи тежамкорлиги ёмонлашади. Демак, бундай айланишларда ишлашига йўл қўймаслик учун двигателларга махсус чеклагич регуляторлар ўрнатилади.

Карбюраторли двигателларга нисбатан биров каттароқ сиқиш даражасига ҳамда юқори ф.и.к эга бўлган дизелларда ёқилғи яхши тежаллади. Бу ҳолат барча тезлик режимларида сақланиб қолганлиги учун дизелларнинг солиштирма ёқилғи сарфи чизиги, карбюраторли двигателлардагига нисбатан ҳамма вақт пастга жойлашади.

Конструктив омиллар. Ички ёнув двигателларининг ёқилғи тежамкорлигини оширишда сиқиш даражаси, ёниш камераси шакли ва механик йўқотишлар миқдорининг таъсири катта.

Карбюраторли двигателларнинг кўрсаткичларини ва биринчи навбатда уларнинг ёқилғи тежамкорлигини оширишда сиқиш даражасини катталаштиришнинг имкониятлари кўп. Ҳозирча карбюраторли двигателларда е нисбатан кичиклиги учун ёқилғи тежамкорлиги дизеллардагига қараганда анча кам. Шунинг учун двигатель тузилишини, тайёрлаш технологияси ва йиғишни такомиллаштириш ҳамда энг қулай ёқилғи ҳамда мойлаш материаллари қўллаш билан сиқиш даражасини анча катталаштириш карбюраторли двигателларнинг ёқилғи тежамкорлигини ошириш мумкин.

Дизелларда сиқиш даражаси карбюраторли двигателларга нисбатан катта қабул қилинганлиги учун е ни янада ошириш билан двигатель кўрсаткичларини ва биринчи навбатда унинг тежамкорлигини ўзгартириб бўлмайди.

Ёниш камераси ихчамлаштирилса аралашма тўлиқ ва тез ёниши учун шароит яхшиланади, иссиқликни деворлар орқали йўқотилиши камаяди: двигательда иссиқликдан фойдаланиш ва тежамкорлик ортади. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда карбюраторли двигателларда осма клапанли газ тақсимлаш механизмини, дизелларда эса бир камерали аралашма ҳосил қилиш усулини кенг қўлланила бошланди.

Двигателнинг эффе́ктив солиштирма ёқилғи сарфини катта айланишларда ортиб кетишига, асосан, механик йўқотишларнинг кўпайганлиги сабаб бўлади. Шунинг учун катта айланишлар частотасида эффе́ктив солиштирма сарф индикатор сарфга нисбатан анча камаяди. Демак, ишқаланишни енгишга ва қўшимча механизмлар ҳаракатига кетаётган сарфни камайтирувчи ҳар қандай омил, двигатель тежамкорлигини оширишга ёрдам беради. Бу, механик йўқотишлари юқори бўлган дизеллар учун айниқса аҳамиятлидир.

2:§. Двигателнинг ишига муҳитнинг таъсири

Кейинги йилларда пахтачиликда тежамли, ҳаво билан совитиладиган двигателли трактор қўлланилмоқда. Лекин бу двигателларнинг кўрсаткичлари ва деталларининг иссиқлик ҳолати атроф муҳит шароитига кўп жиҳатдан боғлиқдир.

Ўрта Осие шароитида ёзнинг ўта иссиқлиги, ҳавонинг қуруқлиги ва ундаги чанг миқдорининг кўплиги, атроф муҳит босимининг камлиги, бу двигателларни ўта қизиб ишлашига олиб келади.

Тракторлар турли операцияларни бажараётганида, ҳаводаги чанг миқдори 0,061 дан 1,6 г/м³ гача етади. Бу эса ўз навбатида цилиндр ва головканинг совитиш қобирғалари орқали кўп миқдордаги чангни ҳайдашга, қобирғалар оралиғини ва ҳаво тозалагични чанг, пахта толаси ва қуруқ баргининг майдалангани билан тезда тўлишига, демак двигателнинг иссиқлик ҳолатини ва кўрсаткичларини ёмонлашишига сабаб бўлади.

Асосий қишлоқ хўжалик ишлари бажариладиган даврда ҳавонинг ўта қуруқ бўлиши ҳам двигателнинг исиб кетишини тезлаштириб юборади.

Двигатель иссиқлик режимининг кўтарилиб кетишида ва кўрсаткичларини пасайишида ташқи муҳит босими ва ҳароратининг таъсири каттадир. Ўзбекистоннинг денгиз сатҳига нисбатан анча юқори жойлашганлиги ҳисобига, атроф муҳит босимининг камлиги, ҳаво зарядининг зичлиги камлиги учун (8-жадвал), вентилятор иш унумини ва цилиндрни янги заряд билан тўлдирилишини камайтириб юборади. Тажрибалардан маълумки, ер сатҳининг ҳар 1000 м га кўтарилиши, двигателнинг қувватини ~ 12,5% гача камайтиради.

Машина-трактор агрегатларини асосий эксплуатация қилиш даврида (ёз ва кузда) ташқи муҳит ҳароратининг ва двигатель деталлари иссиқлик ҳолатининг ўта юқори бўлиши оқибатида, сўриш коллекторларидаги ҳавонинг ҳарорати 80С гача, ёқилғи насоси головкасидаги ёқилғининг ҳарорати эса 110 С гача кўтарилади.

Двигателнинг таъминлаш системасидаги ҳаво ва ёқилғи ҳароратларининг бундай ортиқча кўтарилиши натижасида, цилиндрни янги заряд билан тўлдирилиши ҳамда циклга пуркалувчи ёқилғининг миқдори камаяди. Натижада двигателнинг қуввати ва тежамкорлиги сезиларли даражада пасайиб кетади. Демак, атроф муҳит шароити, айниқса, ҳаво билан совитиладиган двигателларнинг иссиқлик ҳолатига ва цикл кўрсаткичларига жиддий таъсир қилади. Шунинг учун ҳар қандай шароитда ҳам двигатель иссиқлик ҳолатининг ва цикл кўрсаткичларининг турғунлигини таъминлаш мақсадида, ҳаво тозалагични иложи борича двигателдан узоқроқ жойлаштириш, цилиндрга ҳавони охириги цилиндр томонидан бериш, сўриш коллекторини ҳамда ёқилғи насоси головкасини иссиқлик оқимидан беркитиш керак. Амалда цилиндрга берилувчи ҳаво ва ёқилғи ҳароратларининг ўзгармаслигини таъминлаш учун, ҳавони цилиндр қобирғалари оралиғидан сўриб олувчи тескари оқимли вентиляторлар қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

8-жадвал. Ташқи муҳит шароитининг ҳаво зичлигига таъсири

Ҳаво босими	Ҳаво ҳарорати, С.					
	0	10	20	30	40	50
МПа						
0,10	1,293	1,249	1,203	1,165	1,129	1,093
0,095	1,228	1,185	1,144	1,107	1,071	1,039
0,090	1,162	1,123	1,084	1,049	1,016	0,985
0,085	1,099	1,060	1,022	0,989	0,957	0,929
0,080	1,033	0,997	0,965	0,934	0,903	0,876
0,075	0,970	0,936	0,903	0,874	0,846	0,819

Ер сатҳининг кўтарилиши билан двигатель кўрсаткичларининг ўзгармаслигини таъминлаш учун пуфлаш усули энг қулай восита ҳисобланади.

Двигатель деталларини ўта қизиб кетмаслигини таъминлаш учун эса қуйидагиларга амал қилиш талаб этилади:

иситишни тезлатиш ва цилиндрлар ейилишини камайтириш учун двигателни юргазиш пайтида совутувчи ҳаво оқими нолга тенг бўлиши керак;

ўртача нагрузка шароитида вентилятор ҳайдаётган ҳавонинг миқдори, вентиляторни ҳаракатга келтириш учун қувват кам сарфланган ҳолда, цилиндр ва головка иссиқлик ҳолатини мўътадил даражада ушлаб турсин;

максимал қувват ишлатилиб, муҳит ҳарорати энг юқори бўлганда, цилиндр ва головка қобирғалари ва мой радиатори орқали энг кўп миқдорда ҳаво ҳайдалиши керак. Бунинг учун эса:

а) вентилятор лопастлари диаметрини катталаштириш;

б) алмаштирилувчи шкивлар ёрдамида вентиляторнинг айланишлар частотасини ошириш;

в) двигателларга техник қаровни ўз вақтида ва тўғри ўтказиш керак.

Юқоридагиларни амалга ошириш натижасида ҳаво билан совитиладиган двигателларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари анча яхшиланади. Бу эса ўз навбатида машина-трактор агрегатларининг иш унумини янада оширишга имкон беради.

22- §. Двигателнинг иссиқлик балоғи

Цилиндрда ёқилғи ёнишдан ҳосил бўладиган иссиқликнинг ҳаммаси фойдали ишга айлантирилиши мумкин эмас, чунки термодинамиканинг иккинчи қонунига асосан, ҳатто назарий иссиқлик машинасида ҳам киритилган иссиқликнинг бир қисми совитгичга берилиши керак.

Назарий иссиқлик машинасига нисбатан реал двигателда табиийки, иссиқлик кўпроқ йўқотилади.

Ёқилғи билан цилиндрга киритилувчи иссиқликнинг тақсимланишини баҳоловчи иссиқлик балансини тажриба йўли билан, яъни двигателни лабораторияда махсус стенда синаш натижасида олинади. Лекин уни назарий ҳисоблаш йўли билан тахминий қилиб аниқлаш ҳам мумкин.

Двигателнинг берилган ишлаш режимида, цилиндрга киритилган 1 кг ёқилғининг ёнишдан ҳосил бўладиган Q_0 иссиқлик қуйидагича тақсимланади:

1. Газларнинг индикатор иш бажаришида фойдаланилган Q_i иссиқлик:

а) фойдали иш бажаришда ишлатилган Q_e иссиқлик;

б) ишқаланишни енгишга ва қўшимча механизмларнинг ҳаракатига сарф бўлган Q_n иссиқлик.

2. Ишланган газлар билан чиқиб кетган Q_r иссиқлик.

3. Ҳаво етишмаган пайтда ($\alpha < 1$ бўлганда) чала ёниш ҳисоби-га йўқотилган ΔQ_r иссиқлик.

4. Совитувчи муҳитга берилган Q_c иссиқлик.

Вақт бирлигида сарф бўлган умумий иссиқликнинг миқдори

$$Q_0 = Q_n \cdot G_c \text{ ж/с га тенг бўлади.} \quad (84)$$

Бу ерда Q_n — ж/с да ва G_c — кг/с да берилган.

Эски бирлик учун ҳам (84) формула қўриниши бир хил бўлиб, Q_n — ккал/кг ва G_c — кг/соат бўлганлиги учун Q_0 — ккал/соат бўлади.

Индикатор η_i ф. и. к. қийматидан фойдаланиб, Q_i иссиқлик миқдорини топиш мумкин:

$$Q_i = Q_0 \cdot \eta_i \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (85)$$

Эффектив (ф. и. к. қийматига асосланиб Q_e иссиқлик миқдори топилади:

$$Q_e = Q_0 \cdot \eta_e \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (86)$$

Ишқаланишни енгишга ва қўшимча механизмларнинг ҳаракатига сарф бўладиган Q_m иссиқлик, айирма сифатида аниқланади:

$$Q_m = Q_i - Q_e \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (87)$$

Ишланган газлар билан цилиндрдан чиқиб кетадиган Q_r иссиқликнинг миқдорини, чиқарилувчи газлар иссиқлигидан ($G_c \cdot M_r \cdot \bar{\mu}_{cp} \cdot T_r$), цилиндрга янги заряд билан киритилган иссиқликнинг ($G_c \cdot M_1 \cdot \bar{\mu}_{cp} \cdot T_0$) айирмаси сифатида тахминий топиш мумкин, яъни

$$Q_r = G_c \cdot M_r \cdot \bar{\mu}_{cp} \cdot T_r = G_c \cdot M_1 \cdot \bar{\mu}_{cp} \cdot T_0 \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}]: \quad (88)$$

Бу ерда G_c — ёқилғи сарфи, кг/с [кг/соат];

M_r ва M_1 — 1 кг ёқилғи ёниш маҳсулотларининг ва янги заряднинг моллар сони, кмоль;

$\bar{\mu}_{cp}$ ва $\bar{\mu}_{cp}$ — ёниш маҳсулотлари ва янги заряднинг ўзгармас босимдаги ўртача иссиқлик сифимлари, ж/(кмоль · к) [ккал/(кмоль · к)];

T_r ва T_0 — ишланган газларнинг чиқариш трубаши бошланишидаги ва янги заряднинг ҳароратлари, К.

Чала ёниш натижасида ($\alpha < 1$ бўлганда) йўқотилиши мумкин бўлган ΔQ_r иссиқлик миқдори қуйидагича топилади:

$$\Delta Q_r = 120 \cdot 10^6 (1 - \alpha) \cdot L_n \cdot G_c \text{ ж/с} \quad (89)$$

Бу ерда L — кмоль ва G_c — кг/с да берилган.

Эски бирликда G_c — кг/соат бўлганлиги учун

$$\Delta Q_r = 28650 (1 - \alpha) L_n \cdot G_c \text{ ккал/соат бўлади.}$$

Юқорида ҳисобга олинмаган барча иссиқлик йўқотишларни ҳам қўшиб ҳисоблаганда совитувчи муҳитга бериладиган Q_c иссиқлик миқдори, айирма сифатида:

$$Q_c = Q_0 - (Q_i + Q_r + \Delta Q_r) \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (90)$$

Албатта ушбу (90) формула билан ҳисобланганда, совитувчи муҳитга узатилувчи иссиқлик миқдори анча катта бўлиб чиқади.

Бу ерда тўғридан тўғри ҳавога ва мойлаш системасига берилувчи, ножипсликлардан қартерга ўтиб кетувчи ёки бошқа шунга ўхшаш иссиқлик йўқотишлар ҳам Q_c га қўшилади, чунки бу йўқотишларни ($q_{қол}$) аналитик усул билан ҳисоблашнинг иложи йўқ. Энди двигателнинг иссиқлик баланси якуний тенгламасини қуйидаги кўринишларда ифодалаш мумкин:

иссиқлик бирликларида

$$Q_0 = Q_e + Q_m + Q_c + Q_r + Q_c \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (91)$$

нисбий бирликларда

$$1 = \frac{Q_e}{Q_0} + \frac{Q_m}{Q_0} + \frac{Q_c}{Q_0} + \frac{Q_r}{Q_0} + \frac{Q_c}{Q_0} \quad (91a)$$

ёки процентларда

$$100\% = q_e + q_m + q_r + \Delta q_c + q_r + q_c$$

Бунда $q_c = q'_c + q_{қол}$ бўлиб, q'_c — совитиш системасига берилган иссиқлик, $q_{қол}$ — аналитик усулда ҳисоблашнинг иложи бўлмаган йўқотишларни ҳисобга олувчи иссиқлик.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, двигателнинг иссиқлик баланси, унинг муҳим иқтисодий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Двигателнинг конструкцияси ва иш жараёнларини такомиллаштириш, сиқиш даражасини ошириш, ҳаво билан совитиладиган двигателларни кўплаб қўллаш, енгил, мустаҳкам ва чидамли материаллар ишлатиш йўли билан иссиқликнинг фойдали ишга айлантириладиган қисми оширилмоқда (9-жадвал).

Двигателнинг иссиқлик баланси кўп жиҳатдан унинг ишлаш режимларига боғлиқдир.

9-жадвал. Иссиқликнинг цилиндрда тақсимланиши

№	Иссиқликнинг тақсимланиши	Иссиқлик миқдори, % ларда	
		карбюраторли двигателлар	дизеллар
1.	Двигатель цилиндрида индикатор ишига айланган Q_i иссиқлик	30 ... 38	42 ... 52
	Шундан: двигателда фойдали ишга айланган Q_e иссиқлик	24 ... 32	35 ... 40
2.	ишқаланишни енгилга ва ёрдамчи механизмларнинг ҳаракатига сарф бўлган Q_m иссиқлик	6 ... 8	8 ... 12
	Совитувчи муҳитга бериладиган Q_c иссиқлик	20 ... 35	18 ... 23
3.	Ишланган газлар билан ташқарига чиқиб кетадиган Q_c иссиқлик	30 ... 40	30 ... 40
4.	Чала ёниш ҳисобига сарф бўладиган ΔQ_c иссиқлик	3 ... 30	2 ... 10

Двигателнинг нагрукаси, айланишлар частотаси, карбюраторни ва учқун берилишининг созланиши ўзгариши билан иссиқликнинг тақсимланиши ҳам ўзгаради. Шунинг учун двигателларни тўлиқ текширишда, уни турли режимларда ишлаган пайтлари учун иссиқлик балансларини топиш керак бўлади.

23- §. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби

Двигателнинг ишчи циклини иссиқлик бўйича ҳисоблаш модернизация қилинаётган ёки янгидан лойиҳаланаётган двигателнинг асосий иш параметрларини аниқлашга, шунингдек яратилаётган двигателнинг индикатор ва фойдали иш кўрсаткичларини баҳолашга имкон беради. Иссиқлик ҳисоби термодинамиканинг тенгламаларига ва амалда ишлаб турган ички ёнув двигателларини синашда олинган сон қийматларга асосланади. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, ҳисоблар пайтида ўзининг бир қатор асосий параметрлари бўйича лойиҳаланаётганига яқин бўлган двигателни синашда олинган маълумотлардан қанчалик кўп фойдаланилса, иссиқлик ҳисобининг натижалари ҳақиқатга шунчалик яқин бўлади.

Пуфлашсиз ва пуфлашли трактор дизели ва автомобиль карбюраторли двигателнинг иссиқлик ҳисобини, шунингдек индикатор диаграммасини қуришни ва ундан фойдаланиб индикатор кўрсаткичларни аниқлашни қараб чиқайлик.

23. 1. Д 240 трактор дизелининг иссиқлик ҳисоби

Двигателнинг иссиқлик ҳисоби учун қуйидагилар дастлабки маълумотлар сифатида асос қилиб олинади.

Двигателнинг тури—тўрт тактли, тўрт цилиндрли, бир қаторли, пуфлашсиз бир камерали дизель. Дизелнинг номинал қуввати $N_{ен} = 58,8 \text{ кВт} = 80 \text{ о. к.}$; номинал айланишлар частотаси $n_n = 2200 \text{ айл/мин.}$; сиқиш даражаси $\epsilon = 16$; тактглик коэффициенти $\tau = 4$; ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти $\alpha = 1,45$. Дизель ёқилғиси «Л» (ГОСТ 305 — 82); ёқилғининг пастки солиштира ёниш иссиқлиги $Q_n = 42500 \text{ кж/кг} = 10000 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$; ёқилғининг ўртача элементар таркиби $C = 0,857$; $H = 0,133$; $O = 0,01$. Двигателга ҳаво $p_0 = 0,1 \text{ МПа} = 1,0 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$ босимда ва $T_0 = 288 \text{ К}$ да киради.

Қатор дизелларни синаш натижаларидан фойдаланиб, қуйидагиларни қабул қилиб оламиз: заряднинг қизиши $\Delta t = 15 \text{ С.}$ чиқариши охиридаги босим $P_r = 0,115 \text{ МПа} = 1,15 \text{ кг/см}^2$; қолдиқ газлар ҳарорати $T_r = 900 \text{ К.}$

Ишчи жисмининг параметлари. 1 кг ёқилғни тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$L'_n = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - 0 \right) = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,857 + 8 \cdot 0,133 - 0,01 \right) = 14,5 \text{ кг}$$

ёки кмолларда

$$L_n = L'_n / \mu_x = 14,5 / 28,96 = 0,5 \text{ кмоль}$$

янги заряднинг, яъни ҳақиқий ҳавонинг миқдори:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n = 1,45 \cdot 0,5 = 0,725 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = \alpha \cdot L_n + \frac{H}{4} + \frac{O}{32} = 0,725 + \frac{0,133}{4} + \frac{0,01}{32} = 0,7503 \text{ кмоль}$$

Ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг химявий коэффиценти:

$$\rho_0 = M_2 / M_1 = 0,7503 / 0,725 = 1,032$$

Кириши жарёни. Киришида заряднинг эчилиги:

$$\rho_k = P_0 \cdot 10^6 / (R_x \cdot T_0) = 0,1 \cdot 10^6 / (287 \cdot 283) = 1,21 \text{ кг/м}^3$$

Бу ерда $R_x = 287 / (\text{кг} \cdot \text{град})$ — ҳаво учун солиштирма газ доимий лиги.

Қуйидагиларни қабул қиламиз:

$$(C^2 + \xi) = 3,25 \text{ ва } C_{\text{кир}} = 75 \text{ м/с}$$

Бу ерда c ва $\xi_{\text{кир}}$ — мос равишда заряд ҳаракат тезлигининг сўниш ва кириши системасининг қаршилиқ коэффицентлари бўлиб, уларнинг йиғиндиси тажриба маълумотлари [15] бўйича 2,5... 4,0 га тенгдир.

$C_{\text{кир}}$ — зарядни, кириши системасининг энг кичик қисмидаги ўртача тезлиги бўлиб, унинг қиймати

$$C_{\text{кир}} = 50 \dots 130 \text{ м/с.}$$

У ҳолда двигателга киришда босим йўқотилиши:

$$\Delta P_a = (c^2 + \xi_{\text{кир}}) (c^2_{\text{кир}} \cdot \rho_k \cdot 10^{-6}) / 2 = 3,25 \cdot 75^{-2} \cdot 14 \cdot 10^{-6} / 2 = 0,011 \text{ МПа.}$$

Кириши жарёнининг охиридаги босим:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a = 0,1 - 0,011 = 0,089 \text{ МПа}$$

Тўлдириш коэффиценти:

$$\eta_v = T_0 (\epsilon \cdot P_a - P_r) / [(T_0 + \Delta T) (\epsilon - 1) \cdot P_0] = 288 (16 \cdot 0,089 - 0,115) / [(288 + 15)(16 - 1) \cdot 0,1] = 0,83$$

Қолдиқ газлар [коэффиценти:

$$\gamma = P_r \cdot T_0 / [P_0 \cdot T_r \cdot \eta_v \cdot (\epsilon - 1)] = [0,115 \cdot 288 / (0,1 \cdot 900 \cdot 0,83 (16 - 1))] = 0,03$$

Киригиш жараёнининг охиридаги ҳарорат:

$$T_a = \frac{\Delta T_o + \Delta T}{1 - \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a} \left(1 - \frac{T_o + \Delta T}{T_r}\right)} = \frac{288 + 15}{1 - \frac{0,115}{0,089 \cdot 16} \left(1 - \frac{288 + 15}{900}\right)} = 320 \text{ K}$$

Сиқиш жараёни. Политропик сиқишнинг ўртача кўрсаткичини эмпирик формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$n_1 = 1,41 - \frac{100}{n} - 0,01 = 1,41 - \frac{100}{2200} - 0,01 = 1,36$$

Сиқиш охиридаги босим:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^n = 0,089 \cdot 16^{1,36} = 3,88 \text{ K}$$

Сиқиш охиридаги ҳарорат:

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1-1} = 320 \cdot 16^{1,36-1} = 884 \text{ K}$$

Ёниш жараёни. Ёниш охиридаги ҳароратни ёниш жараёнининг дизель учун иссиқлик баланси тенгласидан фойдаланиб топиш мумкин:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{c p_z} \cdot T_z = (\bar{\mu}_{c v_c} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + 8)]$$

Дизелларда суяқ ёқилғининг ёниш маҳсулотлари учун ўзгармас босимдаги ўртача молекуляр иссиқлик сифими қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned} \mu_{c p_z} &= (20,2 + 0,92/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_z + 8,314 = \\ &= (20,2 + 0,92/1,45) + (15,5 + 13,8/1,45) \cdot 10^{-4} \cdot T_z + 8,314 = \\ &= 29,149 + 0,0025 T_z \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{к)} \end{aligned}$$

Сиқиш охиридаги (қолдиқ газларнинг таъсирини ҳисобга олмасдан) заряднинг (ҳавонинг) ўртача молекуляр иссиқлик сифимини топамиз:

$$\begin{aligned} \mu_{c v_c} &= 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 884 = \\ &= 21,7 \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{к)} \end{aligned}$$

Қолдиқ газларнинг моллар сони:

$$M_c = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n = 1,45 \cdot 0,03 \cdot 0,5 = 0,0216 \text{ кмоль}$$

Сиқиш охирида ёнишгача бўлган газларнинг моллар сони:

$$M_c = M_1 + M_c = 0,725 + 0,0216 = 0,7466 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сони

$$M_z = M_2 + M_c = 0,7503 + 0,0216 = 0,772 \text{ кмоль}$$

Ишчи аралашма молекуляр ўзгаришининг ҳисобий коэффициенти:

$$\beta = M_z / M_c = 0,772 / 0,7466 = 1,035$$

Иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти ($\xi = 0,85$) ва босимнинг кўтарилиш даражасини ($\lambda = 1,85$) қабул қилиб ҳамда топилган қий-

матларни дизель учун ёниш тенгламасига қўйиб, ёниш охиридаги ҳарорат аниқланади:

$$\begin{aligned} \beta \cdot \mu_{\text{срр}} \cdot T_p &= (\mu_{\text{свс}} + 8,314 \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n [\alpha \cdot L_n (1 + \nu)] = \\ &= 1,035 (29,149 + 0,0025 \cdot T_p) \cdot T_p = (21,7 + 8,314 \cdot 1,85) 884 + \\ &\quad + 0,85 \cdot 42500 [1,45 \cdot 0,5 (1 + 0,03)] \end{aligned}$$

Тенгламани T_z га нисбатан ечиб, топамиз:

$$T_p = 2264 \text{ К}$$

Ёниш жараёни охиридаги босим:

$$P_z = \lambda \cdot P_c = 1,85 \cdot 3,88 = 7,18 \text{ МПа}$$

Дастлабки кенгайиш даражаси:

$$\rho = \beta \cdot T_p / \lambda \cdot T_c = 1,035 \cdot 2264 / 1,85 \cdot 882 = 1,44$$

Кенгайиш жараёни. Кейинги кенгайиш даражаси:

$$\delta = \epsilon' \rho = 16 / 1,44 = 11,1$$

Политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи n_2 ни эмпирик формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$n_2 = 1,22 + \frac{130}{i_n} - 0,01 = 1,22 + \frac{130}{2200} = 0,01 = 1,26$$

Кенгайиш охиридаги босим:

$$P_b = P_z \delta^{n_2} = 7,18 / 11,1^{1,26} = 0,325 \text{ МПа}$$

Кенгайиш охиридаги ҳарорат:

$$T_b = T_z \delta^{n_2 - 1} = 2264 / 11,1^{1,26 - 1} = 1218 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий η_i^* (диаграммадаги қайрилишларни ҳисобга олмагандаги) ўртача индикатор босими

$$\begin{aligned} P_i^* &= \frac{P_c}{(\epsilon - 1)} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \\ &= \frac{3,88}{16 - 1} \left[1,85 (1,44 - 1) + \frac{1,85 \cdot 1,44}{1,26 - 1} \left(1 - \frac{1}{11,1^{1,26 - 1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{16^{1,36 - 1}} \right) \right] 0,99 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Индикатор диаграмманинг қайрилишларини ҳисобга ол увчи ва тўлиқмаслик коэффициенти деб аталувчи коэффициентни $\nu = 0,95$ деб қабул қилиб, циклнинг ҳақиқий ўртача индикатор боси мини топилади: ↓

$$P_i = P_i^* \cdot \nu - (P_c - P_a) = 0,99 \cdot 0,95 - (0,115 - 0,089) = 0,914 \text{ МПа}$$

Индикатор ф. и. к.

$$\eta_i = P_i \alpha \cdot L_n' / (Q_n \cdot \rho_k \cdot \eta_v) = 0,914 \cdot 1,45 \cdot 14,5 / (42,5 \cdot 1,21 \cdot 0,83) = 0,453$$

Ёқилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$g_i = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_i) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,453) = 187 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари. Поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_n = S \cdot n_n / (3 \cdot 10^4) = 125 \cdot 2200 / (4 \cdot 10^4) = 9,6 \text{ м/с}$$

Ярим ажратилган ёниш камерали дизель учун ўртача [босимнинг механик йўқотишларга сарфланадиган қисми:

$$P_m = 0,105 + 0,013 \cdot C_n + 0,105 + 0,013 \cdot 9,6 = 0,214 \text{ МПа}$$

Ўртача эффектив босим:

$$P_e = P_i - P_m = 0,914 - 0,214 = 0,7 \text{ МПа}$$

Механик ф. и. к.

$$\eta_m = P_e / P_i = 0,7 / 0,914 = 0,765$$

Эффектив ф. и. к. :

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,453 \cdot 0,765 = 0,346$$

Ёқилғининг эффектив солиштирма сарфи:

$$g_e = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_e) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,346) = 245 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигатель номинал режимда ишлаганда ёқилғининг соатли сарфи:

$$G_e = g_e \cdot 10^{-3} \cdot N_{eH} = 245 \cdot 10^{-3} \cdot 58,8 = 14,4 \text{ к/соат}$$

Цилиндрнинг асосий ўлчамлари ва двигателнинг солиштирма кўрсаткичлари: Двигателнинг литражи:

$$V_n = 30 \cdot \tau \cdot N_{eH} / (p_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 58,8 / (0,7 \cdot 2200) = 4,6 \text{ л}$$

Цилиндрнинг ишчи ҳажми:

$$V_n = V_{n/i} = 4,6 / 4 = 1,15 \text{ л}$$

$S/D = 1,13$ деб қабул қиламиз; $S = 1,13 D$; у ҳолда

$$V_n = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S = \frac{3,14}{4} \cdot D^2 \cdot 1,13 D = 0,88 D^3 = 1,15 \text{ л}$$

бу ердан цилиндр диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{1,15}{0,88}} = 1,1 \text{ дм} = 110 \text{ мм}$$

Поршень йўли:

$$S = 1,13 \cdot D = 1,13 \cdot 110 = 125 \text{ мм}$$

Поршень тубининг юзаси:

$$F_n = \pi D^2 / 4 = 3,14 \cdot 110^2 / 4 = 9470 \text{ мм}^2 = 0,947 \text{ дм}^2$$

Двигателнинг эффектив буровчи моменти:

$$M_e = 9550 \cdot N_{eH} / n_n = 9550 \cdot 58,8 / 2200 = 255 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Кутиладиган литр қуввати:

$$N_{\Lambda} - N_{e_n} / V_{\Lambda} = 58,8 / 4,6 = 12,7 \text{ кВт/л}$$

Солиштира поршень қуввати:

$$N_{\Pi} = N_{e_n} / (i \cdot F_{\Pi}) = 58,8 / (4 \cdot 0,947) = 15,4 \text{ кВт/дм}^2$$

Агар двигателнинг ёрдамчи жиҳозларсиз қуруқ массасини прототип дизель D-240 бўйича $G_{\text{кур}} = 420$ кг деб қабул қилсак, у ҳолда литр массаси:]

$$q_{\Lambda} = G_{\text{кур}} / V_{\Lambda} = 420 / 4,6 = 91 \text{ кг/л}$$

ва солиштира масса

$$q_{\Pi} = G_{\text{кур}} / N_{e_n} = 420 / 58,8 = 7,15 \text{ кг/кВт}$$

23.2. D-204 Т трактор дизелининг иссиқтик ҳисоби

Двигателнинг иссиқлик ҳисоби учун қуйидагилар дастлабки маълумотлар сифатида асос қилиб олинади.

Двигателнинг тури — тўрт цилиндрли, тўрт тактли, бир қаторли, пуфлашли, бир камерали дизель. Ҳайдалувчи ҳавонинг босими

$$P_k = 0,17 \text{ МПа} = 1,7 \text{ кг/см}^2.$$

Дизельнинг номинал қуввати $N_{e_n} = 73,5$ кВт = 100 л.к.; [номинал айланишлар частотаси $n_n = 2200$ айл/мин; сиқиш даражаси $\epsilon = 18$; тактлилиқ коэффициентини $\tau = 4$; ҳавонинг ортиқчалиқ коэффициентини $\alpha = 1,7$. Дизель ёқилғиси «Л» (ГОСТ 305—82); ёқилғининг пастки солиштира ёниш иссиқлиги $Q_n = 42500$ кж/кг = 10000 ккал/кг; ёқилғининг ўргача элементар таркиби $C = 0,857$; $H = 0,133$; $O = 0,01$. Ташқи муҳит параметрлари: $P_0 = 0,1$ МПа = 1,0 кг/см² ва $T_0 = 288$ К.

Қатор дизелларни сынаш натижалардан фойдаланиб қуйидагиларни қабул қилиб оламиз: заряднинг қизиши $\Delta T = 10$ С; чиқариш охиридаги босим $P_c = 0,8 \cdot P_k = 0,8 \cdot 0,17 = 0,136$ МПа = 1,36 кг/см²; қолдиқ газларнинг ҳарорати $T_c = 800$ К; компрессордан чиқувчи ҳавонинг ҳарорати $T_k = 350$ К.

Ишчи жисмнинг параметрлари. 1 кг ёқилғи тўла ёниш учун керак бўлган ҳавонинг назрий миқдори:

$$L'_n = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O \right) \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,857 + 8 \cdot 0,133 - 0,01 \right) = 14,5 \text{ кг}$$

ёки кмолларда

$$L_n = L'_n / \mu_x = 14,5 / 28,96 = 0,5 \text{ кмоль}$$

янги заряднинг, яъни ҳақиқий ҳавонинг миқдори:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n = 1,7 \cdot 0,5 = 0,85 \text{ кмоль}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = \alpha \cdot L_n + \frac{H}{4} + \frac{O}{32} = 1,7 \cdot 0,5 + \frac{0,133}{4} + \frac{0,01}{32} = 0,8835 \text{ кмоль}$$

Ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг химиявий коэффициентни

$$\beta_0 = M_2/M_1 = 0,8835/0,85 = 1,04$$

Киритиш жараёни. Киритишда заряднинг зичлиги:

$$\rho_k = P_k \cdot 10^6 / (R_x \cdot T_k) = 0,17 \cdot 10^6 / (287 \cdot 350) = 1,68 \text{ кг/м}^3$$

Қуйидагиларни қабул қиламиз:

$$(C^2 + \xi_{\text{кир}}) = 3,3 \text{ ва } C_{\text{кир}} = 90 \text{ м/с}$$

У ҳолда двигателга киришда босим йўқотилиши:

$$\Delta P_a = (c^2 + \xi_{\text{кир}}) \cdot c_{\text{кир}}^2 \cdot \rho_k \cdot 10^{-6} / 2 = 3,3 \cdot 90^2 \cdot 1,68 \cdot 10^{-6} / 2 = 0,0223 \text{ МПа}$$

Киритиш жараёнининг охиридаги босим:

$$P_a = P_k - \Delta P_a = 0,17 - 0,0223 = 0,148 \text{ МПа}$$

Тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = T_k (\epsilon \cdot P_a \cdot P_u) / [T_k + \Delta T] (\epsilon - 1) \cdot P_k = 350 (18 \cdot 0,148 - 0,136) / [350 + 10] (18 - 1) \cdot 0,17 = 0,86$$

Қолдиқ газлар коэффициенти:

$$\gamma = P_k \cdot T_k / [P_k \cdot T_c \cdot \eta_v (\epsilon - 1)] = 0,136 \cdot 350 / [0,17 \cdot 800 \cdot 0,86 (18 - 1)] = 0,024$$

Киритиш жараёнининг охиридаги ҳарорат:

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T}{1 - \frac{P_c}{P_a \cdot \epsilon} \left(1 - \frac{T_k + \Delta T}{T_c}\right)} = \frac{350 + 10}{1 - \frac{0,136}{0,148 \cdot 18} \left(1 - \frac{350 + 10}{800}\right)} = 373 \text{ К}$$

Сиқиш жараёни. Двигателнинг берилган параметрлари учун политропик сиқиш кўрсаткичининг ўртача қийматини $n_1 = 1,35$ деб қабул қиламиз.

Сиқиш охиридаги ҳарорат:

$$P_c = P_a \cdot \epsilon^{n_1} = 0,148 \cdot 18^{1,35} = 1040 \text{ К}$$

Ёниш жараёни. Ёниш охиридаги ҳарорат ёниш тенгламасидан фойдаланиб топилади:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{\text{срз}} \cdot T_z = (\bar{\mu}_{\text{свс}} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_{\text{п}} / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)]$$

Дизелларда ёниш маҳсулотлари ўртача молекуляр иссиқлик сифими:

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_{\text{срз}} &= (20,2 + 0,92/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_p + 8,314 = \\ &= (20,2 + 0,92/17) + (15,5 + 13,8/17) \cdot 10^{-4} \cdot T_p + 8,314 = \\ &= 29,05 + 0,00236 \cdot T_p \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{к)} \end{aligned}$$

Сиқиш охиридаги заряднинг (ҳавонинг) ўртача молекуляр иссиқлик сифими:

$$\bar{\mu}_{cv_c} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 1040 = 21,97 \text{ кж/(кмоль к)}$$

Қолдиқ газларнинг моллар сони:

$$M_4 = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n = 1,7 \cdot 0,024 \cdot 0,5 = 0,0204 \text{ кмоль}$$

Ёнишгача, сиқиш охирида бўлган газларнинг моллар сони:

$$M_c = M_1 + M_4 = 0,85 + 0,0204 = 0,8704 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сони:

$$M_z = M_2 + M_4 = 0,8835 + 0,0204 = 0,904 \text{ кмоль}$$

Ишчи аралашма молекуляр ўзгаришининг ҳисобий коэффициенти:

$$\beta = M_z/M_2 = 0,904/0,8704 = 1,037$$

Иссиқликдан фойдаланиш даражасини $\xi = 0,85$ га тенг деб қабул қиламиз. Ёниш босимининг максимал қийматини чеклаш учун босимнинг кўтарилиш даражасини, пуфлашти дизелларда пуфлашсизларига қараганда камроқ ($\lambda = 1,6$) қийматга қабул қилинади.

Ҳисоблаб топилган v_1 қабул қилинган қийматларни ёниш тенгламасига қўйиб, дизель учун ёниш охиридаги ҳароратни аниқланади:

$$\begin{aligned} \beta \cdot \bar{\mu}_{cpz} \cdot T_z &= (\bar{\mu}_{cv_c} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] = \\ &= 1,037 (29,05 + 0,00236 \cdot T_z) T_z = (21,97 + 8,314 \cdot 1,6) 1040 + \\ &\quad + 0,85 \cdot 42500 / [1,7 \cdot 0,5 (1 + 0,024)] \end{aligned}$$

Тенгламани T_z га нисбатан ечиб топамиз:

$$T_z = 2195 \text{ К}$$

Ёниш жараёнининг охиридаги босим:

$$P_z = \lambda \cdot P_c = 1,6 \cdot 7,4 = 11,9 \text{ МПа}$$

Дастлабки кенгайиш даражаси:

$$\rho = \beta \cdot T_z / \lambda \cdot T_c = 1,037 \cdot 2195 / 1,6 \cdot 1040 = 1,36$$

Кенгайиш жараёни. Кейинги кенгайиш даражаси:

$$\delta = \epsilon / \rho = 18 / 1,36 = 13,2$$

Двигателнинг берилган параметрлари учун политропик кенгайиш ўртача кўрсаткичини $n_2 = 1,25$ деб қабул қиламиз.

Кенгайиш охиридаги босим:

$$P_b = P_z / \delta^{n_2} = 11,9 / 13,2^{1,25} = 0,47 \text{ МПа}$$

Кенгайиш охиридаги ҳарорат:

$$T_b = T_z \delta^{n_2-1} = 2195 / 13,2^{1,25-1} = 1155 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий ўртача индикатор босими:

$$P_i' = \frac{P_c}{(\epsilon - 1)} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] =$$

$$= \frac{7,4}{18 - 1} \left[1,6 (1,36 - 1) + \frac{1,6 \cdot 1,36}{1,25 - 1} \left(1 - \frac{1}{13,2^{1,25 - 1}} \right) - \frac{1}{1,35 - 1} \left(1 - \frac{1}{18^{1,35 - 1}} \right) \right] = 1,32 \text{ МПа}$$

Индикатор диаграмманинг тўлиқмаслик коэффициентини $\nu = 0,95$ деб қабул қилиб, циклнинг ҳақиқий ўртача индикатор босими топилади:

$$P_i = P_i' \cdot \nu = 1,32 \cdot 0,95 = 1,25 \text{ МПа}$$

Индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = P_i \cdot L_n' / (Q_n \cdot \rho_k \cdot \eta_v) = 1,25 \cdot 1,7 \cdot 0,5 / (42,5 \cdot 1,68 \cdot 0,86) = 0,502$$

Ёқилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$g_i = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_i) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,502) = 169 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари. Поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_n = S \cdot n_n / (3 \cdot 10^4) = 125 \cdot 2200 / (3 \cdot 10^4) = 9,6 \text{ м/с}$$

Ярим ажратилган ёниш камерали дизель учун ўртача босимнинг механик йўқотишларга сарфланадиган қисми:

$$P_m = 0,105 + 0,013 \cdot C_n = 0,105 + 0,013 \cdot 9,6 = 0,21 \text{ МПа}$$

Ўртача эффектив босим:

$$P_e = P_i - P_m = 1,25 - 0,22 = 1,03 \text{ МПа}$$

Механикавий ф. и. к.

$$\eta_m = P_e / P_i = 1,03 / 1,25 = 0,824$$

Эффектив ф. и. к.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,502 \cdot 0,824 = 0,414$$

Ёқилғининг эффектив солиштирма сарфи:

$$g_e = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_e) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,414) = 206 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигатель номинал режимда ишлаганда ёқилғининг соатли сарфи:

$$G_e = g_e \cdot 10^{-3} \cdot N_{eH} = 206 \cdot 10^{-3} \cdot 73,5 = 15,2 \text{ кг/соат}$$

Цилиндрнинг асосий ўлчамлари ва двигателнинг солиштирма кўрсаткичлари. Двигателнинг литражи:

$$V_A = 30 \cdot \tau \cdot N_{eH} / (P_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 73,5 / (1,03 \cdot 2200) = 3,89 \text{ л}$$

Цилиндрнинг ишчи ҳажми:

$$V_h = V_A/i = 3,89/4 = 0,97 \text{ л}$$

$S/D = 1,13$ деб қабул қиламиз; $S = 1,13 \cdot D$; у ҳолда

$$V_h = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S = \frac{3,14}{4} \cdot D^2 \cdot 1,13 D = 0,88 D^3 = 0,97 \text{ л}$$

Бу ердан цилиндрнинг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,97}{0,88}} = 1,05 \text{ дм} = 105 \text{ мм}$$

Поршень йўли:

$$S = 1,13 \cdot D = 1,13 \cdot 105 = 120 \text{ мм}$$

Поршень тубининг юзаси:

$$F_n = \pi D^2/4 = 3,14 \cdot 105^2/4 = 8630 \text{ мм}^2 = 0,86 \text{ дм}^2$$

Двигателнинг эффектив буровчи моментни:

$$M_e = 9550 \cdot N_{e_n} = 9550 \cdot 73,5/2200 = 320 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Кутиладиган литр қуввати:

$$N_l = N_{e_n}/V_l = 73,5/3,89 = 18,8 \quad \text{кВт/л}$$

Солиштирма поршень қуввати:

$$N_n = N_{e_n}/(i \cdot F_n) = 73,5/(4 \cdot 0,86) = 21,3 \quad \text{кВт/дм}^2$$

Агар двигателнинг ёрдамчи жиҳозларсиз қуруқ массасини прототип дизель $D - 240 \text{ Т}$ бўйича $G_{\text{кур}} = 510 \text{ кг}$ деб қабул қилсак, у ҳолда

литр массаси:

$$g_A = G_{\text{кур}}/V_A = 510/3,89 = 131 \quad \text{кг/л}$$

ва солиштирма массаси;

$$g_N = G_{\text{кур}}/N_{e_n} = 510/73,5 = 6,94 \quad \text{кг/кВт}$$

23.3. Карбюраторли автомобиль двигателининг иссиқлик ҳисоби

Двигателнинг иссиқлик ҳисоби учун қуйидагилар асос қилиб олинади.

Двигателнинг тури—карбюраторли автомобиль двигатели, тўрт тактли, саккиз цилиндрли, V-симон.

Двигателнинг номинал қуввати $N_{e_n} = 110 \text{ кВт} = 150 \text{ о.к.}$; номинал айланишлар частотаси $n_n = 3200 \text{ айл/мин}$; сиқиш даражаси $\epsilon = 8$; тактлилик коэффициенти $\tau = 4$; ҳавонинг ориқчалик коэффициенти $\alpha = 0,95$.

Ёқилғи АИ-93 бензини (ГОСТ 2084—77); ёқилғининг пастки

солиштирма ёниш иссиқлиги $Q_n = 43930 \text{ кж/кг} = 10500 \text{ ккал/кг}$;
ёқилғининг ўртача элементар таркиби ва молекуляр массаси:

$$C = 0,855, H = 0,145, \mu_{\varepsilon} = 115 \text{ кг/кмоль.}$$

Двигателга ҳаво $P_0 = 0,1 \text{ МПа} = 1,0 \text{ кг/см}^2$ босимда ва $T_0 = 293 \text{ К}$ ҳароратда киради.

Қатор карбюраторли двигателларни синаш натижаларидан фойдаланиб, қуйидагиларни қабул қилиб оламиз: заряднинг қизиши $\Delta T = 10 \text{ С}$; чиқариш охиридаги босим $P_4 = 1,15 \cdot P_0 = 1,15 \cdot 0,1 = 0,115 \text{ МПа} = 1,15 \text{ кг/см}^2$; қолдиқ газлар ҳарорати $T_4 = 1000 \text{ К}$.

Ишчи жисмнинг параметрлари. 1 кг ёқилғини тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$L'_n = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8 H - 0 \right) = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 - 0 \right) = 14,957 \text{ кг}$$

ёки кмолларда

$$L_n = L'_n / \mu_x = 14,957 / 28,96 = 0,516 \text{ кмоль}$$

Янги заряднинг, яъни ёнувчи аралашманинг миқдори:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n + \frac{1}{\mu_{\varepsilon}} = 0,95 \cdot 0,516 + \frac{1}{115} = 0,4987 \text{ кмоль}$$

Ёниш мақсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = \alpha L_n + \frac{H}{4} + \frac{O}{32} + 0,21 \cdot L_n (1 - \alpha) = 0,95 \cdot 0,516 + 0,145/4 + 0/32 + 0,21 \cdot 0,516 (1 - 0,95) = 0,532 \text{ кмоль}$$

Ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг химиявий коэффициенти:

$$\beta_0 = M_2 / M_1 = 0,532 / 0,4987 = 1,06$$

Киритиш жараёни. Киритиш заряднинг зичлиги:

$$\rho_k = P_0 \cdot 10^6 / (R_x \cdot T_0) = 0,1 \cdot 10^6 / (287 \cdot 293) = 1,189 \text{ кг/м}^3$$

Қуйидагиларни қабул қиламиз:

$$(C^2 + \xi_{\text{кир}}) = 3,5 \text{ ва } C_{\text{кир}} = 95 \text{ м/с}$$

У ҳолда двигателга киришда босимнинг йўқотилиши

$$\Delta P_a = (C^2 + \xi_{\text{кир}}) \cdot C_{\text{кир}}^2 \cdot \rho_k \cdot 10^{-6} / 2 = 3,5 \cdot 95^2 \cdot 1,189 \cdot 10^{-6} / 2 = 0,0187 \text{ МПа}$$

Киритиш жараёнининг охиридаги босим:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a = 0,1 - 0,0187 = 0,0813 \text{ МПа}$$

Тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = T_0 (\varepsilon \cdot P_a - P_0) / [(T_0 + \Delta T) (\varepsilon - 1) \cdot P_0] = 293 \cdot (8 \cdot 0,0813 - 0,115) / [(293 + 10) (8 - 1) \cdot 0,1] = 0,75.$$

Қолдиқ газлар коэффициенти.

$$\gamma = P_4 \cdot T_0 / [P_0 \cdot T_4 \cdot \eta_v (\varepsilon - 1)] = 0,115 \cdot 293 / [0,1 \cdot 1000 \cdot 0,75 (8 - 1)] = 0,064$$

Киритиш жараёнининг охиридаги ҳарорат:

$$T_a = \frac{T_0 + \Delta T}{1 - \frac{P_4}{P_a \varepsilon} \left(1 - \frac{T_0 + \Delta T}{T_4}\right)} = \frac{293 + 10}{1 - \frac{0,115}{0,0813 \cdot 8} \left(1 - \frac{293 + 10}{1000}\right)} = 343 \text{ K}$$

Сиқиш жараёни. Двигателнинг берилган параметрлари учун политропик сиқиш кўрсаткичининг ўртача қийматини $n_1 = 1,38$ деб қабул қиламиз:

Сиқиш охиридаги босим:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} = 0,0813 \cdot 8^{1,38} = 1,44 \text{ МПа}$$

Сиқиш охиридаги ҳарорат:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} = 343 \cdot 8^{1,38 - 1} = 746 \text{ K}$$

Ёниш жараёни. Ёниш охиридаги ҳароратни, карбюраторли двигатель учун ёниш тенгласидан ($\alpha < 1$) фойдаланиб топилади:

$$\bar{\mu}_{cvz} \cdot T_z = \bar{\mu}_{cvc} \cdot T_c + \xi \cdot (Q_n - \Delta Q_n) / [\alpha \cdot L_n (1 - \gamma)]$$

Карбюраторли двигательларда суяқ ёқилғининг ($\alpha < 1$) ёниш маҳсулотлари учун ўзгармас ҳажмдаги ўртача молекуляр иссиқлик сифими қуйидагича топилади:

$$\bar{\mu}_{cvz} = (18,4 + 2,6\alpha) + (15,5 + 13,8\alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_z = (18,4 + 2,6 \cdot 0,95) + (15,5 + 13,8 \cdot 0,95) \cdot 10^{-4} \cdot T_z = 20,87 + 0,00286 \cdot T_z \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{к)}$$

Сиқиш охиридаги (қолдиқ газларнинг таъсирини ҳисобга олмасдан) янги заряднинг ўртача молекуляр иссиқлик сифимини топамиз:

$$\bar{\mu}_{cvc} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 746 = 21,47 \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{к)}$$

Қолдиқ газларнинг моллар сон:

$$M_4 = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n = 0,95 \cdot 0,064 \cdot 0,516 = 0,0314 \text{ кмоль}$$

Ёнишгача сиқиш охиридаги бўлган газларнинг моллар сон:

$$M_c = \alpha \cdot L_n + M_4 = 0,95 \cdot 0,516 + 0,0314 = 0,53 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сон:

$$M_z = M_2 + M_4 = 0,532 + 0,0314 = 0,5634 \text{ кмоль}$$

Ишчи аралашма молекуляр ўзгаришининг ҳисобий коэффициент:

$$\beta = M_z / M_c = 0,5634 / 0,53 = 1,06$$

Иссиқликдан фойдаланиш даражасини $\xi = 0,82$ га тенг деб қабул қиламиз.

Ёнишнинг химиявий тўлиқмаслиги ҳисобига йўқотилган иссиқликнинг миқдори:

$$\Delta Q_n = 119950(1 - \alpha) \cdot L_n = 119950(1 - 0,95) \cdot 0,516 = 3086 \text{ кж/кг}$$

Ҳиссблаб тспилган ва қабул қилинган қийматларни ёниш тенгламасига қўйиб, карбюраторли двигатель учун ($\alpha < 1$) ёниш охиридаги ҳарорат аниқланади:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{cvz} \cdot T_z = \bar{\mu}_{vc} \cdot T_c + \xi(Q_n - \Delta Q_n) / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] = 1,06(20,87 + 0,00286 \cdot T_z) \quad T_z = 21,47 \cdot 746 + 0,8(43930 - 3086) / [0,95 \cdot 0,516(1 + 0,064)]$$

Тенгламани T_z га нисбатан ечиб, топамиз:

$$T_z = 2720 \text{ К}$$

Ёниш схиридаги назарий максимал босим

$$P_z = P_c \cdot \beta \cdot T_z / T_c = 1,44 \cdot 1,06 \cdot 2720 / 746 = 5,57 \text{ МПа}$$

Ёниш схиридаги ҳақиқий максимал босим

$$P_{z\lambda} = 0,85 \cdot P_z = 0,85 \cdot 5,57 = 4,85 \text{ МПа}$$

Босимнинг кўтарилиш даражаси:

$$\lambda = P_z / P_c = 5,57 / 1,44 = 3,88$$

Кенгайиш жараёни. Двигателнинг берилган параметрлари учун политропик кенгайиш ўртача кўрсаткичининг қийматини $n_2 = 1,28$ деб қабул қиламиз. У ҳолда кенгайиш схиридаги босим: $P_b = P_z | \epsilon^{n_2} = 5,57 | 8^{1,28} = 0,39 \text{ МПа}$. Кенгайиш охиридаги ҳарорат $T_b =$

$$= T_z | \epsilon^{n_2 - 1} = 2720 | 8^{1,28 - 1} = 1520 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий ўртача индикатор босими:

$$P_i = \frac{P_c}{\epsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \frac{1,44}{8 - 1} \left[\frac{3,88}{1,28 - 1} \left(1 - \frac{1}{8^{1,28 - 1}} \right) - \frac{1}{1,38 - 1} \left(1 - \frac{1}{8^{1,38 - 1}} \right) \right] = 0,986 \text{ МПа}$$

Индикатор диаграмманинг тўлиқмаслик коэффициентини $v = 0,93$ деб қабул қилиб, циклнинг ҳақиқий ўртача индикатор босimini топилади:

$$P_i = P_i' \cdot v - (P_c - P_d) = 0,986 \cdot 0,93 - (0,115 - 0,0813) = 0,882 \text{ МПа}$$

Индикатор ф. и. к.

$$\eta_i = P \cdot \alpha \cdot L_n' / (Q_n \cdot \rho_k \cdot \eta_v) = 0,882 \cdot 0,95 \cdot 14,957 / (43,93 \cdot 1,189 \cdot 0,75) = 0,342$$

Ёқилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$g_1 = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_i) = 3,6 \cdot 10^3 / (43,93 \cdot 0,342) = 240 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари. Поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_n = S \cdot n_n / (3 \cdot 10^4) = 90 \cdot 3200 / (3 \cdot 10^4) = 9,6 \text{ м/с}$$

Механик йўқотишларнинг ўртача босими:

$$P_m = 0,04 + 0,0135 \cdot C_n = 0,04 + 0,0135 \cdot 9,6 = 0,17 \text{ МПа}$$

Ўртача эффектив босим:

$$P_e = P_i - P_m = 0,882 - 0,17 = 0,712 \text{ МПа}$$

Механик ф. и. к.

$$\eta_m = P_c / P_i = 0,712 / 0,882 = 0,81$$

Эффектив ф. и. к.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,342 \cdot 0,81 = 0,28$$

Ёқилғининг эффектив солиштирма сарфи:

$$g_e = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_e) = 3,6 \cdot 10^3 / (43,93 \cdot 0,28) = 260 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигатель номинал режимда ишлаганда ёқилғининг соатли сарфи:

$$G_e = g_e \cdot 10^{-3} \cdot N_{eH} = 260 \cdot 10^{-3} \cdot 110 = 28,6 \text{ кг/соат}$$

Цилиндрнинг асосий ўлчамлари ва двигателнинг солиштирма кўрсаткичлари. Двигателнинг литражи:

$$V_d = 30 \cdot \tau \cdot N_{eH} / (P_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 110 / (0,712 \cdot 3200) = 5,2 \text{ л}$$

Цилиндрнинг ишчи ҳажми:

$$V_h = V_d / 1 = 5,8 / 8 = 0,725 \text{ л}$$

Прототип сифатида қабул қилинган двигателнинг асосий ўлчамларини ҳисобга олиб, $S/D = 0,95$ деб қабул қиламиз: $S = 0,95 D$; у ҳолда

$$V_h = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S = \frac{3,14}{4} \cdot D^2 \cdot 0,95 D = 0,746 D^3 = 0,725 \text{ л}$$

Бу ерда цилиндрнинг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,725}{0,746}} = 0,98 \text{ дм} = 98 \text{ мм}$$

Поршень йўли:

$$S = 0,95 \cdot D = 0,95 \cdot 98 = 93 \text{ мм}$$

Поршень тубининг юзаси:

$$F_n = \pi D^2 / 4 = 3,14 \cdot 98^2 / 4 = 7530 \text{ мм}^2 = 0,753 \text{ дм}^2$$

Двигателнинг эффектив буровчи моментни:

$$M_e = 9550 \cdot N_{eH} / n_n = 9550 \cdot 110 / 3200 = 330 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Қутиладиган литрли қувват:

$$N_x = N_{e_n}/V_L = 110/5,8 = 18,95 \text{ кВт/л}$$

Солиштирма поршень қуввати:

$$N_n = N_{e_n}/(F_n \cdot i) = 110/(0,753 \cdot 8) = 18,4 \text{ кВт/дм}^2$$

Агар τ двигателнинг ёрдамчи ускуналарсиз қуруқ массасини прототип ЗИЛ-130 бўйича $G_{yp} = 640$ кг деб қабул қилсак, у ҳолда литр массаси:

$$g_d = G_{yp}/V_L = 640/5,8 = 111 \text{ кг/л}$$

ва солиштирма массаси:

$$g_N = G_{yp}/N_{e_n} = 640/110 = 5,82 \text{ кг/кВт}$$

24-§. Индикатор диаграммани қуриш ва ундан ўртача индикатор босимни аниқлаш

Поршенли двигателнинг индикатор диаграммасини, иссиқлик ҳисоби натижалари асосида аналитик ёки график усул билан қуриш мумкин. Бунда ҳажм (V) ва (P) нинг ҳисобий қийматларидан, яъни киритиш охиридаги P_a ҳамда V_a , сиқиш охиридаги P_c ва V_c , ёниш охиридаги P_z ва V_z , кенгайиш охиридаги P_b ва V_b , чиқариш охиридаги P_2 ва V_2 , шунингдек сиқиш p_1 ва кенгайиш p_2 кўрсаткичларидан, дастлабки ва кейинги кенгайиш даражаларидан фойдаланилади.

Индикатор диаграммани аналитик усулда чизиш, сиқиш ва кенгайиш политропик чизиқларни, улардаги оралиқ нуқталарнинг координаталарини ҳисоблаб топиш йўли билан амалга оширилади. Бу усул бироз аниқ бўлишига қарамай, анча мураккабдир. Шу сабабли индикатор диаграммани график усулда қуришни қараб чиқайлик. Диаграммани қуриш тартиби қуйидагичадир:

1. Координата ўқлари танланиб, абсцисса ўқига ҳажм (V) нинг ордината ўқига эса босим (P) нинг оралиқ қийматлари жойлаштирилади.

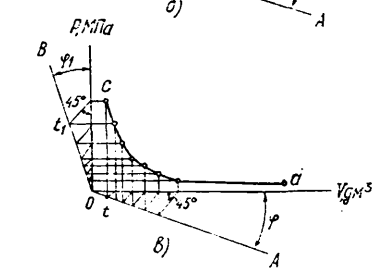
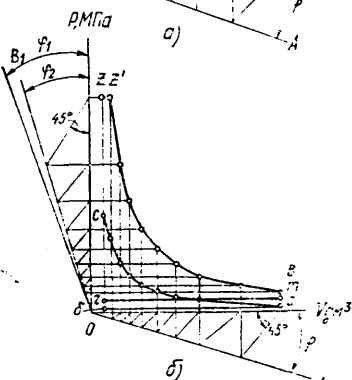
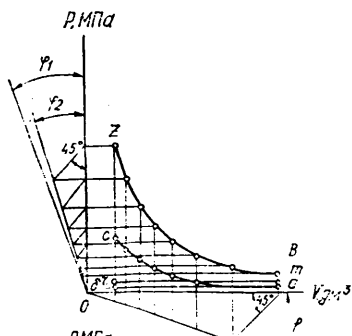
2. Ҳажм ва босимлар учун қуйидаги шартлар асосида μ_v ва μ_p масштаблар белгиланади:

а) абсцисса ўқига, ишчи ҳажмининг қийматини поршень йўлига тенг қилиб жойлаштирилади, яъни $\mu_v = Vh/S$ — $\text{дм}^3/\text{мм}$.

б) ордината ўқига босим қуйидаги масштабларда жойлаштирилади: карбюраторли двигателлар учун $\mu_p = 0,02 \dots 0,025$ МПа/мм; дизеллар учун $\mu_p = 0,03 \dots 0,04$ МПа/мм.

3. Қабул қилинган масштаблар асосида V_c , V_z , V_a ҳажмларнинг, шунингдек P_a , P_o , P_c , P_z , P_b , P_2 босимларнинг чизиқли қийматлари топилади ва координата ўқларида характерли нуқталарнинг (а, с, z; z', в, ч) ўринлари белгиланади.

4. «С» нуқтадан бошлаб, ас политропик сиқиш чизиғи қурилади. Бу, 22-расм, в да кўрсатилганидек, Брауэр усули билан олиб бо-



22-р. расм. Карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларнинг, шунингдек сиқиш (в) ва кенгайиш (г) жарайининг индикатор диаграммаларини қуришга доир чизмалар.

қурилади. Кенгайиш чизигини қуриш ҳам 22-расм, а ва б да кўрсатилганидек, Брауэр усулида олиб борилади. Бунинг учун абсцисса ўқидан (пастандан ўтказилган ОА чизиқдан фойдаланиб) ордината ўқидан чапдан φ_2 бурчак остида янгидан OB_1 чизиқ ўтказилади. Бурчак (φ_2) нинг қиймати қўйидагича топилади:

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = (\operatorname{tg} \varphi + 1)^{n_2} - 1.$$

Бу ерда, n_2 — политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи.

6. «г» ва «а», «с» ва «z» ёки «с» ва «z — z'», «в» ва «г» нуқталарини, расмда кўрсатилганидек, тўғри чизиқлар ёрдамида бирлашти-

рилади. Бу чинг учун абсцисса ўқидан пастандан $\varphi = 14 \dots 20^\circ$, ордината ўқидан чапдан эса φ_1 бурчак остида чизиқлар ўтказилади. Бурчак φ_1 нинг қиймати қўйидагича топилади:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = (\operatorname{tg} \varphi + 1)^{n_1} - 1.$$

Бу ерда, n_1 иссиқлик ҳисобидан маълум бўлган политропик сиқишнинг ўртача кўрсаткичи.

Политропик сиқиш чизигида ётувчи нуқталарни аниқлаш қўйидагича амалга оширилади:

«С» нуқтадан ордината ўқига тик тушириб, ундан шу ўққа 54° бурчак остида ОВ чизиғи билан кесишгунча нур ўтказилади ва кесишган t_1 нуқтадан тик чиқарилади. Сўнгра «С» нуқтадан абсцисса ўқига тик туширилиб, уғи ОА чизигича давом эттирилади ва кесишган нуқтадан, абсцисса ўқига 45° бурчак остида нур ўтказилади. Абсцисса ўқи билан кесишган нуқтадан, t_1 нуқтадан чиқарилган тик билан кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади. Иккала чизиқнинг кесишган нуқтаси политропик сиқиш чизигининг устида ётувчи нуқтадир. Ушбу усул билан оралиқ нуқталарни топилгани «а» нуқтагача давом эттирилади. Олинган нуқталарни бир текисда бирлаштириб, политропик сиқиш чизиги олинади.

5. Карбюраторли двигателлар учун «z» нуқтадан бошлаб ва дизеллар учун «z'» нуқтадан бошлаб зв политропик кенгайиш чизиги

риб, назарий (ҳисобий) индикатор диаграммани (22-расм, а, б) ола-
миз.

7. Қурилган индикатор диаграммадан ўртача назарий индикатор
босим топилади. Планметр ёрдамида индикатор диаграмманинг
м. с. z'. z. в. м. фоғдали кзаси $F_{u,d}$ топилади. Бу юзани диаграм-
манинг S га тенг бўлган асосига бўлиб ва босим масштаби μ_p га
кўпайтирилиб, назарий ўртача индикатор босимнинг чизмадан слин-
ган қиймати P'_i топилади:

$$P'_i = \frac{F_{u,d}}{S_i} \cdot \mu_p \text{ МПа [кг/см}^2\text{]}$$

Бу қийматни ҳисоблаб тспилган $P'_{i,x}$ билан солиштириб, инди-
катор диаграмманинг қўриш аниқлиги топилади. Босимлар орасидаги
фарқ 3 . . . 4% дан ортмаслиги керак.

IV БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАГИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

25 §. Асосий тушунчалар

Автомобиль дигателининг ўзига хос хусусиятларидан бири шун-
даки, у тезлик режими кенг диапазонда ўзгарган ҳолда ишлайди.
Нагрузкеси ва тирсакли валининг айланишлар частотаси қандай бў-
лишидан қатъи назар автотрактор дигатели иш шароитларида тур-
ғун ишлаши керак.

Маълумки, трактор қишлоқ хўжалик ишларини бажараётганда
дигателининг нагрузкеси узлуксиз ва сезиларли даражада ўзгариб
туради.

Трактор ёки автомобиль ишлатилганида дигателининг қуввати
куч узатмасидаги ишқаланишларни, йўл ва ҳаёо қаршиликларини
енгишга кетишидан ташқари баландликка чиқаётганида, жойидан қўз-
ғалаётганда, юришни тезлатаётганда ва ҳоказоларда пайдо бўлади-
ган қўшимча қаршиликларни енгишга ҳам сарф бўлади. Шу сабабли
автотрактор дигатели маълум миқдорда срикча қувватга эга бў-
лиши керак. Бундан ташқари дигатель иш шароитларида тежамли
ишлаши ҳам керак.

Трактор (шунингдек автсмобиль) учун дигатель, унинг барча
сифатларини белгиловчи ва турли хил шароитларда ишлашга яроқли
эканлигини кўрсатувчи характеристикалар асосида танланади. Бу
характеристикалар турли хил дигателларни ўзаро солиштиришга
ҳам имкон беради.

Дигателларни, трактор ёки автомобилнинг иш шароитларида
учрайдиган турғунлашмаган режимларда сингаш жуда қийин. Бундай
синоелар махсус, яъни дигателининг вақт бўйича ўзгарувчи нагрузка
ва тезлик режимларида ишлашни имитация қилувчи ниҳоятда му-
раккаб жиҳозлар ишлатишни талаб қилади. Шунинг учун умумий

қабул қилинган характеристикалар двигателни ГОСТ 491 — 55, ГОСТ 14846 — 69 ва ГОСТ 18503 — 73 ларга биноан стендда турфун режимларда ишлатиб синаш пайтида олинади.

Янада тўлароқ маълумотларни олиш, шунингдек, қўшимча тадқиқотлар ўтказиш лозим бўлса, махсус характеристикалар олишни кўзда тутувчи методика ишлаб чиқилади.

Юқорида келтирилган ГОСТ ларга биноан ўтказиладиган қисқа муддатли даврий синовлар пайтида қуйидаги характеристикалар олинади:

1. Ёқилғи сарфи ва ёқилғи пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчаги бўйича (дизеллар) ёки аралашма таркиби ҳамда учқун берилишини илгарилаш бурчаги бўйича (карбюраторли двигателлар) созлаш характеристикалари олиш билан двигателнинг оптимал созлаш кўрсаткичларини танлаш;

2. Тезлик ва нагрузка ўзгариши бўйича характеристикалар олиш билан двигателнинг қувват, иқтисодий ва динамик нуқтаи назардан баҳолаш;

3. Двигателнинг регуляторли характеристикасини олиш билан регулятор ишлашининг нотекислик даражасини топиш;

4. Талаб қилинган тақдирда алоҳида методика асосида ўтказиладиган махсус (қисмий, салт юриш, детонация бўйича, шовқин бўйича ва ҳоказо) характеристикалар олиш билан синалаётган двигатель ҳақида янада тўлароқ маълумотларни аниқлаш мумкин.

26- §. Созлаш характеристикалари

Двигатель ишчи циклининг ўтишига таъсир этувчи баъзи кўрсаткичлар, тормозлаш стени асбоби ёрдамида синалаётганда танланиши мумкин. Бундай кўрсаткичларга дизелларда ёқилғи сарфи ва ёқилғи пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчаги, карбюраторли двигателларда эса аралашма таркиби ва учқун берилишининг илгарилаш бурчақлари киради. Двигателнинг оптимал кўрсаткичларини юқоридаги кўрсаткичларга боғлиқ равишда танлаш учун олинadиган характеристикалар *созлаш характеристикалари* дейилади.

Тезлик ва нагрузка характеристикаларининг кўрсаткичлари таъминлаш системасида (карбюраторда ёки юқори босимли ёқилғи насосида) қабул қилинган созлашларга боғлиқлиги сабабли, энг аввало созлаш характеристикалари билан танишиб чиқишга тўғри келади.

1. Ёқилғи бериш бўйича дизелни созлаш характеристикаси. Характеристика аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган рейканинг чекка ҳолатини аниқлашга ва дизель ёқилғи насосини шу оптимал ҳолатга созлашга имкон беради, чунки кўпчилик ёқилғи насосларида максимал ёқилғи бериш унумдорлиги талаб қилинганидан ортиқча бўлади. Маълумки, цилиндрга ортиқча ёқилғи берилган тақдирда, двигателнинг тежамкорлиги ва унумли ишлаши пасаяди. Шунингдек, мазкур характеристика ёрдамида дизелнинг ёқилғи бўйича тежамкорлигини ҳамда двигатель ва ёқилғи аппаратурасининг техник ҳолатини, тўғри созланганлигини баҳолаш мумкин.

Дизель тирсакли валининг номинал айланишлар частотасида ва ёқилғи пуркаш бошланишининг оптимал илгарилаш бурчагида, ёқилғи насоси рейкасининг ҳолати (ёқилғи сарфи G_e) ўзгаришининг дизель қуввати ва тежамкорлигига таъсири 23-расмда келтирилган.

Расмдан кўриниб турибдики, ёқилғи насоси рейкасини силжитиш ва ёқилғи сарфини ошириб дизель ишлашида иккита ўзига хос режимни ажратиш мумкин (расмдаги штрихли ординаталарга қаранг).

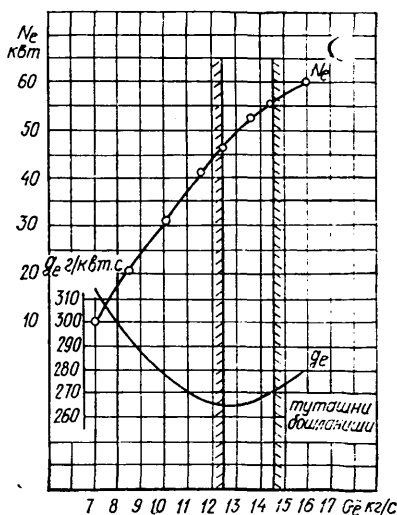
Биринчи режим ёқилғи сарфи $g_{e_{min}}$ бўйича айниқса тежамкорроқдир. У ёқилғини тўла ёниши билан характерланади ва ёниб бўлган газларни тутунсиз бўлиши кузатилади, лекин двигатель ҳали максимал қувват ҳосил қилмайди. Автотрактор дизеллари учун бу режимга, ҳаво ортиқчалик коэффициентининг $\alpha = 1,4 \dots 1,6$ бўлган чегараси тўғри келади.

Иккинчи режимда двигатель максимал $N_{e_{max}}$ қувват ҳосил қилади. Бу ҳолда тахминан $\alpha = 1,2$ га тенг бўлиб, чиқариш труба­сидан кўпинча кучли тутун чиқиши кузатилади. Кучли тутун чиқиши ёқилғи сарфининг ортаңлиги, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини озайтанлигини ва аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашганлиги ҳисобига ёнишининг тўлиқ эмаслиги билан тушунтириш мумкин. Шунинг учун двигательнинг ёқилғи тежамкорлиги бу пайтда ёмонлаша бошлайди.

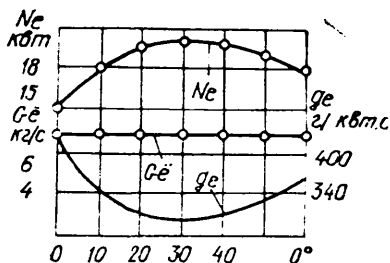
Ёқилғини чала ёниши натижасида двигатель деталларининг, ис­сиқлик бўйича зўриқиши ортади, поршень ҳалқаларининг коксланиши учун қулай шароит ҳосил бўлиб, деталларнинг ейилиши ор­тиб кетади. Бу эса двигатель кўрсаткичларининг янада ёмонла­шишига сабаб бўлади. Шунинг учун рейка йўли максимал қувват олиннадиган чегарадан эртароқ чекланиши керак.

Двигателнинг техник шартлар билан белгиланган номинал қувва­тини ҳосил қиладиган ёқилғи сарфини оптимал ҳолатга созлаш, $g_{e_{min}}$ ва $N_{e_{max}}$ созланишларининг оралиғида бўлиши керак.

2. Аралашманинг таркиби бўйича карбюраторли двигательнинг созлаш характеристикаси. Характеристика аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган ҳолатни аниқлашга ва карбюраторни шу оптимал ҳолатга созлашга имкон беради. Шунингдек, бу характе­ристика ёрдамида карбюраторли двигательнинг ёқилғи тежамкорли-



23-расм. Ёқилғи насоси рейкасининг ҳолатини дизель қуввати ва тежамкорлигига таъсири.



24-расм. Аралашманинг таркиби бўйича карбюраторли двигателни созлаш характеристикаси.

гини ҳамда двигатель ва карбюраторнинг техник ҳолатини тўғри созланганлигини баҳолаш мумкин.

Аралашманинг таркиби бўйича карбюраторли двигателнинг созлаш характеристикаси 24-расмда келтирилган. Бу характеристика дроссель заслонкаси тўла очик бўлган ҳолатда, ўзгармас номинал айланишлар частотасида ёндиришни ўзгармас ва энг қулай илгарилаш бурчагида олн-

ганлиги учун двигательнинг қуввати ҳамда тежамкорлиги аралашманинг таркибига боғлиқ ҳолда ўзгаради.

24-расмдан кўриниб турибдики, бош жиклёр игнасининг ҳолатини ўзгартириш билан бош жиклёр кесимининг катталашиб бориши соатли ёқилғи сарфи G_e ни кўпайишига ва демак, айланишлар частотаси ҳамда дроссель заслонкасининг ўзгармас ҳолатида аралашмани бойиб боришга олиб келади.

Карбюратори G_{eI} соатли ёқилғи сарфига созланган двигатель энг кўп тежамкорлик билан иштайди. Бу вақтда ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти бирдан ошади ($\alpha_{гэж} = 1,05 \dots 1,10$). Бундай шаронгда аралашма тўлиқ ёниб, ёнишда ҳосил бўлган иссиқликнинг кўп қисми ишга айланади. Бу эса ўз навбатида ёқилғининг солиштирма сарфини озийишига ва демак, двигатель тежамкорлигининг юқори бўлишига олиб келади.

Карбюратор бироз бўйроқ ($\alpha_k \cong 0,8$) аралашма ҳосил қилишга созланган тақдирда (24-расмдаги G_{eII} нуқта), двигатель максимал $N_{e,max}$ қувват ҳосил қилади, чунки аралашмани бундай таркибида ёқилғи энг юқори тезтик билан ёниб, молекуляр ўзгариш коэффициентининг қиймати ҳамда механик ф. и. к. юқори бўлади. Бу пайтда ҳаво етишмаслиги ($\alpha < 1$) ҳисобига ёниш тўлиқ бўлмаганлиги учун цилиндрга киритилган ёқилғининг иссиқлигидан фойдаланиш даражаси камаяди. Ёқилғининг солиштирма сарфи эса бироз кўтарилади.

Двигатель иши карбюратор энг юқори тежамкорликка созланган (G_{eI}) режимдан, максимал $N_{e,max}$ қувватга созланган (G_{eII}) режимга ўтганида, қувватнинг ортиши, солиштирма ёқилғи сарфининг ортишига нисбатан секинроқ бўлади. Масалан, двигатель дроссель заслонкаси тўла очик ҳолатда иштаётганида, G_{eII} соатли ёқилғи сарфида қувват 10...15% ортса, ёқилғи тежамкорлиги 15...25% га камайиб кетади. G_{eII} соатли ёқилғи сарфи G_{eI} га нисбатан 25...45% ортиқроқдир.

Карбюраторни максимал қувват режимдагига нисбатан янада бўйроқ аралашмага созлаш қувватини кўтарилишига, тежамкорликни ёмонлашувига ва двигатель деталларини кўп ейилишига сабаб бўлади. Ҳаво етишмаслиги ҳисобига ёқилғининг химиявий чала ёниши

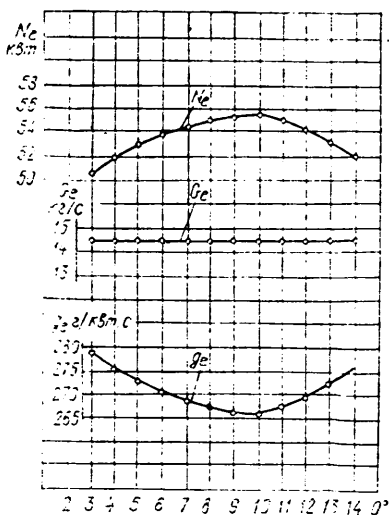
двигатель тежамқорлигини камай-тириб юборади. Ҳавонинг ортиқ-чалик коэффициенти $\alpha = 0,4$ дан кичик бўлганида цилиндрдаги ишчи аралашма умуман алангаланмайди. Шунинг учун карбюратор бош жиклерининг игнасини, двигатель максимал қувват бера оладиган ёки бўлмаса у энг юқори тежамқорлик билан ишлай оладиган ҳолатга созланиши керак.

3. Ёқилғини пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчаги бўйича дизелни созлаш характеристикаси. Ёқилғи пуркаш бошланишининг оптимал илгарилаш бурчагини аниқлаш мақсадида олинadиган созлаш характеристикаси 25-расмда келтирилган. Агар ёқилғи берилишининг илгарилаш бурчагини, двигатель иш режимига нисбатан автоматик равишда бошқариб туриладиган мослама бўлса, бу характеристика шу қурилманинг ишчини назорат қилиш мақсадида олинади.

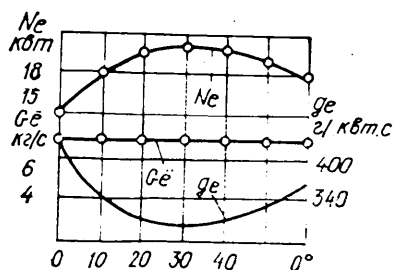
Пуркаш бошланишининг оптимал илгарилаш бурчагида дизель максимал қувват ҳосил қилиб, энг юқори тежамқорликка эришади, чунки бу характеристикани олишда тирсакли валнинг айланишлар частотаси ҳамда ёқилғи насоси рейкасининг ҳолати оптимал ва ўзгармас бўлади. Шу сабабли ёқилғининг соатли сарфи G_e амалда аввалги ҳолатида қолганлиги учун солиштирма ёқилғи сарфи қувватга тескари функция сифатида ўзгаради.

Ёқилғи ўз вақтидан кеч берилганда (пуркашнинг кечикиши) унинг кўп қисми поршень Ю. Ч. Н. дан ўтганидан кейин цилиндрга пуркалади. Бу вақтда ёниш жараёнининг асосий қисми кенгайиш йўлида— поршень устидаги бўшлиқ ҳажми ортаётган шароитда ўтади. Шунинг учун газларнинг ёниш пайтида ҳосил қиладиган босим ҳамда ҳарорати камаяди, иссиқликнинг йўқотилиши эса ортади. Демак, ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан кеч пуркалганда эффектив қувват камайиб, двигателнинг тежамқорлиги ёмонлашади.

Агар ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан эрта берилса (пуркашнинг илгарилashi), у кичик босим ва ҳароратга эга бўлган ҳали сиқилган жараёни давом этаётган муҳитга пуркалади. Цилиндрда нормал аралашма ҳосил бўлиши ва ўз вақтида ёниш бошланиши учун етарли шароит бўлмаганидан, ўз-ўзидан алангаланишининг кечикиш даври ортади. Натижада ёниш бошлангунча камерада нормал шароитга нисбатан кўп ёқилғи тўпланади ва ёниш бошланган пайтда двигатель қаттиқ ишлайди. Демак, ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан эрта



25-расм. Ёқилғи пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчаги бўйича дизелни созлаш характеристикаси.



26-расм. Учқун берилишининг илгарилаш бурчаги бўйича сошлаш характеристикаси.

пуркалганда ҳам двигателнинг эффектив ва иқтисодий кўрсаткичлари ёмонлашади.

Пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчагини оптимал бўлмаслиги (ўз вақтидан эрта ёки кеч берилиши), поршень группаси деталларининг ёйилишини тезлатиб юборади. Шунинг учун пуркашнинг илгарилаш бурчаги ўзининг оптимал қийматиغا созланиши керак.

4. Учқун берилишининг илгарилаш бурчаги бўйича сошлаш характеристикаси. ГАЗ-21 двигателяли тирсаikli валининг номинал айланишлар частотасида ва дроссель заслонкаси тўла очик бўлганда учқун берилиши илгарилаш бурчагининг двигатель қуввати ҳамда тежамкорлигига таъсири 26-расмда кўрсатилган.

Учқун берилишининг оптимал илгарилаш бурчагида двигатель максимал қувват ҳосил қилиб, юқори ёқилғи тежамкорлигига эга бўлади.

Бунга синов шартларига бинсан ушбу характеристикани ўзгармас номинал айланишлар частотасида ва дроссель заслонкаси тўла очик ҳолатда олиб эришиш мумкин.

Агар берилган айланишлар частотасида учқун берилишининг илгарилаш бурчаги оптималдан кичик бўлса (кеч учқун бериш), бунда ёниш жараёни цилиндр ҳажми ортаётган кенгайиш йўлида ўтади. Шунинг учун ёниш охирида босим камаяди, ёниб бўлган газлар билан иссиқликнинг йўқотилиши эса кўпаяди. Булар таъсирида двигатель ўта қизиб кетади ва индикатор ф. и. к. камаяди. Двигатель кеч алангаланиш билан ишлаганда, ёнган газларда углерод оксидининг миқдори 4 . . . 5 марта ортиб кетади, поршень ҳалқалари ва цилиндрни ёйилиши кўпаяди. Шундай қилиб, учқун ўз вақтидан кеч берилганда двигатель эффектив қувват и камайиб, тежамкорлиги ёмонлашади.

Учқун берилишининг илгарилаш бурчаги оптималдан катта бўлса (эрта учқун бериш), ёқилғининг кўп қисми поршень Ю. Ч. Н. га келгунча — цилиндр ҳажми қисқараётган шаронгта ёнади. Шу сабабли ёнишдан ҳосил бўлган энергиянинг бир қисми поршеннинг Ю. Ч. Н. га томон ҳаракатига қўшимча ҳосил бўлган қаршиликни енгишга ортиқча сарф бўлади. Эрта ёнишда газлар ҳарорати ва босимнинг тез кўтарилиши детонация ҳосил бўлишига сабаб бўлиши ҳам мумкин. Двигателнинг узоқ вақт детонация билан ишлаши мумкин эмас. Шунингдек, эрта ёнишда ёқилғини тўлиқ алангалаши камайиб, иссиқликнинг совитувчи муҳитга ўтиши ортади. Буларнинг ҳаммаси двигатель индикатор ф. и. к. ни камайишига сабаб бўлади. Демак, учқунни ўз вақтидан эрта берилиши ҳам двигатель қувватининг камайишига, солиштирма ёқилғи сарфининг ортиб кетишига олиб келади.

Учқун берилиши илгарилаш бурчагининг оптимал қиймати бир қатор конструктив ва эксплуатацион омилларга қараб ўзгаради. Двигатель тирсақли валининг айланишлар частотаси ортиши, сиқиш даражаси ёки нагруканинг камайиши ва аралашманинг бойитилиши билан учқун берилишининг оптимал илгарилаш бурчаги катталаштирилиши керак.

27-§. Асосий характериҗикалар

Автотрактор двигателлари учун тезлик ва нагрукка бўйича олинадиган характеристикалар асосий характеристикалар ҳисобланади. Бу характеристикалар ёрдамида ҳар хил режимда ишлаётган двигателни динамик ва иқтисодий нуқтаи назардан баҳолаш мумкин.

Дроссель заслонкасини тўла очиқ (ёқилғи насосининг энг кўп ёнилғи бериш) ҳолатига қўйиб олинадиган тезлик характеристикасини *ташқи*, бошқариш органларини (дроссель заслонкаси ёки насоснинг) оралиқ ҳолатларига қўйиб олинадиган характеристикаларни эса *қисмий тезлик характеристикалари* деб аталади.

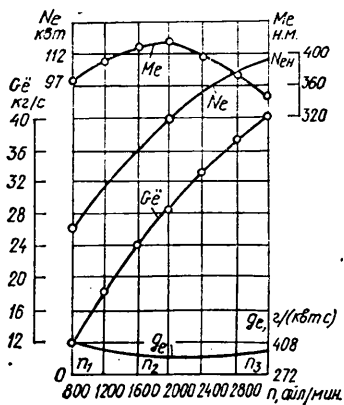
Автомобиль двигатели иш шароитларида дроссель заслонкасининг фақат очиқ ҳолатидагина эмас, балки кўпинча оралиқ ҳолатларидаям ишлаганидан, улар учун ҳам ташқи, ҳам қисмий тезлик характеристикалари олинади.

Трактор двигатели иш шароитларида асосан тўла нагруккада ишлаганлиги учун уларнинг фақат ташқи тезлик характеристикасини олиш етарлидир.

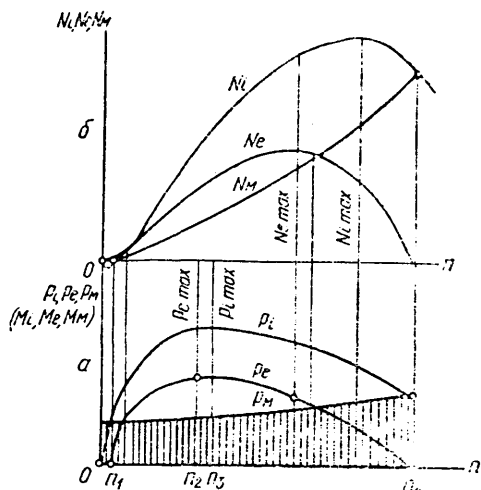
1. **Карбюраторли двигателнинг тезлик характеристикаси.** Тезликлар характеристикаси двигателнинг динамик ва иқтисодий кўрсаткичларни аниқлашга имкон беради ҳамда синалаётган двигателнинг тезюрарлигини, нагрукка ортишига сезгирлигини баҳолайди.

Шунингдек, бундай характеристикадан фойдаланиб двигатель ҳосил қилаётган энг катта қувват ва буровчи момент, энг кичик солиштирма ёқилғи сарф қийматлари ҳамда бу кўрсаткичларни тайёрловчи завод ўрнатган техник шартларга тўғри келиш-келмаслиги аниқланади.

ЗИЛ-130 карбюраторли двигателининг ташқи тезлик характеристикаси 27-расмда келтирилган. Бу характеристика, карбюратори оптимал ҳолатга қўйилган двигательда дроссель заслонкаси тўла очиқ ҳолатида ва ҳар бир тезлик режим учун энг қулай ёндиришнинг илгарилаш бурчагида олинади. Агар двигательда ёндиришнинг илгарилаш бурчагини автоматик бошқа-



27- расм. ЗИЛ-130 карбюраторли двигателининг ташқи тезлик характеристикаси.



28-расм. Карбюраторли двигатель ташқи тезлик характеристикаси асосий кўрсаткичларининг ўзгариш характери.

частотасидан, максимал буровчи M_{cmax} момент ҳосил бўладиган айланишлар (n_2) частотаси оралиғида қувват тўғри чизиқли характерга эга бўлади. Бундай бўлишига асосий сабаб, айланишлар частотаси маълум чегарагача ортганда (n_2) барча жараёнларни давом этиш даври қисқаради: тўлдириш ва иссиқликдан фойдаланиш коэффициентлари айланиш ортишига мос равишда кўтарилади.

Максимал момент буровчи (M_{cmax})га тўғри келадиган айланишлар (n_2) частотасидан тортиб, то номинал ($N_{eн}$) қувватга тўғри келадиган айланишлар (n_3) частотасигача бўлган участкада, қуйидаги сабабларга кўра эффектив қувватнинг ортиши биров секинлашади:

а) жараёнларнинг ўтишига ажратилган вақтнинг қисқарганлигидан, тўлдириш ва иссиқликдан фойдаланиш коэффициентларини камайиши ҳисобига индикатор (P_1) босимнинг камайганлиги учун;

б) айланишлар частотасининг ортиши билан ишқаланишни енгишга ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга босим сарфининг ортганлиги учун.

Айланишлар частотаси n_3 дан орттирилса, эффектив қувват камая бошлайди ва $p_1 = p_m$ бўлганда, у нолга тенг бўлиб қолади. Бу вақтда айланишлар частотаси кутилган максимал n_4 қийматига эришади.

Юқоридagi айтилган маълумотларни 28-расмда келтирилган чизмадан фойдаланиб аниқлаш ҳам мумкин. (Бу характеристиканинг анализи двигатель эффектив кўрсаткичларини қараб чиқишда кўрилган эди).

Ўртача P_1 индикатор ва P_e эффектив босимларнинг ишқаланишини ҳамда қўшимча механизмларни ҳаракатлантиришга сарф бўлувчи P_m

риш мосламаси (марказдан қочма ва вакуум регулятори) бўлса, характеристика шу автомат ўрнатган бурчакда олинади. Бундай автомат бўлмаганда ҳар бир тезлик режими учун оптимал ёндиришнинг илгарилаш бурчагини тажриба йўли билан аниқлаб, октан корректор орқали ўзгартиришга тўғри келади.

Тегишли расмдан эффектив қувват чизмасида бир неча характерли участкаларни ажратиш мумкин. Масалан, двигатель катта нагрузка билан ишлаётган минимал турғун айланишлар (n_1)

босимнинг айланишлар частотасига боғлиқлигини баҳолайдиган эгри чизиқлар, буровчи моментларнинг ўзгаришини ҳам кўрсатади (28-расмга қаранг). Буни қуйидагилардан кўриш мумкин:

$$M_i = \frac{N_i}{\omega} = \frac{P_i \cdot V_h \cdot n \cdot i}{2\pi \cdot n \cdot 450\tau} = A \cdot P_i \quad (92)$$

Бу ерда A — берилган двигатель учун ўзгармас бўлган қиймат, яъни

$$A = \frac{V_h \cdot i}{2\pi \cdot 450\tau}$$

Эски бирликда индикатор буровчи [момент қуйидагича аниқланади:

$$M_i = \frac{N_i \cdot 716,2}{n} = \frac{P_i \cdot V_h \cdot n \cdot i \cdot 716,2}{n \cdot 450\tau} = A \cdot P_i \quad (92a)$$

Бу ерда P_i кг/см² ва V_h — л да берилган.

Худди шу усул билан M_e ва M_m учун ҳам формулалар топилади ва ёзилади, яъни

$$M_e = A \cdot P_e \text{ ва } M_m = A \cdot P_m \quad (93)$$

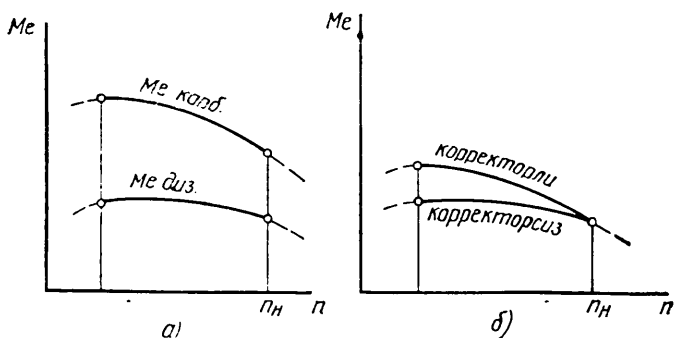
Тезликлар характеристикасидаги буровчи момент чизигидан фойдаланиб двигательнинг қисқа муддатли нагрузка ортганда пастки тезликка ўтмасдан уни енгиб ўтиш қобилиятини белгиловчи ва энг асосий динамик кўрсаткичи бўлган мослашиш коэффициентини аниқлаш мумкин. Бу коэффициент «К» ҳарфи билан белгиланиб, двигатель максимал $N_{e_{max}}$ буровчи моментини максимал эффе́ктив қувват олинган пайтдаги $M_{N_{e_{max}}}$ моментига нисбати билан аниқланади, яъни

$$K = \frac{M_{e_{max}}}{M_{N_{e_{max}}}} \quad (94)$$

Тўла нагрузка билан ишлайдиган двигательлар (трактор ва оғир юк автомобилларининг двигательлари) учун K нинг қиймати айниқса катта аҳамиятга эга.

Карбюраторли двигательлар нисбатан турғун режимда ишлайди ва уларда мослашиш коэффициенти $K = 1,1 \dots 1,4$ чамасида бўлади. Дизелларнинг буровчи моменти ётиқроқ эгри чизиқ билан характерланиб (29-расм, а), уларда мослашиш коэффициенти 1,15 дан ортмайди. Мослашиш коэффициентининг бундай ўзгаришига асосий сабаб, нагрузка ортганда айланиш камайганлиги учун карбюраторли двигательларда турли иш жараёнларига ажратилган вақтни кўпайиши ҳисобига цилиндри аралашма билан ортиқча тўлдирилишидир. Дизелларда эса айланиб тушиши билан плунжерли ёқилғи насосларнинг иш унуми камаяди.

Дизеллар мослашиш коэффициентини кўпроқ ошириш учун айланишлар частотаси пасайиши билан циклга ёқилғини кўпроқ берилишини таъминлайдиган махсус корректорловчи мосламадан фойдаланиш зарур. Бу пайтда нагрузка ортиши билан айланишлар частото-



29- расм. Двигатель буровчи моментининг айланишлар частотасига нисбатан ўзгариш характери.

тасининг камайиши натижасида корректорловчи мослама ишга тушади, циклга берилувчи ёқилғи массасини кўпайтирганлиги учун буровчи момент чизиги тикроқ ўтади (29-расм, б). Бу эса ўз навбатида K нинг қийматини $1,2 \dots 1,35$ гача ошишига, двигателнинг динамик сифатини анча яхшиланишига олиб келади.

Тезлик характеристикасидаги ёқилғининг G_e соатли сарф чизиги дастлаб тўғри чизиқли (28-расм) характерга эга бўлади. Бунга айланишлар частотаси ортиши билан вақт бирлигида сўриш йўли сонининг кўпайганлиги ва қарбюратор диффузоридаги сийракланишнинг кўпайганлиги сабаб бўлади. Айланишлар частотасининг бундан кейинги ортишида тўлдириш коэффициентининг камайиши ҳисобига G_e нинг ортиши ҳам секинлашади, $N_e = 0$ бўлганда ўзининг энг кичик чегара қийматига эга бўлади.

Тезлик характеристикасида энг кичик солиштирма ёқилғи сарфи, демак, двигателнинг энг тежамкор ишлаши максимал қувват олинadиган айланишлар частотасидан кичикроқ бўлган айланишларга тўғри келади. Солиштирма ёқилғи сарфининг бундай ўзгариши у боғлиқ бўлган қувват ва соатли ёқилғи сарфининг ўзгариши билан тушунтирилиши мумкин.

Демак, двигатель ишининг эксплуатацион тезликлар режими двигатель максимал қувват бера оладиган n_3 частотадан максимал буровчи момент ҳосил қиладиган n_2 частоталар сралиғида чекланган бўлиши керак (28-расм).

2. Дизелнинг тезлик характеристикаси. Дизель двигателлари асосан тўла нагрузкада ишловчи трактор ва оғир юк автомобилларига қўйилаётганлиги сабабли, улар учун фақат ташқи тезлик характеристикасини олиш етарлидир. Бундай характеристика созлаш характеристикалари асосида аниқланган рейка йўлининг ва ёқилғи пуркаш бурчагининг оптимал ва ўзгармас ҳолатларида ҳамда айланишлар частотасини ўзгартириш йўли билан олинади. Агар юқори босим насосининг тузилиши ёқилғи бериш пайт.ли созлаб туришга имкон берса, у ҳолда ҳар сафар тезлик ражими ўзгартирилганда ёқилғи бериш бурчагига аниқлик киритиб борилади.

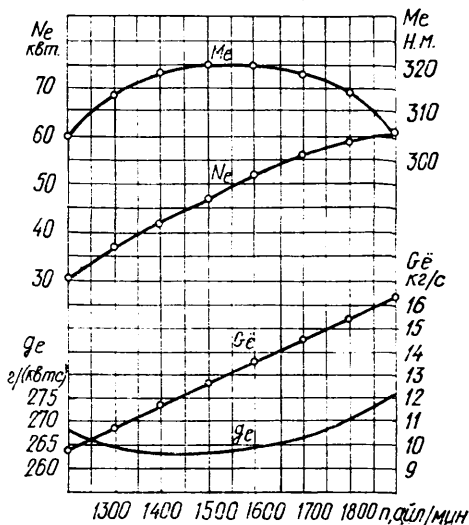
СМД-14 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси 30-расмда келтирилган. Дизель тезлик характеристикасининг ўзига хос хусусиятларидан бири шундаки, $M_e = f(n)$ чизиги ниҳоятда ётиқ ўтади, буни камчилик деб ҳисоблаш мумкин, чунки бундай шароитда мослашиш коэффициенти бирга яқин бўлади. M_e чизигини бундай ўтиши дизелнинг нуқсонли бўлмасдан, балки юқори босим ёқилғи насосларининг кам такомиллашганлигидир. Плунжерли ёқилғи насосларида рейканинг ўзгармас ҳолатида ҳам n айланишлар частотасининг камайиши билан Δq циклга берилувчи ёқилғи миқдорини камайтиради (Δq нинг айланишлар частотасининг ўзгаришига нисбатан ўзгариш қонуниятлар VI бобда қараб чиқилади). Шу билан бир вақтда цилиндри ҳаво билан тўлдириш коэффициенти η_v ортади. Айтилган омиллар (айниқса, ёқилғининг циклга берилишини камайиши) шунга олиб келадики, дизель катта нагрузка шароитида ишлаганида, айланишлар частотаси камайиши билан ўртача эффектив босим ва демак буровчи момент деярли ортамайди, жуда кичик айланишлар частотасида эса ҳатто бироз камаяди.

Ҳамма трактор дизелларининг ёқилғи насосларига қўйилаётган корректорлар ёрдамида юқорида айтилган камчиликларга бироз барҳам берилади.

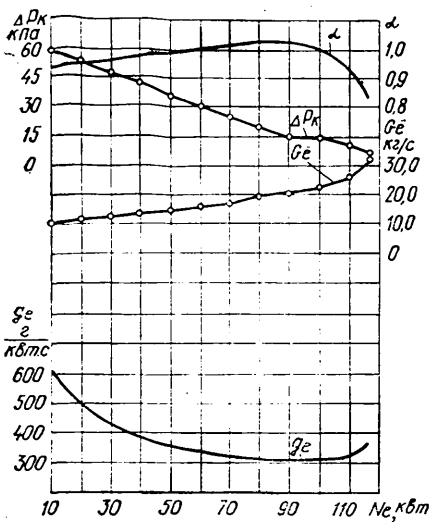
Дизелнинг тезликлар бўйича характеристикасида, айланишлар частотасининг ортиб бориши билан ёқилғининг соатли сарфи кўпайганлигини қўриш мумкин. Бу вақт бирлигида ёқилғи пуркаш сонининг ва ҳар бир циклга берилувчи ёқилғи массасининг ортиши билан тушунтирилиши мумкин. Катта айланишлар частотасида плунжер усти бўшлиғини ёқилғи билан тўлдириб улгурмаганлиги учун циклга берилувчи ёқилғи камая бошлайди. Бу эса ўз навбатида соатли ёқилғи сарфини катта айланишларда камайтириши мумкин.

Дизеллар карбюраторли двигателларга нисбатан бироз юқорироқ сиқил даражасига ҳамда термик ва эффектив ф. и. к. ларига эга бўлганидан тежамкордир, шунинг учун дизелларда барча тезликлар режимида солиштирма ёқилғи сарфи чизиги карбюраторли двигателлардагига нисбатан ҳаммавақт пастга жойлашади.

3. Автомобиль дроссель характеристикаси. Двигатель сифатларини тўла баҳолаш учун ташқи тезлик характеристикасининг ўзи етарли эмас, чунки двигатель иш шароитида дроссель заслонкасининг тўла очикмас ҳолатларида ҳам ишлайди. Шунинг учун ташқи



30-расм. СМД-14 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси.



31- расм. Автомобиль двигателининг нагрузка буйича характеристикаси.

Нагрузка характеристикаси буйича экономайзернинг ишга тушиши, G_e чизигини горизонтал ўққа нисбатан бурилиш бурчагини ўзгарган пайтидаги қувватга тўғри келади. Шу пайдан бошлаб солиштирма ёқилғи сарфи бирданига орта бошлайди.

Дроссель заслонкасининг тўла очиқ ҳолатида ёқилғининг солиштирма сарфи оз бўлиб, нагрузка камайиши билан қанчалик кам ўзгарса, карбюраторли автомобиль двигателининг иш шаронтидаги тежамкорлиги шунчалик юқори бўлади. Катта нагрузка билан ишлайётган карбюраторли двигателининг тежамкор бўлмаслигига экономайзернинг эрта ишга тушиши натижасида аралашманинг ўта бойи кетиши сабабдир. Кичик нагрузкада тежамкорликнинг камайишига эса аралашманинг ўта камбағаллашиб кетиши сабаб бўлади.

4. Трактор двигателининг регуляторли характеристикаси. Трактор двигателлари учун нагрузка буйича характеристикасини одатда *регулятор характеристикаси* деб юритиш қабул қилинган. Бу характеристика регуляторни ишга тўғри ростланганлигини ва двигатель ишининг асосий кўрсаткичларини аниқлашга имкон беради.

Агар трактор двигатели бир режимли регуляторга эга бўлса битта, ҳамма режимли регуляторга эга бўлган тақдирда турли тезлик режимларидаги двигатель ишининг кўрсаткичларини аниқлаш учун нагрузкани салт ишладан максимал қийматигача ошириб бир неча характеристика олинади. СМД-14 дизелининг регуляторини бошқариш органининг оптимал ва ўзгармас ҳолатида олинган регуляторли характеристикаси 33- расмда кўрсатилган.

Двигателининг салт юришдаги n_{10} ва номинал қувватидаги n_n айланишлар частоталарини солиштириш билан регуляторнинг ноте-

тезлик характеристикасига қўшимча қилиб ўзгармас айланишлар частотаси ва дроссель заслонкасининг турли ҳолатларида нагрузка (дроссель) буйича характеристика олинади.

Автомобиль двигатели иш шаронтида айланишлар частотасининг кенг диапозонида ишлаганлиги учун улардан битта эмас, балки турли айланишлар частотасига тегишли бўлган бир неча нагрузка характеристикалари олинади.

Ёқилғининг соатли ва солиштирма сарфлари, минимал эффектив солиштирма сарфи $G_{e\text{min}}$ га мос келадиган нагрузка ҳамда двигатель салт ишлагандаги ёқилғининг соатли сарфи нагрузка буйича олинган хирактеристикада (31- расм) кўрсатилган.

кислик даражасини аниқлаш мумкин:

$$\delta = (n_c - n_n) / n_{\text{срт}} \quad (95)$$

Бу ерда $n_{\text{срт}} = (n_c + n_n) / 2$ — тирсакли валнинг ўртача айланишлар частотаси.

Нормал ишлаётган двигателда регуляторнинг нотеkisлик даражаси $\delta = 0,06 \dots 0,12$ оралигида бўлиши, акс ҳолда регулятор соzла ниши керак.

Ушбу характеристикадан тирсакли валнинг номинал айланишлар частотасидаги эффектив қувват, ёқилғининг соатли ва солиштирма сарфларининг қийматлари аниқланиб, уларни тайёрловчи завод қўйган техник шартларга мос тушиши текширилади.

Айланишлар частотаси функциясида қурилган регуляторли характеристикада соатли ёқилғи сарфининг ўзгариш характери эффектив қувватнинг ўзгаришига мос тушади. Характеристиканинг регуляторли чизигида ишлаётган двигателнинг соатли ёқилғи сарфи номинал қувватда максимал қийматигача ортади. Сўнгра худди қувват сингари камаяди.

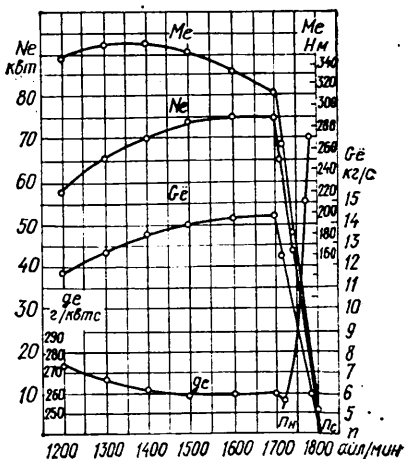
Ёқилғининг солиштирма сарфи регулятор ишлаётган чегарада нагрзука тушиши билан бирдан ортиб кетади. Демак, тежамкорликни ошириш учун трактор двигателини иложи борича тўлароқ нагрзукалаш керак.

Одатда тўла нагрзукаланмаган двигатель кўрсаткичларини тахлил қилишда қувватга нисбатан қурилган (33- расм) регулятор характеристикасидан фойдаланилади. Бунда g_e , G_e , M_e ва $n = f(N_e)$ чизмалари чизилади. Бу характеристикадан ҳам кўриниб турибдики, машина-трактор парки ишининг самарадорлигини ошириш учун трактор двигатели иложи борича кўпроқ юкланиши керак. Бунда двигателнинг ёнилғи тежамкорлиги шунчалик юқори бўлади.

Текширишлар шуни кўрсатадики, машина-трактор агрегатларининг иш унуми кўп жиҳатдан нагрзуكانинг ўзгариш характери га ва двигатель характеристикаларининг ўтишига боғлиқдир.

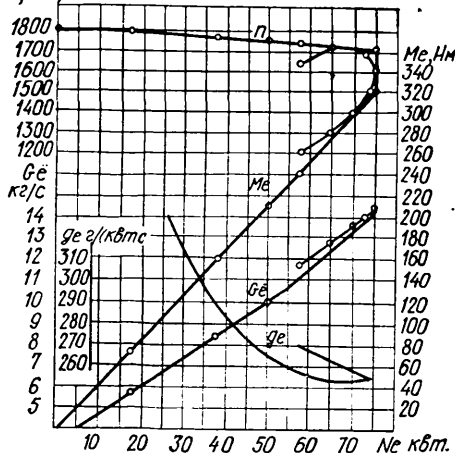
Шунинг учун трактор двигатели нагрзукасининг ўзига хос томонлари билан танишиб чиқамиз.

Трактор двигателининг ишлашига барқарор режимнинг таъсири. Маълумки, трактор қандай қишлоқ хўжалик операциясини бажармасин, унинг нагрзукаси узлуксиз ва сезиларли даражада ўзгариб туради. Қаршилиқ моментининг нотеkisлик даражаси δ_k ва ўзгариш даври T билан характерланувчи беқарор режим, двигатель тирсакли валининг айланишлар частотасини тебранишга (ўзгаришга) олиб келади.



32- расм. Дизелнинг регуляторли характеристикаси.

Пайл/мин.

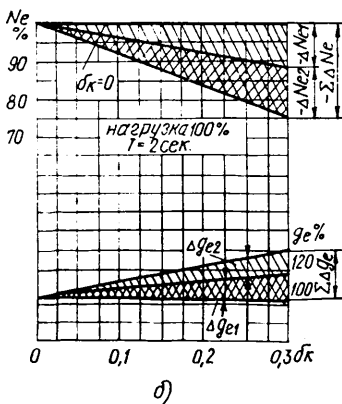
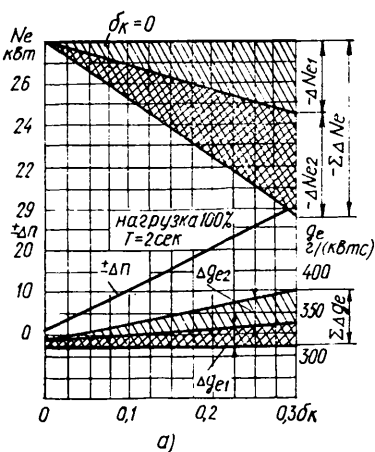


33- расм. Дизелнинг қувватига нисбатан регуляторли характеристикаси.

N_e ва $\epsilon \Delta g_e$ ҳолатларида олинган.

Расмдан маълумки, беқарор характердаги нагруканинг нисбий таъсири дивгатель регуляторда ишлаганида айниқса сезиларли бўлади. Масалан, $\delta_k = 0$ дан 0,3 гача ўзгарганда, регуляторда ишлаган дизелнинг қуввати ва тежамкорлиги тахминан 25 % га, рейкаси маҳкамланган ҳолда ишлаганида эса тахминан 10 % га камайган.

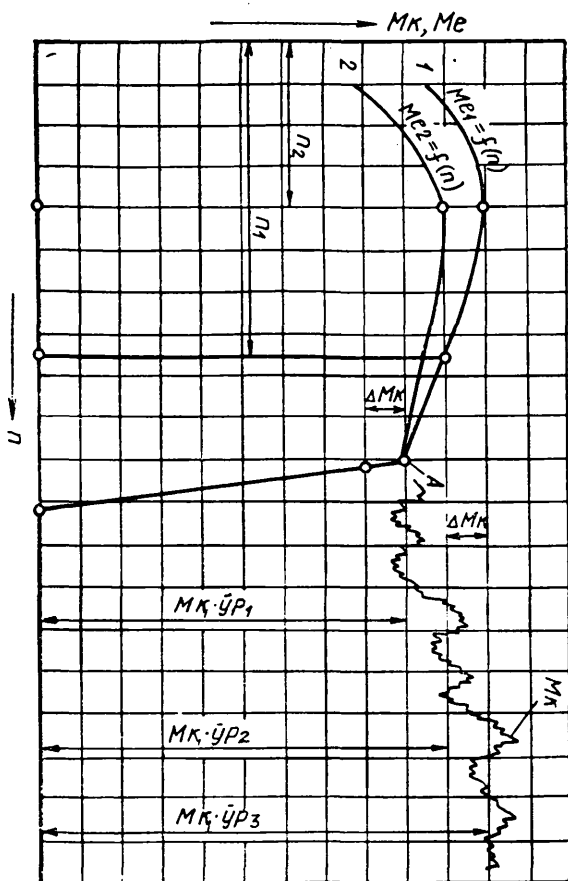
Беқарор нагрукали дивгательнинг ишлашига характеристика. Маълумки, трактор қишлоқ хўжалик ишларини бажараётганда унинг қаршилиқ моменти сезиларли даражада ўзгариб туради.



34- расм. Қувват ва солиштирма ёқилғи сарфини қаршилиқ моментининг нотекислик даражасини ўзгаришига нисбатан чизмаси.

Айланишлар частотасининг ўзгариш амплитудаси қанчалик катта бўлса, дивгатель қуввати шунчалик кўпроқ камайиб, солиштирма ёқилғи сарфи янада ортади.

Қувват ва солиштирма ёқилғи сарфининг, айланишлар частотасини ўзгаришига сабаб бўлувчи қаршилиқ моментининг нотекислик даражасига нисбатан ифодаси 34- расмда келтирилган. Кўрсатилган тажрибалар рейканинг энг кўп ёқилғи берадиган қилиб маҳкамланган ($-\Delta N_{e1}$ ва Δg_{e1}) ҳамда регулятори ишлаган ($-\epsilon \Delta$



35-расм. Двигателнинг ортан қаршиликни энгиб ўтиш қобилиятига мослашиш коэффициентининг таъсири.

Нотекислик даражаси δ_k ва ўзгариш даври T билан характерланувчи бу ўзгариш двигатель, трактор ва прицепнинг ҳамма ҳаракатланувчи қисмларининг кинетик энергияси билан қопланиши мумкин.

Тракторнинг берилган қишлоқ хўжалик операциясидаги технологик жараённинг ўзига хос хусусияти деб ҳисобланган ва у ёки бу даражада узоқ давом этадиган катта нагрузкани энгиб ўтиш имконияти, муҳим аҳамиятга эгадир.

35-расмда 1 ва 2 двигательлари учун $M_e = f(n)$ чизмаси кўрсатилган бўлиб, улар бир хил қийматли ҳисобий буровчи моментга (А нуқта), лекин турли хил қийматли $M_{e_{\max}}$ га, яъни ҳар хил қийматли K га эгадир. Қаршилик моментининг ўртача қиймати, $M_{k\bar{\rho}_1}$

дан $M_{к\delta p_2}$ гача ўзгарганда 2 двигатель 1 двигателга нисбатан анча кичик (p_2) айланишлар частотасида ишлайди.

Қаршилик momenti ўртача қийматининг бундан кейинги ($M_{к\delta p_2}$) гача ортиши 2 двигательни ўчиб қолишига олиб келса, 1 двигатель бу катта нагрукани p_2 айланишлар частотасида энгиб ўтади.

Ортиб кетган қаршилик momentини 2 двигателга эга бўлган трактор (берилган узатмада) бемалол энгиб ўтиши учун машина-трактор агрегатини $M_{к\delta p_1}$ га эмас, балки $M_{к\delta p_1} - \Delta M_k$ га асосланиб тузиш керак. Бу пайтда 2 двигательнинг ўртача эксплуатацион нагрукаси 1 двигателга нисбатан пастроқ, демак иш унуми ва тежамкорлиги камроқ бўлади.

Нагрузка ортганда уни энгиб ўтиш тирсакли вал айланишлар частотасини камайиши ҳисобига амалга оширилади. Вақтинча ортган қаршилик momentини энгиб ўтишда айланишлар частотаси қанча кўп камайса, машина-трактор агрегатининг иш унуми, шу давр учун шунча кам бўлади. Лекин баъзи бир қишлоқ хўжалик операцияларини (мисол учун ҳайдашни) бажариш пайтида двигатель айланишлар частотаси пасайиши билан қаршилик momenti ҳам камаяди. Мисол учун, плугнинг қаршилиги тракторнинг ҳаракат тезлигига боғлиқдир. Бу академик В. П. Горячкининг формуласидан ҳам кўринади:

$$P = G_n \cdot f' + a \cdot v \cdot k' + \varepsilon \cdot v^2 \cdot a \cdot v$$

Бу ерда

G_n ва f' — плугнинг массаси, кг ва суммар ишқаланиш коэффициентини;

v ва a — плугнинг ишлов кенлиги ва ҳайдаш чуқурлиги, м;

k' — деформация пайтида тупроқнинг қаршилик коэффициентини, кг/м²;

ε — пропорционаллик коэффициентини;

v — агрегатнинг ҳаракат тезлиги, м/с.

Қаршилик коэффициентини $k' = 3000$ ва 4000 кг/м² бўлган тупроқларни ҳайдаш пайтида ҳаракат тезлигини $v = 5,0$ дан $v = 2,5$ км/соат гача камайиши натижасида плуг қаршилик кучининг қанчалик пасайишини кўриб чиқайлик:

$$\begin{aligned} \Delta P &= G_n \cdot f' + a \cdot v \cdot k' + \varepsilon v^2 a v - (G_n f'_1 + a v k'_1 + \varepsilon v_1^2 \cdot a v) = \\ &= \varepsilon \cdot a \cdot v (v^2 - v_1^2) \end{aligned}$$

Юқоридаги ифодага $G_n f'$, v , a , ε , v ва v_1^* қийматларини қўйиб ΔP топилганда кўрсатилган тупроқлар учун v нинг қиймати 134 ва 178 кг га тенг бўлиб, бу 5,0 км/соат ҳаракат тезлигидаги плуг қаршилик кучининг тахминан 8,93 ва 9,5 % ини ташкил этади.

* Ҳисоблаш пайтида қуйидаги қийматлар қабул қилинган;

$G_n = 1150$ кг; $f' = 0,35$; $b = 1,4$ м; $a = 0,22$ м ва $\varepsilon = 0,1 \cdot K'$.

27.1. Трактор двигатели характеристикасининг исалган ҳолда ўтиши

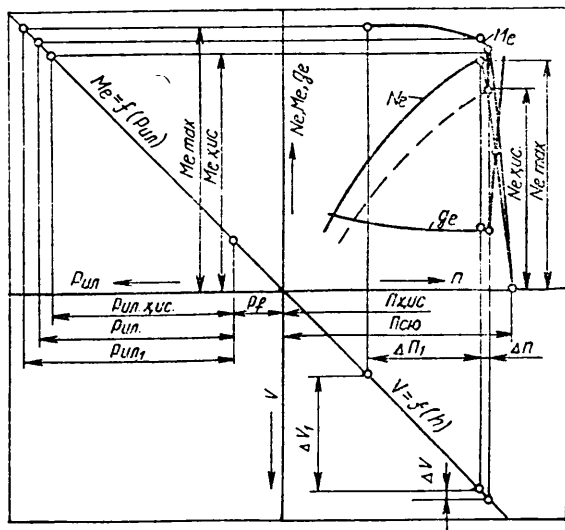
Юқорида (шу бобнинг 26- § ида) кўрсатиб ўтилганидек, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентининг маълум қийматларидагина двигателнинг энг тежамкор ишлашига эришиш мумкин. Шунинг учун трактор двигателининг асосий ўлчамлари лойиҳалаш пайтида мана шу тежамкор режимда ишлашга асосланиб топилиши керак. Бунда цилиндр ўлчамлари, двигатель габаритлари ва массаси бироз ортади, лекин бу трактор двигатели учун тежамкорликни ортишига қараганда камроқ аҳамиятлидир.

Аралашманинг бойитилиши ёки юқори босим насосининг ёнилғи беришини кўпайиши билан олинadиган ортиқча қувват, қишлоқ хўжалик машина-қуролларининг вақти-вақти билан ортадиган қўшимча қаршилигини енгиш учун ишлатилади.

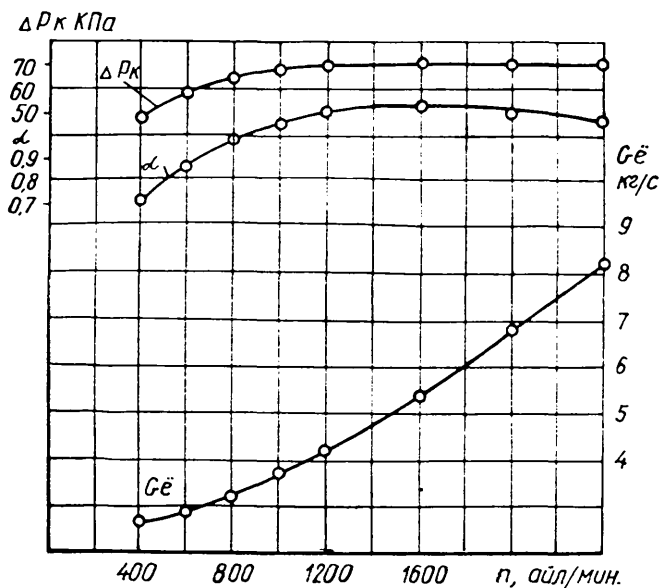
Замонавий трактор двигателларида нагрузка кўпайганда аралашманинг бойитилиши ёки насоснинг ёқилғи беришини орттирилиши автоматик равишда амалга оширилади.

Юқоридаги шартларга мос тушувчи трактор двигателининг характеристикаси 36- расмда кўрсатилган.

Ҳайдовда ишлаётган трактор двигатели максимал тежамкорликда $Ne_{хис}$ ҳосил қилади дейлик. Шу ҳисобий қувватга мос тушувчи илмоқдаги тортиш кучи $P_{ил, аис}$ га тенг бўлсин. Нагрузка вақтинча ортганда корректор ишга тушади ва ишчи аралашмани бойитиб, қувватни ҳамда буровчи моментни, демак, тортиш кучини $P_{ил}$ гача оширади. Тортиш кучининг бу ортиши билан бир қаторда айланиш-



36- расм. Трактор двигателининг характеристикасини чизма усулда таҳлил қилиш.



37-расм. ЗИЛ-130 карбюраторли автомобиль двигателининг салт юриш характеристикаси.

лар частотасининг ΔN га озайиши, тракторнинг юриш тезлигининг бироз (Δv) камайиши ва машина-трактор агрегатининг иш унумини пасайиши кузатилади. Нагруканинг бундан кейинги қисқа муддатли ортишида тортиш кучи $P_{ил_1}$ қийматигача кўтарилиши мумкин, айланишлар частотаси ва тезлик эса Δv_1 ва Δv_1 га камайди. Ёниш жараёни (дизеллар) учун қулай шароит ҳосил қилиш мақсадида қилинган ва корректорнинг ишлаш принципи билан алоқадор бўлган айланишлар частотасининг Δn га камайиши, ҳисобий қувватдаги айланиш ($n_{чис}$) частотасининг 5,0 % идан ортмаслиги керак. Бундай шарт, масалан, тракторнинг аниқ экадиган сеялка, пахта териш машинаси ва бошқа агрегатлар билан биргаликдаги ишлаш шароитларига боғлиқдир.

Салт юриш характеристикаси. Нагрукасиз салт юришда ишлаётган двигателнинг тежамкорлигини аниқлаш учун олинадиган салт юриш характеристикаси 37-расмда келтирилган.

Нагрукасиз ишлаётган двигателда дроссель заслонкасини очиб бориш билан тирсакли валнинг айланишлар частотаси ортади. Бу эса фойдасиз ёқилғи сарфини кўпайтиради. Бундан ташқари салт юришда двигатель ўта бой аралашмада ишлаганлиги учун ишлатилган газларнинг заҳарлилиги бир неча марта ортиб кетади. Шунинг учун таъминлаш системаси, двигателнинг турғун ишлаши таъминлангани ҳолда, энг кам ёқилғи сарфига созланиши лозим.

28-§. Асосий тушунчалар

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёқилғи ва ҳавонинг аралашуви цилиндрдан ташқарида — карбюраторда бошланади. Аралашмани тайёр бўлиб, тез ёниш ҳолатига келтирилиши эса двигатель цилиндрининг ичида киритиш ва сиқиш жараёнларида амалга оширилади.

Ёқилғи ва ҳаводан иборат ёнувчи аралашма тайёрлаш билан боғлиқ бўлган мураккаб жараёнлар комплексига *карбюрацияланиш* дейилади. Карбюрацияланиш жараёни ҳавони сўриш йўли бўйлаб, ёқилғини эса карбюратор каналлари орқали оқиши, тўзитгич орқали ўтиши, тўзитилиши ва уни ҳаво билан аралаштириши ҳамда буғланиши билан боғлиқ бўлган ишларни ўз ичига олади.

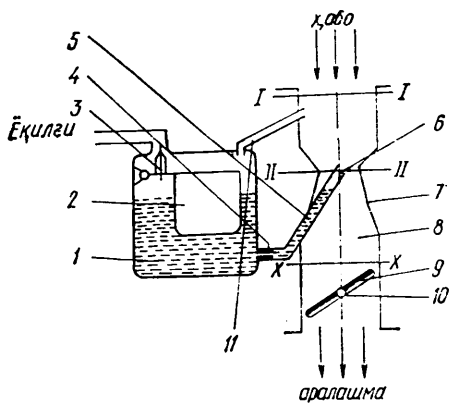
Ташқарида ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи бензинли двигателларда сарф бўлувчи ёқилғининг массасини дозаловчи, бензин ва ҳавонинг аралаштириши таъминловчи, шунингдек, двигатель цилиндрларига тушувчи аралашма массасини созловчи асбобга *карбюратор* дейилади.

Жиклёрли-тўзитгичли ва қалқович камерали биринчи карбюраторлар XX асрнинг бошларидан бошлаб двигателларга қўйила бошлаган. Ушандан бери карбюраторлар анча такомиллаштирилди ва энди улар двигателни барча иш режимларида етарли сифатдаги аралашма билан таъминловчи мураккаб механизмга айланди. Замонавий карбюраторлар мураккаб бўлишига қарамай, уларнинг асосини бир жиклёрли элементар карбюратор ташкил қилади. Ҳаво оқими пастдан юқорига, юқоридан пастга, жуфт ва горизонтал оқимли карбюраторлар бўлади.

Ҳозирги кунда ҳаво оқими юқоридан пастга қараб йўналган ва жуфт оқимли карбюраторлар энг кўп тарқалган. Уларда аралашма сифати анча юқори бўлиб, цилиндрлар аралашмага яхши тўлади, карбюратор коллекторлардан юқорида жойлашганлиги сабабли, уларга техник қаров ўтказиш энгил бўлади. Қиринш қаршилиги энг кам бўлган горизонтал оқимли карбюраторларда тўлдириш коэффициентини юқори бўлади, аммо бу карбюраторларда ҳаво тозалагични қулай қилиб жойлаштириш қийин бўлганлиги сабабли, амалда кам (асосан икки тактли двигателларда) қўлланилади.

29-§. Элементар карбюраторнинг иш жараёни

Бир жиклёрли элементар (оддий) карбюраторнинг схемаси 38-расмда келтирилган. Қиритиш тактида пёршень Ю. Ч. Н. дан П. Ч. Н. га ҳаракатланаётганида унинг юқорисидagi цилиндр бўшлиғида ҳосил бўлади, натижада карбюратор патрубогидан ўтаётган ҳаво оқими таъсирида тўзитгичнинг чиқиш тешигидан ёқилғи отилиб чиқади ва у ҳаво билан аралашиб киритиш трубаси орқали цилиндрга ўтади.



38-расм. Бир жикрли элементар карбюраторнинг схемаси:

- 1 — қалқовичли камера; 2 — қалқович; 3 — нинасимон клапан; 4 — ёқилғи жикрли; 5 — тўзитгич; 6 — чиқиш тешиги; 7 — диффузор; 8 — аралаштиргич камера; 9 — дроссель заслонкаси; 10 — заслонканинг ўқи.

сими камаяди. Тўзитгичдан оқиб чиқадиган бензиннинг массаси диффузордаги сийракланишга боғлиқ бўлиб, у аралашма таркибига таъсир қилади. Дроссель заслонкаси карбюраторнинг аралашма ўтадиган қирқимини ўзгартириб, цилиндрга юборилаётган аралашма массасини ўзгартиради. У ўқда бураладиган заслонкадан иборат. Карбюратор патрубогининг диффузордан дроссель заслонкасигача бўлган қисми аралаштиргич камераси деб аталади.

Тўзитгичдан оқиб чиқётган ёқилғининг тезлиги, диффузор қаллагидан ўтаётган ҳавонинг тезлигидан тахминан 25 марта кичик бўлади. Тўзиткичдан секин оқиб чиқётган ёқилғи диффузордан тез ўтаётган ҳаво билан учрашганда ўртача радиуси 0,1 . . . 0,3 мм бўлган бўлақчаларга бўлинади. Бу бўлинган ёқилғилар ҳаво оқими билан илаштирилиб олинади, сўнгра карбюратор ва киритиш труба-сидан ўтаётганда, уларнинг иссиқ деворларига тегиб қизийди ҳамда буғланади.

Юқорида кўриб ўтилган оддий карбюратор двигителнинг турли хил иш режимларида уни мақсадга мувофиқ ёқилғи аралашмаси билан таъминлай олмайди. Двигатель иш режимларига мос тушадиган ёнувчи аралашма тайёрлаш учун эса замонавий карбюраторларнинг тузилишига бир қанча қўшимча система ва мосламалар киритилиши керак.

1. Ҳавонинг кириш йўли бўйлаб оқиши. Ҳаво диффузорнинг энг кичик кесимидан ўтганда унинг тезлиги ортиб, босими камаяди. Киришдаги бурчаги 30° ва чиқишдаги бурчаги 7° бўлган бир текис юзали диффузорлардан фойдаланилганда яхши натижаларга эришилади. Амалда эса бир диффузорли карбюраторнинг габарит баландлигини камайтириш зарурлиги муносабати билан, айниқса, бу карбюраторлар диффузорларининг профили мўтаъдилдан фарқ қилади.

Қалқовичли камерада^а бензин сатҳини бир меъёрда сақланишини назорат қилиш учун ичи ғовак қалқович ўрнатилган. Қалқовичли камера ёқилғи билан етарли миқдорда тўлганда қалқович нинасимон клапанни уясига сиқиб камерага бензин киришини тўхтатади. Бензин сарф бўлиб сатҳи камайганда эса қалқович пастга тушиб, нинасимон клапан камерага бензин қирадиган тешикни очади. Қалқовичли камера юқорисидаги тешик камерани атмосфера билан боғлаб, босимни ўзгармас қилиб туради.

Диффузорда ҳавонинг тезлиги кескин ортиб, бо-

Бу эса ўз навбатида ҳаракатдаги оқимнинг сиқилишига ва энг катта сийракланиш зонасини ҳаво оқими йўналиши бўйлаб силжишига олиб келади. Карбюратор диффузорда ҳаво оқимининг ҳаракати кенг режимлар диапазонида турболент характерга эга бўлади. Ҳавонинг интенсив уурма турболент ҳаракати тўзитгичдан чиқаётган ёқилғини яхши парчаланиши учун зарурдир.

Узлуксизлик тенгламасига асосан исталган кесимдаги, шу жумладан, $x-x$ кесимдан ўтувчи (38-расм) ҳавонинг сарфи ўзгармай қолади ва қуйидаги ифодадан топилади:

$$G_x = W_x \cdot f_x \cdot \rho_x = \text{const} \quad (96)$$

Бу ерда G_x — вақт бирлигида киритиш канали бўйлаб оқувчи ҳавонинг массаси, кг/с;

W_x — $x-x$ кесимидаги ҳавонинг тезлиги, м/с;

f_x — $x-x$ кесимидаги трубининг юзаси, м²;

ρ_x — $x-x$ кесимидаги ҳавонинг зичлиги, кг/м³.

Карбюратор ва киритиш каналининг турли хил кесимларидаги босим айниқса катта нагрузкаларда кам ўзгаради. Текширувлардан маълумки, энг катта сийракланиш 2,0 кн/м² (0,2 кг/см² ёки 2000 мм. сув. уст) дан ортмайди. Сийракланишнинг бундай ўзгаришида ҳавони етарлича аниқлик билан сиқилмайдиган суюқлик деб қараш, унинг зичлигини эса киритиш канали бўйлаб ҳаёратланаётганда ўзгармас деб ҳисоблаш мумкин, яъни

$$\rho_0 = \rho_I = \rho_{II} = \rho_x \quad (97)$$

Бу ерда ρ_0 — киритишдаги ҳавонинг зичлиги, кг/м³.

У ҳолда (96) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{W_I}{W_{III}} = \frac{f_{II}}{f_I} = \frac{d_{II}^2}{d_I^2} \quad (98)$$

Келтирилган тенгламадан кўришиб турибдики, оқим тезлиги берилган кесим диаметрлари квадратларига пропорционалдир.

Энергиянинг сақланиш қонунига асосан

$$E = E_x + E_{\text{пI-x}}$$

Бу ерда E_x — $x-x$ кесимдаги оқимнинг энергияси;

$E_{\text{пI-x}}$ — қараб чиқилаётган участкада суюқлик (ёки ҳаво) оқими энергиясининг йўқотилиши.

Ҳаракатдаги ҳавони сиқилмайди, деб фараз қилганимиздан фойдаланиб қараб чиқилаётган икки кесим учун ёзиш мумкин:

$$gz_I + \frac{P_I}{\rho_0} + \frac{W_I^2}{2} = gz_{II} + \frac{P_{II}}{\rho_0} + \frac{W_{II}^2}{2} + \xi_{I-II} \frac{W_{II}^2}{2} \quad (99)$$

Бу ерда ξ_{I-II} — ҳавонинг I—I кесимдан II—II кесимга қараб ҳаракатланганда йўқотиш коэффициентини.

Эски бирликда

$$z_I + \frac{P_I}{\gamma_0} + \frac{W_I^2}{2g} = z_{II} + \frac{P_{II}}{\gamma_0} + \frac{W_{II}^2}{2g} + \xi_{I-II} \frac{W_{II}^2}{2g}$$

Бу ерда

z_I ва z_{II} — М; P_I ва P_{II} — кг/см²; γ — кг/м³; W_I ва W_{II} — м/с.

Қараб чиқилаётган кесимлар орасидаги сатҳлар фарқи унчалик катта эмас. Шунинг учун ҳаво зичлигини нисбатан катта эмаслигини эътиборга олганда, энергиянинг ўзгариш ҳолатини ҳисобга олмаслик мумкин, яъни

$$z_I = z_{II}$$

У ҳолда

$$P_I - P_{II} = \rho_0 \left[\left(1 + \xi_{I-II} \right) \frac{W_{II}^2}{2} - \frac{W_I^2}{2} \right] \quad (100)$$

Эски бирликда

$$P_I - P_{II} = \gamma_0 \left[\left(1 + \xi_{I-II} \right) \frac{W_{II}^2}{2g} - \frac{W_I^2}{2g} \right]$$

Карбюраторга киришдаги I — I кесимда $W_I = W_0 = 0$ ва $P_I = P_0$ деб ҳисоблаб, киришдаги ва қараб чиқилаётган кесимдаги босимлар орасидаги фарқ, x — x кесими орқали ҳаво оқими ҳолати учун тенг бўлади:

$$\Delta P_x = P_0 - P_x = \frac{W_x^2}{2} \cdot \rho_0 + \xi_{0-x} \frac{W_x^2}{2} \cdot \rho_0 \quad (101)$$

Эски бирликда

$$\Delta P_x = P_0 - P_x = \frac{W_x^2}{2g} \gamma_0 + \xi_{0-x} \frac{W_x^2}{2g} \cdot \gamma_0$$

Тенглама (101) дан кўриниб турибдики, карбюратор ёки киритиш йўлининг хоҳлаган кесимидаги сийракланиш оқим тезлигини ҳосил қилиш учун сарф бўлган $\frac{W_h^2}{2} \cdot \rho_0$ ва ҳавони карбюраторга кириши

бошланган (1 — 1 кесим) участкадан, то қараб чиқилаётган X — X кесимгача бўлган ораликдаги гидравлик қаршиликни енгитиш учун кетган $\xi_{0-x} \cdot \frac{W_x^2}{2} \cdot \rho_0$ энергия орқали аниқланади.

Ҳаво киритиш йўли орқали ҳаракатланаётганда унинг босими (сийракланиши) ўзгаради. Кесими торайиб борадиган ёки аниқ қаршилиги бор (ҳаво заслонкаси, диффузор, дроссель заслонкаси, киритиш клапани ва бошқалар) участкаларда сийракланиш нисбатан тезроқ ортади.

Дроссель заслонкасининг тўла очик ҳолатида киритиш йўлининг узунлиги бўйлаб сийракланишнинг ўзгариш эпюраси 39-расмда кўрсатилган. Оқим тезлигининг ўзгариши ҳисобига сийракланиш ўзгаришини баҳоловчи чизик (1) орқали ифода қилинган. Бунда кесим энг кўп қисқарган (диффузорнинг энг тор кесими) зонада ҳаво оқимининг тезлиги W_g юқори бўлганлиги сабабли, бу жойда сийракланиш ўзининг катта қийматига эришади. Кириш йўлининг гидравлик қаршилигини енгиш натижасида сийракланишнинг ўзгаришини белгилловчи чизик (2) карбюратор канали бўйлаб ҳаво силжиб борган сари ортади. Эгри чизик (3) орқали эса ҳаво оқими энергиясининг гидродинамик ташкил этувчисини аниқловчи сийракланишнинг йиғинди эпюраси тасвирланган. Диффузорнинг энг кичик кесимида $\Delta P_x = \Delta P_g^1$ бўлиб, ΔP_g^1 — диффузордаги сийракланишдир. Тўғридан-тўғри дроссель заслонкасидан кейин жойлашган кесимда $\Delta P_x = \Delta P_k$. Бу ерда ΔP_k — дроссель заслонкасининг орқасидаги сийракланиш. Диффузорнинг энг кичик кесими ҳаво оқимининг тезлиги нисбатан юқори бўлиши таъминланадиган қилиб танланади. Бунда ёқилғини интенсив тўзитилишига ва тўлароқ буғланишига эришилишига алоҳида эътибор берилади.

Двигатель дроссель заслонкаси тўла очик ҳолатда ишлаганида, карбюратордаги босимнинг (дросселдан кейинги сийракланиш) йўқотилиши иложи борича кам бўлиши керак, чунки ΔP нинг катта қийматлари карбюратор гидравлик қаршилигининг ортиқча кўпайиб кетганлигини ва бунинг натижасида тўлдириш коэффициентининг камайишини билдиради. Бир диффузорли карбюраторларда дроссель заслонкасининг тўла очик режимларида нисбатан тенг бўлади:

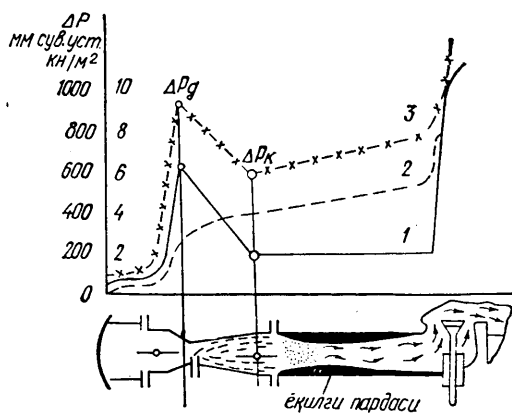
$$\Delta P_g / \Delta P_k = 2,0 \dots 2,2$$

X—X кесимдаги ҳавонинг тезлиги (101) тенгламадан топилади

$$W_{x1} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_x}{\rho_0 (1 + \xi_{0-x})}} \quad (102)$$

ёки

$$W_{x1} = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{0-x}}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_x}{\rho_0}} = \mu_x \cdot \sqrt{\frac{2 \Delta P_x}{\rho_0}}$$



39-расм. Карбюраторнинг ҳаво канали ва кириш йўли узунлиги бўйлаб сийракланишнинг ўзгариш эпюраси.

Бу ерда μ_k — қараб чиқилаётган кесимдаги тезлик коэффициенти,

$$\mu_x = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{0-x}}}$$
 У киритиш йўлининг гидравлик қаршилиги ҳисобига тезликнинг йўқотилишини, шунингдек, ҳавонинг сиқилувчанлиги эвазига киритиладиган тузатишларни ҳисобга олади.

Диффузорнинг энг кичик кесими учун

$$W_g = \mu_g \sqrt{2 \frac{\Delta P_g}{\rho_0}} \quad (102)$$

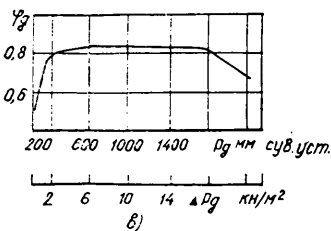
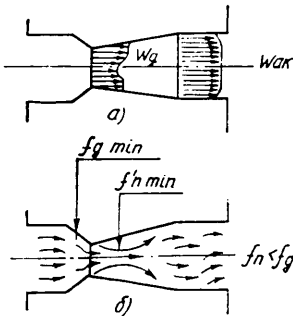
Бу ерда μ_g — диффузорнинг тезлик коэффициенти, $\mu_g = 0,8 \dots 0,9$.

Карбюратор диффузори кўндаланг кесимидаги ҳаво ҳаракатининг тезликлар эпюраси (40-расм, а) да ҳаво оқимининг характери ва диффузорнинг энг кичик кесимидан чиққанидан кейин оқимнинг сиқилиши (40-расм, б) да кўрсатилган. Диффузорнинг тор қисмидан кенг қисмига ўтишида оқим сиқилганлиги учун унинг энг кичик кесими, диффузорнинг минимал кесимидан бироз кичикроқ бўлади. Оқим сиқилишининг таъсири оқим сиқилиш коэффициенти α_c билан баҳоланиб, унинг қиймати оқим кесимининг энг кичик юзаси f_n ни, диффузор кесим минимал юзаси f_g га нисбати билан аниқланади:

$$\alpha_c = f_n / f_g$$

Диффузор учун

$$\alpha_c = 0,97 \dots 0,98$$



40-расм: Ҳавонинг диффузор орқали оқиши (W_{ak} — ҳавонинг ара-лаштиригич камерасидаги тезлиги)

Тезлик коэффициентининг оқим сиқилиши коэффициентига кўпайт-маси сарф коэффициенти ψ_g дейи-лади:

$$\psi_g = \alpha_c \cdot \mu_g$$

Агар диффузор ўтиш кесимининг минимал юзаси f_g м², шу кесимдан ўтувчи ҳавонинг тезлиги W_d , м/с ва сарф коэффициенти ψ_g маълум бўл-са, у ҳолда киритиш йўли орқали ўтувчи ҳавонинг массасини (96) тенглама бўйича аниқлаш мумкин:

$$G_x = W_d \cdot \rho_0 \cdot f_g$$

Ҳаво тезлигининг қийматини (102) тенгламадан (96) га олиб қў-йилгандан кейин, топамиз:

$$G_x = \psi_g \cdot f_g \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P_g \cdot \rho_0} \quad (104)$$

Эски бирликда

$$G_x = \psi_g \cdot f_g \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \Delta P_g \cdot \gamma_0}$$

Бу ерда f_g — м²; ΔP_g — кг/см²; ρ_0 ва γ_0 — кг/м³ да берилган.

Тажрибалар кўрсатадики, карбюратор диффузордаги сийракланиш $2 \dots 15 \text{ кн/м}^2$ ($200 \dots 1500 \text{ мм. сув. уст}$) бўлган ораликда ва диффузорнинг самарали шаклида φ_g амалда ўзгармай қолади (40-расм, в).

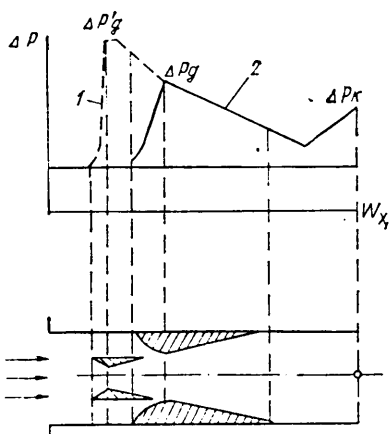
Диффузор диаметри камайтирилганда, гидравлик қаршилиқ ортанлиги сабабли $\Delta P_g / \Delta P_k$ нисбатан камаяди. Бу нисбатни ошириш мақсадида, икки ва уч диффузорли карбюраторлар қўлланилади. Кичик диффузордан чиқишдаги ҳавонинг тезлиги, катта диффузордаги максимал тезликка яқин бўлиши керак. Бунинг учун кичик диффузорнинг чиқиш қиррасини ҳаво оқими бўйлаб $4 \dots 5 \text{ мм}$ га силжитилади ва натижада ҳаво оқимининг сиқилиши ҳисобига тезлик максимуми ва сийракланишининг силжиши қопланади. Уч диффузорли карбюраторларда $\Delta P_g / \Delta P_k$ нисбатини $2,5 \dots 2,6$ гача оширилиши мумкин. Бир неча диффузор қўллаш натижасида, карбюраторнинг умумий баландлигини оширмаган ҳолда унинг гидравлик қаршилигини камайтиришга эришилади.

Кўп диффузорли карбюраторларда сарфнинг йиғинди коэффиценти бир диффузорлиларга қараганда бироз кичикроқдир. Шунинг учун улар диффузорлари ўтиш кесимларининг йиғиндиси бир диффузорлиларнинг ўтиш кесимидан каттадир. Бунинг натижасида ҳаво оқимининг тезлиги маълум даражада камаяди, шунга қарамай коэффицент ўзгармаган ҳолда сийракланиш ўзгаришининг диапазонини кенгайтиришга эришилади. 41-расмда икки (1 ва 2) диффузорли карбюратордаги ўзгаришининг эпюраси кўрсатилган.

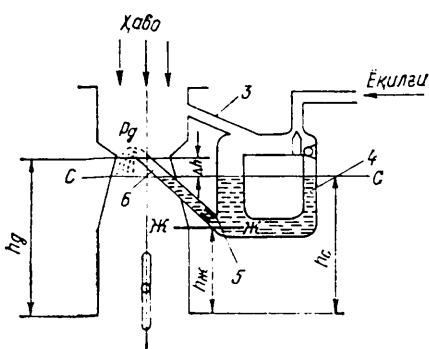
Эксплуатация шароитида диффузорларнинг ишлаш турғунлигига (φ_g ни $0,7 \dots 0,9$ чегарада сақланишига) диффузорни тайёрлаш технологияси ва унинг материали таъсир қилади. Мисол учун пластмассадан тайёрланган диффузорларни ишлатиш жараёнида юзасининг сифати ёмонлашиши ва оқибатда ҳаво тозалагич қоникарсиз ишлаганида абразив ейилиш содир бўлиши мумкин. Карбюратор узоқ вақт ишлаганидан кейин, диффузор ўлчамлари ва ҳолатини даврий текшириб туриш талаб қилинади.

2. Ёқилгининг тўзитгичдан оқиб чиқиши. Карбюратор орқали ёқилгининг ҳаракатланиш схемаси 42-расмда кўрсатилган. Қалқович шундай ўрнатилиши керакки, камерадаги ёқилғи сатҳи (h_0) тўзитгичнинг оғзидан (h_c) камидан $\Delta h = 4 \dots 8 \text{ мм}$ пастда бўлсин. Тўзитгич бундай жойлашса, двигатель ишламай турганда ёки автомобиль кўп қияланганда ёқилғи тўзитгичдан ўз-ўзидан оқиб кетмайди.

Тажрибаларнинг маълумотларига қараганда, тўзитгич учидagi сийракланиш диффузор девори ёнидаги сийракланишдан $20 \dots 25\%$ камдир. Шунга асосланиб



41-расм. Икки диффузорли карбюраторда сийракланиш эпюраси.



42- расм. Қарбюратор орқали ёқилғининг ҳаракатланиш схемаси:

3 — боғловчи канал; 4 — қалқовичли камера; 5 — ёқилғи жиклери; 6 — тўзитгич.

Δh — ёқилғи сатҳини тўзитгич учидан пастлиги ва тўзитгич деворини ёқилғи оқиб чиқишига тўсқинлик қилиши ҳисобига йўқотиш, м;

g — эркин тушиш тезланиши, м/с².

Жиклёр орқали ёқилғининг оқиб чиқиш тезлиги двигателнинг ишлаш режимига боғлиқ бўлади ва 0 . . . 5 м/с оралиғида ўзгаради.

Жиклёрдан оқиб чиқаётган ёқилғининг массасини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$G_{\epsilon} = f_{\text{ж}} \cdot \alpha_c^1 \cdot \mu_{\text{ж}} \sqrt{2 \cdot \rho_{\epsilon} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\epsilon} \cdot g)}$$

Бу ерда α_c^1 — ёқилғи оқимининг сиқилиш коэффициентини;

$f_{\text{ж}}$ — жиклёр кесимининг юзаси, м².

Ёқилғи оқимининг сиқилиш коэффициентини, жиклёрдан оқиб чиқаётган ёқилғининг кесимини жиклёр калибровка қилинган тешигининг юзасига нисбати билан аниқлаш мумкин.

Қарбюраторлар жиклёрларининг диаметрлари унчалик катта эмас (0,6 . . . 2,5 мм) шунга кўра бундай кичик тешиклар учун оқимнинг сиқилиш ва тезлик коэффициентларини аниқлаш анча қийин. Қарбюраторларни ҳисоблаш ва текшириш пайтларида одатда юқоридаги икки коэффициентнинг кўпайтмасидан иборат сарфнинг йиғинди коэффициентидан фойдаланилади:

$$\Phi_{\text{ж}} = \mu_{\text{ж}} \cdot \alpha_c^1$$

Шундай қилиб, сарфнинг якуний тенгламаси қуйидаги кўринишда эга бўлади:

$$G_{\epsilon} = \Phi_{\text{ж}} \cdot f_{\text{ж}} \sqrt{2 \cdot \rho_{\epsilon} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\epsilon} \cdot g)} \quad (106)$$

Сарф коэффициентининг қиймати жиклёрнинг тузилишига, шунингдек, ёқилғи оқиб чиқишини таъминловчи босимлар фарқига боғлиқ.

жиклёр орқали ёқилғининг оқиб чиқиш тезлигини аниқлаш мумкин:

$$W_{\text{ж}} = \mu_{\text{ж}} \sqrt{\frac{2}{\rho_{\epsilon}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\epsilon} \cdot g)} \quad (105)$$

Бу ерда $\mu_{\text{ж}}$ — ёқилғининг оқиши пайтидаги йўқотишни ҳисобга олувчи тезлик коэффициенти;

ρ_{ϵ} — ёқилғининг зичлиги, кг/м³;

ΔP_g — диффузорнинг энг кичик кесимидаги сийракланиш, мм.сув.уст.

Жиклёр калибровка қилинган қисмининг узунлиги $l_{ж}$ нинг диаметри $d_{ж}$ га нисбати билан аниқловчи қиймати катта аҳамиятга эга. Бу нисбат 5 дан 2 гача алмашганда, жиклёрнинг сарф коэффициенти жуда тез ўзгаради ва $l_{ж}/d_{ж} = 2$ бўлганда ўзининг энг катта қийматига эришади. Нисбат $l_{ж} \dots 2$ оралиғида бўлганда $\varphi_{ж}$ нинг қиймати деярли ўзгармайди. $l_{ж}/d_{ж}$ нинг кичик қийматларида сарф коэффициенти камаяди: бунда унинг қийматига жиклёр қирраларининг шакли, фаскаларининг характери, галтеллар ва калибровка қилинган қисми юзаларига ишлов бериш сифати таъсир қилади. $l_{ж}/d_{ж} = 2 \dots 3$ бўлган жиклёрларда $\varphi_{ж}$ нинг қиймати ўзининг турғун максимал қийматига эга бўлади. Бу пайтда жиклёр ўлчамларининг технологик жиҳатдан четга чиқиши сарф коэффициентининг қийматига ва жиклёрнинг ўтказиш қобилиятига деярли таъсир қилмайди. Жиклёрларни оммавий ишлаб чиқаришда брак камаяди ва бу ўз навбатида карбюраторларни доводка қилиш чоғида соддашларни соддалаштиради.

43-расмда коэффициентлари $\varphi_{г}$ ва $\varphi_{ж}$ ларни, карбюратор диффузоридаги сийракланиш $\Delta P_{г}$ га нисбатан ўзгариш чизмалари келтирилган. Ҳаво кам сарф бўладиган зонада $\varphi_{г}$ коэффициент сийракланиш 2000 н/м^2 (200 мм. сув. уст.) бўлгунча тез ортиб боради, сўнгра эса унинг қиймати турғунлашади. Ёқилғини тўзитгичдан оқиб чиқиши $\Delta P_{г} = \Delta h \cdot \rho_{г} \cdot g$ да бошланади. Сийракланиш $\Delta P_{г} > \Delta h \cdot \rho_{г} \cdot g$ гача ортиб борганда $\varphi_{ж}$ коэффициент узлуксиз ортади ва диффузоридаги сийракланиш жуда катта бўлгандагина унинг қиймати турғунлашади.

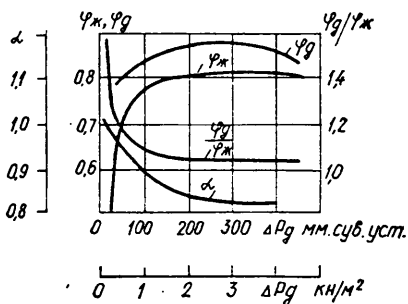
Мотор ёқилғисининг зичлиги катталашини билан амалда унинг қовушоқлиги ҳам ортади. Ёқилғи ҳароратининг кўтарилиши билан эса унинг қовушоқлиги камаяди, бу эса сарф коэффициентини ва ёқилғи сарфининг сезиларли даражада ортишига олиб келади.

Двигатель ёқилғисини бир турдан қовушоқлиги бошқача бўлган иккинчисига алмаштирилганда ҳам карбюратор созланишини, яъни жиклёрларнинг ўтказиш қобилиятини ўзгартириш керак. Худди шу нуқтаи- назардан ташқи муҳит ҳарорати сезиларли даражада ўзгарганда ҳам жиклёрлар ўтказиш қобилиятини ўзгартиришга тўғри келади.

3. Ҳаво ва ёқилғининг биргаликдаги оқиши. Қириш йўли орқали ўтувчи ҳаво ва ёқилғи сарфларининг ҳисоблаб топилган қийматлари $G_{х}$ ва $G_{г}$ лардан фойдаланиб ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти аниқлаш мумкин:

$$\alpha = G_{х}/D_{г} \cdot L_{н}$$

Бу ерда $L_{н}$ — ёқилғи биргина тўла ёниши учун керак назарий ҳаво массаси, кг.



43-расм. Ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти α ва сарф коэффициентлари $\varphi_{д}$ ҳамда $\varphi_{ж}$ ларни оддий карбюраторнинг диффузоридаги сийракланиш $\Delta P_{д}$ га боғлиқлиги.

Бу тенгламага (104) ва (106) тенгламалардан ҳаво ва ёқилғи сарфларининг қийматларини қўйиб топамиз:

$$\alpha = \frac{\Phi_g \cdot f_g \sqrt{2 \cdot \Delta P_g \cdot \rho_0}}{L_n \cdot \Phi_{ж} \cdot f_{ж} \sqrt{2 \cdot \rho_{\bar{e}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\bar{e}} \cdot g)}}$$

ёки

$$\alpha = \frac{1}{L_n} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\bar{e}}}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_g}{\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\bar{e}} \cdot g}} \quad (107)$$

$$\frac{1}{L_n} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\bar{e}}}} = \text{const} = C \text{ деб қабул қилиб оламиз:}$$

$$\alpha = C \sqrt{\frac{\Delta P_g}{\Delta p_g - \Delta h \cdot \rho_{\bar{e}} \cdot g}} \cdot \frac{\Phi_g}{\Phi_{ж}}$$

Юқоридаги тенгламада $\Delta h \cdot \rho_{\bar{e}} \cdot g$ нинг қиймати ΔP_g га нисбатан жуда кичик эканлиги учун уни эътиборга олмасдан ёзиш мумкин:

$$\alpha = C \cdot \frac{\Phi_g}{\Phi_{ж}} \quad (108)$$

Салт юришининг минимал айланишлар частотаси бундан мустаснодир. Чизмадан (43-расм) кўриниб турибдики, ΔP_g кўпайиши билан, яъни ҳаво сарфи ва двигатель нагрукаси ортиши билан $\Phi_g/\Phi_{ж}$ нисбат камаяди ва кичик нагрукка шароитида тез озайиб, анча катта ΔP_g кам ўзгаради. Тенглама (108) дан кўринадики, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини α сарфлар коэффициентларининг нисбатига пропорционал равишда ўзгаради, демак двигательнинг нагрукаси (ёки ΔP_g) ортиши билан элементар карбюраторда ёнувчи аралашма бойинди. Аралашманинг бойиши кичик ва ўрта нагруккаларда жуда тез ўтиб, катта нагруккаларда секинлашади.

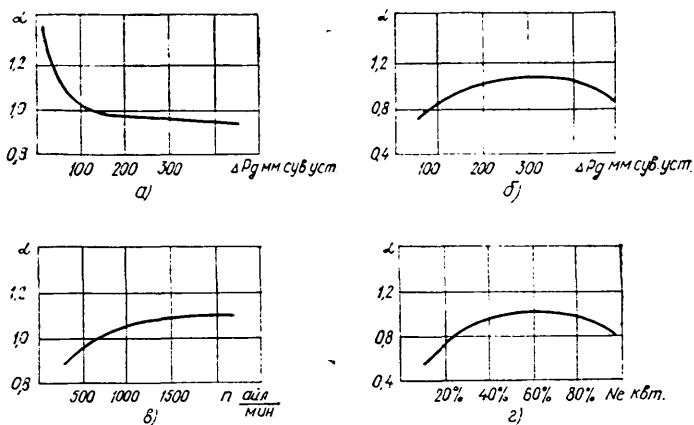
29. 1. Карбюратор характеристикалари

Карбюраторда тайёрланувчи ва ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини билан характерланувчи ёнувчи аралашма таркиби билан диффузордаги сийракланиш ўртасида алоқа ўрнатувчи боғланишга *карбюратор характеристикаси* дейилади. Одатда карбюратор характеристикаси $\alpha = f(\Delta P_g)$ функциясида чизма равишда ифодаланади.

Карбюраторнинг қуйидаги характеристикалари бўлади:

- элементар (оддий) карбюратор характеристикаси;
- исталган (идеал) карбюратор характеристикаси;
- карбюраторнинг тезлик бўйича характеристикаси;
- карбюраторнинг нагрукка бўйича характеристикаси.

Элементар карбюратор характеристикаси 44-расм, (а) да тасвирланган. Сийракланишнинг ўта кичик қийматларида аралашма жуда камбағал бўлиб, ΔP_g ортиши билан жуда тез бойиб боради. Ҳаво ортиқчалик коэффициентининг қиймати $\Delta P_g = 80 \text{ мм.сув.уст} = 0,008 \text{ кг/см}^2$ да бирга тенг бўлиб, ΔP_g нинг бундан кейинги ортишида аралашманинг бойиш интенсивлиги камаяди ва анча катта нагрукка-



44- расм. Оддий ва исталган карбюратор характеристикалари.

ларда α ўзининг турғун қийматига эга бўлади. Элементар карбюратор характеристикасининг бундай ҳолатда ўтиши, двигатель иш режимларининг талабларига мутлақо жавоб бера олмайди. Кичик нагрузкада двигатель бой аралашма талаб қилади, аммо элементар карбюратор камбағал, ўрта нагрузкада двигатель камбағал аралашмада ишлаши мумкин бўлган пайтда эса бой аралашма тайёрлаб беради. Бу талаблар исталган (идеал) карбюраторда тўла амалга ошади.

Исталган (идеал) карбюратор характеристикаси 44-расм (б) да тасвирланган. Дроссель заслонкаси кўпроқ берк бўлганида (двигатель салт ишлаш, юргизиш ва ўта кичик нагрузкаларда ишлаганида), диффузордаги ҳаракат тезлиги пасаяди ва ёқилғининг диффузордан ўтувчи ҳаво билан тўзилиши ёмонлашади. Шунинг учун бундай шароитда исталган карбюратор бой аралашма тайёрлаб бериши керак.

Диффузордаги сийракланиш кўпайиб борган сари, ҳавонинг ҳаракат тезлиги ортиб, ёқилғининг тўзилиши яхшиланади. Бундай шароитда юқори тежамкорликка эришиш учун, сийракланиш ортиши билан, ёнувчи аралашма енгил камбағаллашиб бориши керак. Демак, карбюраторга, двигательнинг ишлаш режимлари талабига мувофиқ, оддий карбюратор характеристикасини тузатадиган элементлар киритилиши зарур.

Карбюраторнинг тезлик бўйича характеристикаси 44-расм (в) да кўрсатилган бўлиб, бунда айланишлар частотаси ўзгариши билан ёнувчи аралашма таркибини талаб қилинган ҳолатда алмашиши тасвирланган. Тирсақли валнинг кичик айланишлар частотасида диффузордан ўтувчи ҳавонинг тезлиги камайганлиги сабабли ёқилғининг тўзитилиши ёмонлашади. Бундай шароитда ёқилғининг киритиш трубази, цилиндр ва поршень тубининг деворларига ўтириб қолиш эҳтимоллиги ортади. Шунинг учун бой аралашма тайёрланиши керак. Айланишлар частотаси ортиши билан карбюраторда тайёрланувчи аралашманинг сифати яхшиланади. Бундай шароитда ёнувчи аралашма

таркибини бироз камбағаллаштириши, двигателни тежамкор ишлашига олиб келади.

Карбюраторнинг нагрузка бўйича характеристикасида (44-расм, г) двигателнинг нагрузкаси ўзгариши билан ёнувчи аралашма таркибини талаб қилинган ҳолатда алмашиши тасвирланган. Чизмадан кўриниб турибдики, кичик нагрузкаларда (салт ишлаш ва юргизишда) аралашманинг бой бўлиши талаб қилинади, чунки бундай шароитда карбюраторда ҳаво ва ёқилғининг етарли даражада аралашини учун шароит бўлмайди. Цилиндрга тушувчи аралашманинг массаси тубдан камайганлиги сабабли у, ўзгармас сиқиш даражасида етарлича сиқилмайди ва шунинг учун тўлиқ ёнмайди. Кичик нагрузкада цилиндрга бой аралашма етказиб бериш, унинг нормал ёнишини таъминлаши мумкин.

Нагрузка ортган сари дроссель заслонкаси каттароқ очилиб, диффузордан ўтаётган ҳавонинг ва тўзитгичдан чиқаётган ёқилғининг тезликлари кўтарилиб боради, натижада карбюраторда тайёрланаётган аралашманинг сифати яхшиланади. Шунингдек, нагрузка ортганда, цилиндрга тушувчи ёнувчи аралашманинг массаси ҳам кўпаяди. Бундай шароитда, двигателни тежамкор ишлаши учун аралашма бироз камбағал бўлиши талаб қилинади.

Тўла нагрузка шароитида, ёнувчи аралашманинг энг катта тезлик билан ёниши талаб қилинади. Шунинг учун двигатель, максимал қувватда ишлаганида, ёнувчи аралашма бироз бойитилиши керак.

Карбюратор характеристикаларининг таҳлили шунини кўрсатадики, элементар карбюратор двигателнинг турли иш режимларида, етарли ҳолатдаги аралашма таркиби билан таъминлай олмайди. Двигателнинг ҳар хил иш режимларини қаноатлантирадиган ёнувчи аралашма тайёрлаш учун, замонавий карбюраторлар тузилишига бир қатор талаблар қўйилади.

30-§. Замонавий карбюраторларга қўйиладиган талаблар

Двигателни юргизиб юбориш пайтида тирсакли валнинг айланишлар частотаси жуда кичик бўлади, натижада тўзитгичнинг жиклёрларидан ёқилғи оқиб чиқиши учун, аралашма тайёрлаш камерасида сийракланиш етарли бўлмайди. Айнан бу ҳолда карбюраторда ўта бой ёнувчи аралашма тайёрланиши талаб қилинади.

Двигатель нагрузкасиз (салт ишлаш режимида) ва тирсакли валнинг кичик айланишлар частотасида ишлаганида, цилиндрга озгина ёнувчи аралашма тушади. Салт ишлашда цилиндрга нормал ёнишни таъминлаб туриш учун, ёнувчи аралашма ўта бой ($\alpha = 0,5 \dots 0,6$) бўлиши талаб қилинади.

Маълумки, ҳар қандай карбюраторнинг аралаштиргич камерасидаги сийракланиш даражаси, дроссель заслонкасининг очиқлик ҳолатига боғлиқ. Камерадаги сийракланиш ортиши билан, яъни кичик нагрузкадан ўрта нагрузкага ўтилганида, аралашма аста-секин камбағаллашиб ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$) бориши керак. Бу билан ўрта нагрузкада двигателнинг тежамкор ишлашига эришилади.

Двигатель, дроссель заслонкаси тўла очилганида, ўзининг энг тежамкор ишлаш режимидан, максимал қувват ҳосил қилиш режимига ўтади. Бундай шароитда ёнишни юқори тезлик билан таъминлаш мақсадида, аралашма $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ гача бойитилиши лозим.

Двигателни ишлатиш жараёнларида, кўпинча, айланишлар частотасини ёки нагрукани тезлик билан оширишга тўғри келади. Тажрибаларнинг кўрсатишича, бундай ҳолларда ёнувчи аралашма кескин камбағаллашади. Оқибатда беқарор иш режимига ўтиб, ўчиб қолиши мумкин. Шу сабабли дроссель заслонкаси тез очилганида аралашма кўшимча миқдорда ёқилғи бериш йўли билан бойитилиши ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$) керак.

Юқоридаги талабларни қондириш мақсадида, ҳозирги замон карбюраторларига бир қатор система ва мосламалар ўрнатилади.

31- §. Карбюратор системалари

Элементар карбюратор характеристикасини ўзгартириш ва уни инсталган карбюратор характеристикасига яқинлаштириш мақсадида, шунингдек, двигателни барча иш режимларида нормал аралашма билан таъминлаш учун, замонавий карбюраторларга асосан қуйидаги системалар ўрнатилади:

двигателни ишончли юргизилишини таъминловчи юргизиб бориш системаси;

двигатель нагрукасиз ва ўта кичик нагрукаларда ишлаганида, аралашмани бойитиб берувчи салт ишлаш системаси;

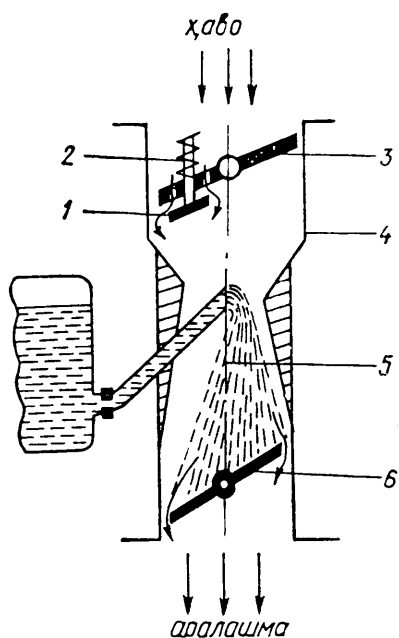
асосий иш режимларида двигателни аралашма билан таъминловчи асосий дозалаш (компенсациялаш) системаси;

энг катта нагруккага ўтилганда аралашмани бойитиб берувчи бойитгич (экономайзер) системаси;

дроссель заслонкаси тез очганда (нагрукка бирданга ортганда) аралашма-ни бойитиб берувчи тезлатгич системаси.

Юргизиб юбориш системаси. Ташқи муҳитнинг ёки цилиндр деворларининг ҳарорати юқори бўлганда, карбюраторли двигателни юргизиш энгил бўлади. Ҳарорат паст бўлганда эса, ёнувчи аралашма тайёрлаш жараёни қониқарсиз ўтади. Тўзитгичдан оқиб чиқувчи ёқилғининг оғир фракциялари яхши парчаланмайди, киритиш коллектори ва цилиндрнинг деворларига томчи ҳолатида ўтириб қолади, шунинг учун цилиндрга кирган аралашма кўпинча ўта камбағаллашиб, двигателни юргизиб юбориш қийинлашади. Шу сабабли совуқ двигателни юргизишда ёнувчи аралашмани ($\alpha = 0,3 \dots 0,4$) бойитишга тўғри келади.

Замонавий карбюраторларда юргизишни энгиллаштириш учун, кўпинча, кабинадан бошқариладиган ҳаво заслонкаси (45-расм) ва баъзи бир ҳолларда махсус жиклёрлар қўлланилади. Ҳаво заслонкаси карбюраторнинг ҳаво киритиш патрубогига ўрнатилади. Двигателни ишга туширишда заслонка ёпиб қўйилади. Шунда карбюраторнинг асосий дозаловчи системасида пайдо бўладиган сийракланиш кескин кучайиб ёқилғи кўп миқдорда келади ва ёнувчи аралашма бойиб, двигателни юргизиш осонлашади.



45- расм. Карбюратор ҳаво заслонкасининг схемаси;

1 — автоматик клапан; 2 — пружина; 3 — ҳаво заслонкаси; 4 — ҳаво киритиш патрубogi; 5 — аралаштиргич камера; 6 — дроссель заслонкаси.

Ёнувчи аралашмани ортиқча бойитмаслик учун ҳаво заслонкасига пластина шаклидаги автоматик клапан ўрнатилади. Бу клапан пружина ёрдамида берк ҳолатида сақланади ва двигатель ишга тушиб, ҳаво сарфи ҳамда айланишлар частотаси орта бошлаши билан кучайган сийракланиш таъсирида автоматик равишда очилади. Двигатель маълум даражада қизиганда, клапандан ўтаётган ҳаво массаси етарли бўлмай қолганлиги учун ҳаво заслонкаси тўла очиб қўйилиши керак. Акс ҳолда ёнувчи аралашманинг ҳаддан ташқари бойиши натижасида аралашма ёнмай, двигатель ўчиб қолиши мумкин.

Двигателни юргизиш пайтида, аралаштиргич камерасида тўла сийракланиш ҳосил қилиш мақсадида, ҳаво ва дроссель заслонкалари тортқи ҳамда ричаг юритмалари орқали тутатиб, ҳаво заслонкаси ёпилганда дроссель заслонкаси $10 \dots 12^\circ$ га очилади.

Салт ишлаш системаси. Салт ишлаш системаси двигатель нагр

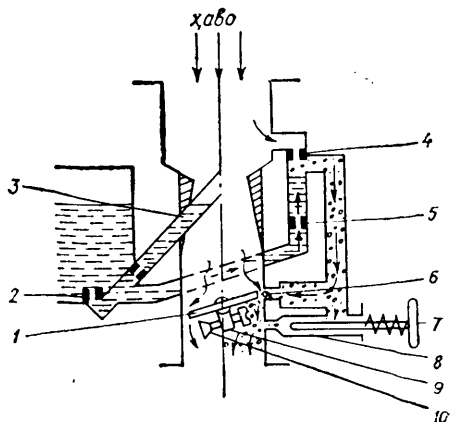
рузкаси ва тирсақли вал кичик айланишлар частотасида ишлаганда сифатли аралашма тайёрлаб бериш учун хизмат қилади. Кўрсатилган режимларда двигательни турғун ишлашини таъминлаш учун, дроссель заслонкасининг орқасида ҳосил бўладиган сийракланишдан фойдаланилади.

Салт ишлаш системасининг схемаси 46- расмда кўрсатилган. Салт ишлаш пайтида дроссель заслонкаси охиригача беркитилганда, унинг орқасидаги карбюратор бўшлиғида кучли сийракланиш ҳосил бўлади. Бу ҳолда ёқилғи асосий дозалаш системасидан салт ишлаш жиклери (46- расмда стрелкалар билан кўрсатилганидек) орқали каналлар бўйлаб чиқиш тешигига келади. Ёқилғи салт ишлаш системасининг каналлари бўйлаб ҳаракатланганда, унга жиклёр 4 орқали кирган ҳаво аралашиб, эмулсия ҳосил қилади. Чиқиш тешигида конуссимон ростилаш винти ўрнатишган. Бу винтнинг ҳолати ўзгартирилганда, эмулсия ўтадиган чиқиш тешигининг ўтказиш кесими ўзгаради, бу эса ёнувчи аралашма массасининг ўзгаришига олиб келади.

Баъзи конструкциядаги карбюраторларда ростилаш винти салт ишлаш системасининг ҳаво жиклери тешигига ўрнатилади, бу ҳолда ёқилғини эмульсиялаш учун киритиладиган ҳавонинг массаси ўзгартирилади.

Дроссель заслонкасининг юқорисидаги тешик салт ишлаш системасидаги сийракланишни камайтиради ва дроссель заслонкаси очила бошлагач, бу тешикдан эмульсия оқиб чиқиб, двигателни салт ишлашдан кичик нагрузкага равон ўтиб кетиши таъминланади. Кейинчалик, дроссель заслонкаси очилиши билан, асосий дозалаш системаси ишга тушганлиги учун, салт ишлаш системаси ўз ишини тўхта-та боради ва нагрузка тахминан 40% гача ортганда, ёқилғи фақат асосий дозалаш системаси орқали берил-ла бошлайди. Бу икки системанинг биргаликда иш-лаши натижасида, кичик ва ўрта нагрузкаларда, карбюратор характеристикасини мақсадга му-вофиқ ҳолда ўтишга эришилади.

Салт ишлашда ёнувчи аралашманинг массасини ўзгартириш учун, тиракнинг винти ўрнатилган бўлиб, у дроссель заслонкасининг энг кичик очилиш бурчагини ростлашга мўлжалланган.



46- расм. Салт ишлаш системасининг схемаси:

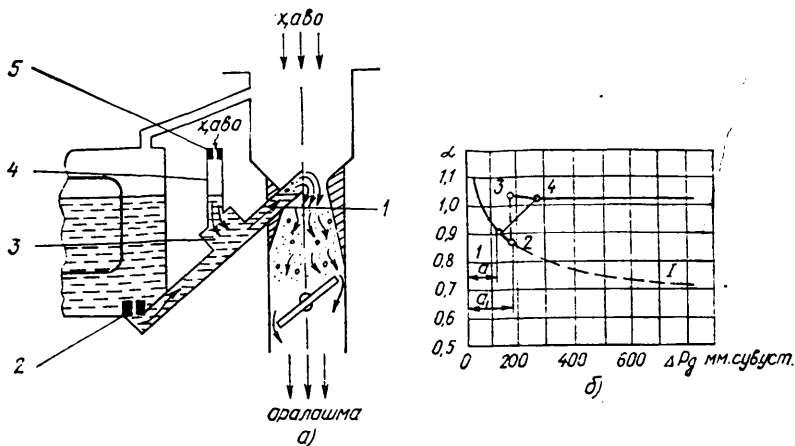
1 — дроссель заслонкаси; 2 ва 3 — асосий до-
залаш системасининг жикллери ва тўзитичи; 4 —
ҳаво жикллери; 5 — салт ишлаш жикллери; 6 —
салт ишлашдан кичик нагрузкага равон ўтишни
таъминловчи тешик; 7 — ростлаш винти; 8 — чи-
қиш тешиги; 9 — винт; 10 — тирак.

31. 1. Асосий дозалаш системасида аралашма таркибини компенсация қилиш

Кичик сийракланишлар (~ 100 мм. сув. уст.) чегарасида аралашма $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ гача бойитилгандагина двигатель турғун ишлаши мум-кин. Сийракланиш ортиши билан двигателни сифатли аралашма би-лан таъминлаш учун аралашмани камбағаллаштириб бориш керак. Лекин диффузордаги сийракланиш ортганда, оддий карбюратор ара-лашмани камбағаллаштирамайди ва оқибатда соатли ёқилғи сарфи кў-пайиб кетади.

Шундай қилиб, тежамкор ишлаётган двигатель карбюраторидан, сийракланиш ортиши билан аста-секин камбағаллашиб борувчи ара-лашма олиши керак.

Аралашмани исталган ҳолда камбағаллашишига эса, унинг тар-кибидаги ёқилғи массасини камайтириш йўли билан эришиш мақсад-га мувофиқдир. Ёнувчи аралашмани, унга қўшилиувчи ҳаво масса-сини кўпайтириш йўли билан камбағаллаштириш мумкин эмас, чунки унинг массаси, берилган двигатель учун, дроссель заслон-касининг очиқлик даражасига ва тирсақли валнинг айланишлар



47- расм. Ёқилғиси пневматик тормозланадиган карбюраторнинг (а) схемаси ва унинг (б) характеристикаси:

1 — тўзитгич вайчаси; 2 — асосий ёқилғи жикллари; 3 — ҳаво камераси; 4 — ҳаво трубкаси; 5 — ҳаво жикллари.

частотасига боғлиқ. Улар эса ўз навбатида нагрузка йўл қаршилиги ва ҳаракат тезлигига қараб ўзгариб туради.

Двигатель кичик нагрузкадан ўрта нагрузкага ўтганда, ёнувчи аралашма таркибини талабга мос келадиган қилиб автоматик равишда камбағаллаштиришга, *аралашма таркибини компенсация (корректировка) қилиш* дейилади ва у, карбюратор асосий дозалаш системаси томонидан амалга оширилади. Автотрактор двигателларининг замонавий карбюраторларида аралашма таркибини компенсация қилишининг асосан қуйидаги усуллари ишлатилади:

жиклёр олдидаги сийракланишни сунъий камайтириш (ёқилғини пневматик тормозлаш) билан;

компенсацияловчи ва икки жиклёр қўллаш билан;

диффузордаги сийракланишни сунъий камайтириш билан;

асосий жиклёрнинг ўтказиш кесимини сунъий кичрайтириш билан.

Жиклёр олдидаги сийракланишни сунъий камайтириш (ёқилғини пневматик тормозлаш) системаси. Қўпчилик автотрактор двигателларининг карбюраторларида турғун ишловчи ва ҳаракатланувчи қисмлар кам бўлган, ёқилғини пневматик усулда тормозлаш системаси ишлатилади. Бу усул асосий ёқилғи жикллари олдидаги сийракланишни сунъий камайтиришга асосланган. Бундай карбюраторнинг схемаси 47 (а) да кўрсатилган.

Двигатель ишламаётганда ва дроссель заслонкаси тўла ёпиқ бўлганда, қалқовучли камерада ҳамда тўзитгичнинг найчасида ёқилғининг сатҳи бир хил бўлади. Двигатель, дроссель заслонкаси очила бошлаган ҳолда ишлаганда, диффузорда сийракланиш ҳосил бўлиб, ёқилғи тўзитгичдан диффузорга тушади, тўзийди ва ҳаво билан аралашади.

Тўзитгич кесими жиклёр кесимидан катта бўлганлиги сабабли, диффузордаги сийракланиш ортиши билан тўзитгичдаги ёқилғи сатҳи пасаяди ва охири сийракланиш тўзитгич орқали ҳаво камерасига берилади. Энди тўзитгичдан оқиб чиқувчи ёқилғининг массаси, ҳаво камерасидаги сийракланишга ва жиклёрнинг кесимига боғлиқ бўлиб қолади. Агар бирор йўл билан ҳаво камерасидаги сийракланишни камайтиришга эришилса, у ҳолда жиклёрдан оқиб чиқувчи ёқилғининг массаси ҳам озаяди. Каналдаги сийракланишни камайтириш учун эса ҳаво жиклёрли канал ўрнатилган. Бу канал ва ҳаво жиклёри ёрдамида ҳаво камерасидаги, яъни асосий ёқилғи жиклёри олдидаги сийракланишни камайтиришга эришилади ҳамда жиклёр орқали ёқилғи сарфи камаяди. Демак диффузордаги сийракланиш катта бўлганда, диффузорга ҳаво жиклёри ва тўзитгич орқали ёқилғи билан бирга ҳаво кела босилади. Натижада эмульсия ҳосил бўлиб, тўзитгичдан чиқувчи ёқилғини яхши парчаланишига эришилади. Асосий ва ҳаво жиклёри кесимларининг ўлчамларини ўзгартириш йўли билан карбюратор характеристикасини талаб қилинган кўринишга яқинлаштириш мумкин.

Аралашмани компенсация қилишнинг юқоридаги усули қўлланилган карбюраторнинг характеристикасини (47-расм, б) қараб чиқайлик. Агар ҳаво жиклёрли канал бўлмаганда карбюраторнинг характеристикаси, оддий карбюратордаги каби 1 кўринишга эга бўларди.

Диффузордаги сийракланиш а қийматига эга бўлганда (1-нуқта) тўзитгичдан ёқилғи оқиб чиқа бошлади. Сийракланиш орган сари тўзитгичдаги ёқилғи сатҳи камаяди ва сийракланиш a_1 га тенг бўлганда, ҳаво канали ишга тушиб камерадаги сийракланишни озайтиради.

Канал ишга тушган заҳоти, диффузорга тушувчи ёқилғининг массаси бирданига камаяди.

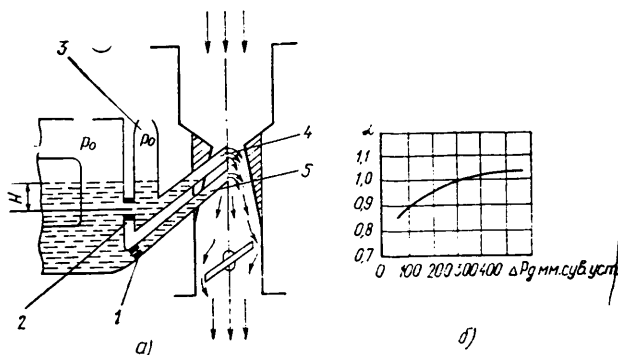
Бу, назарий олганда, характеристика чизмасининг 2 — 3 кесмаси (47-расм, б) билан характерланувчи, амалда эса 1 нуқтадан 4 нуқтагача бир текис ўзгарувчи аралашма таркибига эга бўламиз.

Карбюраторларнинг мавжуд конструкцияларида тўзитгичнинг трубкасига эмульсион трубка ўрнатилади. Эмульсион трубканинг тешиклари бир неча қатр қилиб жойлаштирилган бўлади. Диффузордаги сийракланиш ортиши билан кўпроқ тешиклар очила бошлайди.

Ёнувчи аралашма бир текисда камбағаллашиб боради, бу эса исталган карбюраторнинг характеристикасига айнан мос келади.

Компенсацион қудуқча ва икки жиклёрли система. Бу карбюраторда (48-расм, а) асосий жиклёр ва тўзитгичнинг трубкасидан ташқари яна компенсацион жиклёр ва унинг тўзитгичи ҳам бўлади. Компенсацион жиклёр қалқовучли камера ва компенсацион қудуқча орасидаги каналга ўрнатилади.

Двигатель ишламай турганда қалқовучли камера, компенсацион қудуқча ва тўзитгичларда ёқилғининг сатҳи бир хил бўлади. Қалқовучли камера ҳамда компенсацион қудуқчада, ёқилғи устидаги ҳавонинг босими атмосфера босимига тенг бўлади.



48-расм. Компенсацион жиклёрли карбюратор (а) схемаси ва унинг (б) характеристикаси:

1 — асосий жиклёр; 2 — компенсацион жиклёр; 3 — компенсацион қудуқча; 4 ва 5- компенсацион ва асосий тўзитгичлар

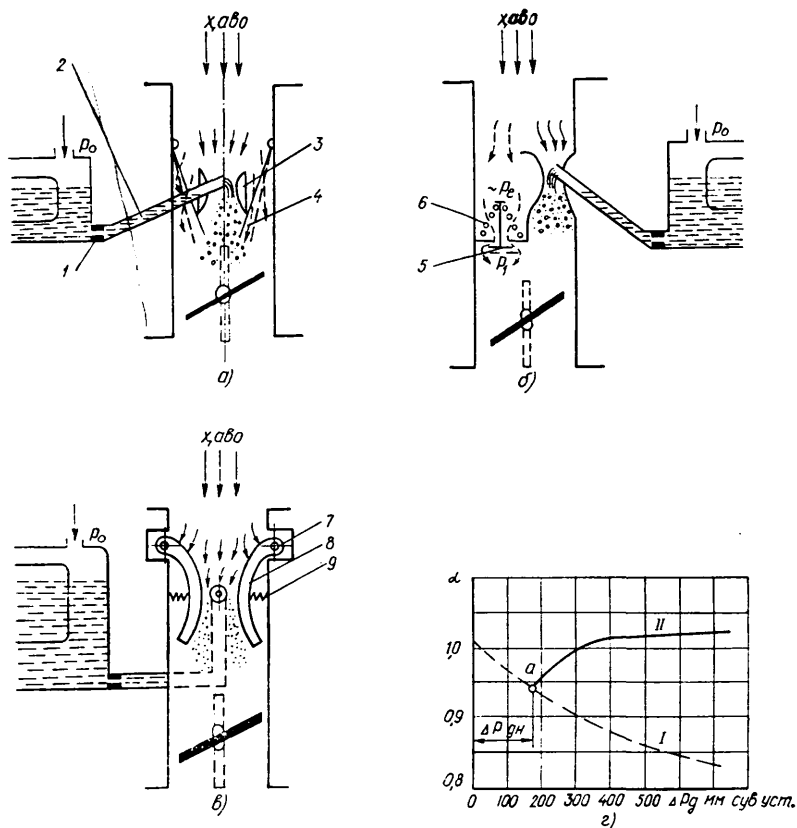
Двигатель ишга тушиб, дроссель заслонкаси очилиши ва диффузордаги сийракланишнинг ортиши билан, асосий жиклёр орқали ёқилғининг сарфи кўпайиб боради. Бу айнан элементар карбюраторнинг дозалаш системасидаги каби ортади.

Компенсацион қудуқчадан атмосфера босими ва диффузордаги босимлар фарқи таъсирида, тўзитгичнинг трубкаси орқали диффузорга қўшимча миқдорда ёқилғи туша бошлайди. Босимлар фарқи ортган сари компенсацион қудуқчадан келаётган ёқилғи массаси ҳам кўпаяди. Ёқилғи массасининг кўпайиши, компенсацион жиклёрга тушгунча давом этади. Шундан кейин компенсацион қудуқчада ва тўзитгичнинг трубкаси орқали диффузорга тушаётган ёқилғининг массаси ўзгармай қолади. Ёқилғи сарфи диффузордаги сийракланишга эмас, балки қалқовучли камера ва қудуқча орасида ҳосил бўладиган H ёқилғи баландлигининг босимига боғлиқ бўлиб қолади. Бу 48-расм (б) да келтирилган эгри чизиқларда ҳам ўз ифодасини топган.

Дастлаб асосий ва компенсацион жиклёрлар биргалликда иш бошлаган пайтда аралашма тез бойиб боради, сўнгра Δp_d ортган сари камбағаллашади. Жиклёрнинг кесимларини тўғри танлаш йўли билан, ёнувчи аралашманинг керакли сифатдаги таркибини ҳосил қилиш мумкин.

Компенсацион жиклёрли карбюраторлар узоқ вақт давомида кенг тарқалган эди. Ушбу схема билан $K = 14$, $MKЗ = 10$, $MKЗ = 14$ ва бошқа карбюраторлар ишлаб чиқарилди.

Диффузордаги сийракланишни сунъий камайтириш системаси. Диффузор орқали ўтувчи ҳавонинг массасини ўзгартириб, зарур таркибли ёнувчи аралашмани олиш мумкин. Бунинг учун карбюратор девори билан ўрта диффузор оралиғига ҳаво ўтказувчи клапан вазифасини берувчи эластик пластиналар ўрнатилади (49-расм, а). Двигатель ишламаганда ёки диффузордаги сийракланиш жуда кичик бўлганда, бу пластиналар ўз эластиклиги билан диффузорнинг таш-



49- раом. Диффузордаги сийракланиш ўзгартирилган системали карбюраторнинг (а, б, в) ва (г) схемали характеристикаси:

1 — ёқилғи жиклэри; 2 — тўзитгич; 3 — кичик диффузор; 4 — эластик пластинчали катга диффузор; 5 — клапан; 6, 9 — пружина; 7 — ўқ; 8 — қўзғалувчи пластинчалар.

қи деворларига сиқилиб туради ва бу пайтда барча ҳаво асосий диффузор орқали ўтади. Ёқилғи диффузорга, элементар карбюратордаги каби жиклёр ва тўзитгич орқали тушади ва дастлабда $\Delta \rho_{д}$ ортиши билан аралашма бойийди. Дроссель заслонкаси очилган сари ҳавонинг тезлик босими қўтарилади ва сийракланиш $\Delta \rho_{дн}$ қийматига эришганда унинг кучи пластиналар эластиклигини енгишга етарли бўлиб қолади. Сийракланишнинг бундан кейинги ортишида пластиналар диффузор деворидан, тезлик босими таъсирида сурилиб очилади, натижада ҳавонинг бир қисми диффузорни четлаб ўтиб, аралаштиргич камерасига тушади. Бунда, диффузор орқали ўтаётган ҳавонинг нисбий массаси камайганлиги сабабли, ёнувчи аралашма камбағаллашади.

Бундай системали карбюраторда аралашма таркибини сийракланишга нисбатан ўзгарishi 49-расм (г) да кўрсатилган. Дастлаб аралаш-

ма а нуқтагача, карбюратор оддий карбюратор каби ишлаганлигидан бойиб боради. Сўнгра сийракланиш $\Delta p_{дн}$ дан ортганда пластиналар очилади. Ҳавонинг бир қисми диффузорни четлаб ўтиб аралашмага қўшилиши сабабли, ёнувчи аралашма камбағаллашади. Пластиналар эластиклигини танлаш йўли билан аралашманинг камбағаллашишини талаб қилинган ҳарактерда ўзгаришига эришиш мумкин.

Диффузордаги сийракланиш маълум қийматга етганда очилиб, диффузорни четлаб ўтувчи махсус клапан (49-расм, б) ишлатилганда ҳам юқоридагидек натижага эришса бўлади. Кичик сийракланишда клапан пружина ёрдамида берк ҳолатда ушлаб турилади ва карбюратор оддий карбюратор каби ишлайди (49-расм, г-даги пунктир чизиқлар). Катта сийракланишда клапан P_0 ва P_1 босимлар фарқи таъсирида очилиб, аралаштиргич камерага қўшимча миқдорда ҳаво ўтказганлиги учун аралашма камбағаллашиб боради.

Диффузор кесими ўзгарувчан қилиб ишланганда ҳам (49-расм, в) ёнувчи аралашманинг талаб қилинган таркибини ҳосил қилиш мумкин. Бу ҳолда диффузорнинг ўтказувчи кесими ўқларга маҳкамланган пластиналарнинг ҳолатига боғлиқ бўлади. Дроссель заслонкаси озроқ очилиб, цилиндрдан карбюраторнинг аралаштиргич камера сига берилувчи сийракланиш камайганда бу пластиналар пружина таъсирида ўзаро яқинлашиб, ҳаво ўтадиган бўғизнинг кесимини кичрайтиради, шу туфайли тўзитгич учиде катта сийракланиш ҳосил бўлади. Бундай шароитда диффузорга нисбатан кўпроқ ёқилғи тушади ва ёнувчи аралашма бойиб боради. Дроссель заслонкаси очилиши билан ҳавонинг тезлик босими таъсирида эластик пластиналар очилиб, бўғизнинг ўтказиш кесими катталашади, натижада ҳаво сарфи кўпайиб ёнувчи аралашма талабга мос равишда (49-расм, г) камбағаллашади.

Диффузордаги сийракланишни созлаш билан аралашма таркибини компенсация қилиш системаси ёқилғини яхши парчаламайди, чунки карбюратордан ўтувчи барча ҳаво ёқилғини тўзитишда иштирок этмайди. Бундай карбюраторнинг характеристикаси вақт бўйича беқарордир: иш жараёнида пластиналар ўз эластиклигини йўқотади сақичсимон моддалар ёпишиб қолганда пластиналар тўла очилмай ёки ёпилмай қолади. Ҳаракатдаги деталларнинг мавжудлиги карбюратор созланишини беихтиёр бузилишига олиб келади. Ушбу система юқоридаги сабабларга кўра ҳозирги кунда кенг қўлланилмайди.

Асосий жиклёрнинг ўтказиш кесимини сунъий кичрайтириш системаси. Асосий жиклёрнинг ўтказиш кесими ҳаракатдаги дозаловчи ниналар ёрдамида ростланади. Ёнувчи аралашмани бу усул билан компенсациялашни кўриб чиқаётганда, салт ишлаш системасининг иш шароитларини ҳам ҳисобга олиш керак.

Ёқилғи, двигатель ишлаганда қалқовучли камерадан асосий ёқилғи жиклёри билан дозаловчи нина оралиғида ҳосил бўладиган (50-расм) айланма тирқиш орқали ўтиб тўзитгичга келади.

Дроссель заслонкаси озроқ очилганда ҳамда жуда кичик

айланишлар частотасида, диффузордаги сийракланиш ниҳоятда кам бўлади ва ёқилғи тўзитгичдан бутунлай оқиб чиқмайди. Уша пайтда сийракланиш дроссель заслонкасининг орқасида ўзининг энг катта қийматига яқин бўлади.

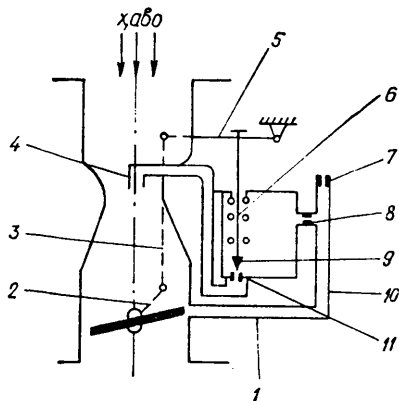
Бу режимларда двигателни таъминлаш учун, аралаштиргич камеранинг дросселдан пастга жойлашган қисми канал орқали қалқовучли камера билан боғланади. Каналга салт ишлашнинг ёқилғи жиклёрини ўрнатиш билан қалқовучли камерадан берилувчи ёқилғи массасини дозалашга эришилади. Ҳаво жиклёри ёрдамида каналдаги ва салт ишлашнинг жиклёри олдидаги сийракланиш камайтиради.

Дроссель заслонкаси каттароқ очилганда унинг орқасидаги, демак салт ишлаш системасининг каналидаги сийракланиш камаяди ва бу система орқали ёқилғи узатиш озаяди. Ёнувчи аралашманинг ўта камбағаллашишига йўл қўймаслик учун, асосий ёқилғи жиклёри билан дозаловчи нина оралиғидаги тирқишни катталаштириш керак. Бунга нина билан боғланган тортқичлар ҳамда дроссель заслонкасининг ўқида ётувчи сургич ўрнатиш билан эришилади. Дроссель заслонкаси очилганда у билан кинематик боғланган деталлар қўзғалishi ҳисобига дозаловчи нина кўтариллади ва асосий ёқилғи жиклёри орқали ёқилғининг сарфи кўпаяди. Дозаловчи нина ва ёқилғи жиклёрининг ўлчамларини танлаш йўли билан двигателнинг ишлаши учун талаб қилинадиган мўътадил ёқилғи сарфини олиш мумкин.

Қараб чиқилган асосий дозалаш системасининг муҳим камчиликларидан бири, ёқилғи жиклёрдан берилувчи ёқилғининг эмульсияланмаслиги, дозаловчи нина тайёрлашнинг қийинлиги ва карбюраторни ишлатиш жараёнида ишининг ишончсизлигидир.

31.2. Экономайзер (бойитгич) системаси

Юқорида айтиб ўтилганидек, двигателдан максимал қувват олиш учун ёнувчи аралашмани нормага нисбатан бироз бойитиш керак. Ёнувчи аралашманинг энг тежамкор ҳолатидан дроссель заслонкаси тўлароқ (85 . . . 90%) очилганда $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ гача автоматик равишда бойитиб берувчи карбюратор қурилмасига *экономайзер (бойитгич)* дейилади. Экономайзер системаси механик ёки пневматик юритмали бўлиши мумкин.



50-расм. Дозаловчи нина ва салт ишлаш системали асосий дозалаш системасининг схемаси:

1 — канал; 2 — сургич; 3 — 5 — тортқичлар; 4 — тўзитгич; 6 — пружина; 7 — ҳаво жиклёри; 8 — ёқилғи жиклёри; 9 — дозаловчи нина; 10 — боғловчи канал; 11 — асосий ёқилғи жиклёри.

Механик юритмали экономайзер. Бундай карбюраторнинг схемаси 51-расм (а) да тасвирланган. Экономайзернинг жиклери асосий жиклерга параллел қилиб уланади. Дроссель заслонкаси озроқ очилганда клапан ёпиқ бўлади ва бу пайтда фақат асосий дозалаш системаси ишлайди. Дроссель заслонкаси 85 . . . 90% очилганда, рича таъсирида клапан очилади ва энди экономайзернинг жиклери орқали тўзигичга қўшимча миқдорда (51-расм, в) ёқилғи келади. Бу қўшимча бериладиган ёқилғининг массаси, асосий дозалаш системаси орқали сарфланадиган ёқилғининг 15 . . . 20% ини ташкил этади. Экономайзер клапанининг ишга тушиш пайти, тортқининг узунлигига боғлиқ. Замонавий карбюраторларда бу тортқининг ўзгартириш йўли билан экономайзер орқали сарфланадиган ёқилғининг массаси ростланади: қишда кўпайтирилиб, ёзда камайтиради.

Пневматик юритмали экономайзернинг схемаси 51-расм (б) да келтирилган. Экономайзер цилиндрида жойлашган поршенга юқоридан карбюраторнинг аралаштиргич камерасига уланган каналда пайдо бўладиган сийракланиш таъсир қилади. Цилиндрнинг пастки қисми ташқи муҳит билан тешик орқали туташади, шунинг учун поршенга пастдан атмосфера босими таъсир қилади.

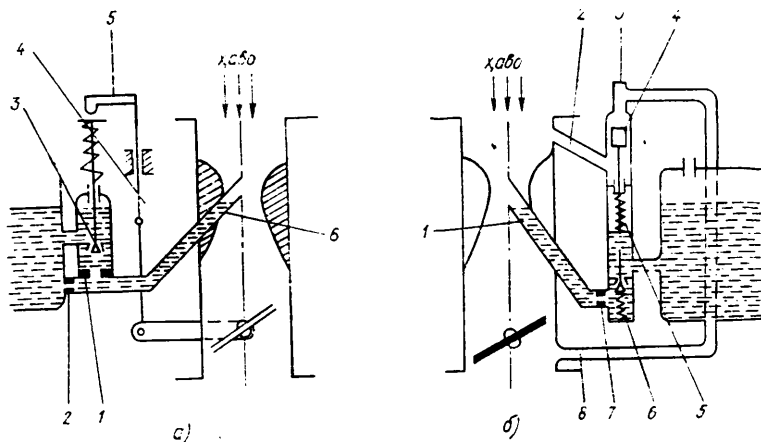
Поршеннинг штогидаги пружина поршень юқорига қараб ҳаракат қилганда сиқилади.

Дроссель заслонкаси ёпилиб, унинг орқасидаги сийракланиш катта бўлганда, поршень цилиндрнинг юқори қисмидаги вакуум ҳисобига ушлаб турилади. Двигатель нагруккаси ортиб, дроссель заслонкаси тўла очилганда, унинг орқа бўшлиғидаги сийракланиш кескин камаяди. Бу ҳолда поршенга икки томондан таъсир қилувчи босимлар фарқи пружина ҳосил қиладиган кучдан кам бўлиб қолади, шунинг учун поршень пастга тушади ва штокнинг учи клапаннинг стерженини босади. Клапан очилади ва экономайзернинг жиклери ҳамда тўзигич орқали диффузорга қўшимча миқдорда ёқилғи тушади, ёнувчи аралашма талаб қилинган чегарагача бойийди (51-расм, в).

Механик юритмали экономайзерларнинг асосий афзалликларидан бири, тузилиши нисбатан содда ва ишлаш ишончилиги юқоридир. Лекин бу экономайзерларда аралашма бойитилишининг бошланиши фақат дросселнинг очиқлик даражасига боғлиқ.

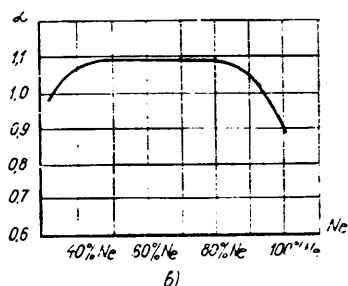
Пневматик юритмали экономайзерларнинг ишга тушиши, дроссель заслонкасининг орқасидаги сийракланишни камайиши билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, дроссель заслонкаси қия очиқ ҳолатида ҳам айланишлар частотасининг камайиши билан экономайзер ишлайди. Шунинг учун баъзи бир ($K = 21$, $K = 82$, $K = 84$) карбюраторларда механик — пневматик, яъни комбинациялашган юритмали экономайзерлар қўлланилади.

Сўнги йилларда баъзи карбюратор моделларида экономастат деб аталувчи махсус бойитувчи система ишлатила бошлади. Экономайзер каби экономастат ҳам двигатель тўла нагруккада ишлаганда, лекин ҳаво сарфи катта бўлган ҳолларда ёнувчи аралашмани бойитиб бериш учун хизмат қилади. Экономастат ишлаш жараёнида ёқилғини



51- расм. Механик (а) ва пневматик (б) юритмали экономайзерли карбюраторнинг схемаси ва (в) характеристикаси:

а: 1—экономайзер жикллери; 2—асосий ёқилғи жикллери; 3—клапан; 4—тортқи; 5—туртки; 6—тўзитгич;
 б: 1—тўзитгич; 2—соғловчи канал; 3—цилиндр; 4—поршень; 5—пружина; 6—экономайзер клапани, 7—экономайзер жикллери; 8—Соғловчи канал.

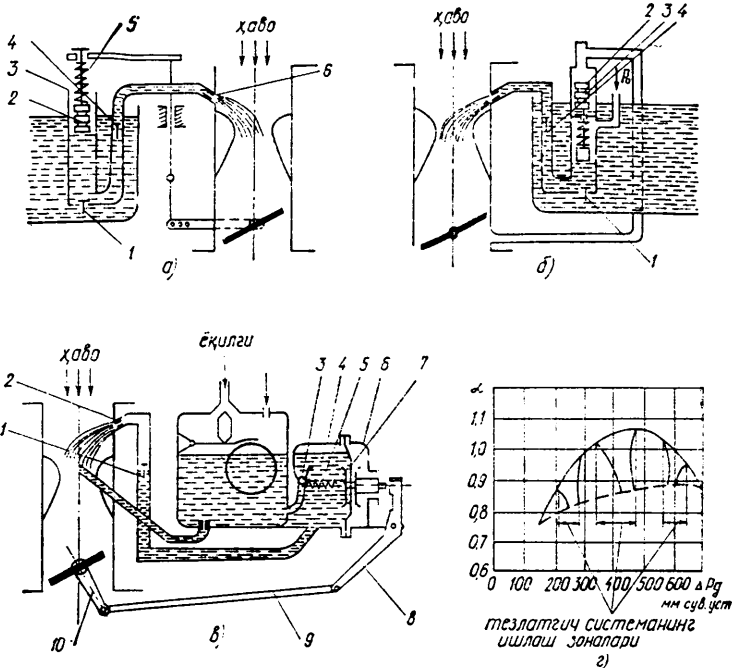


бевосита қалқовучли камерада махсус жиклёр, канал ва тўзитгич орқали диффузорнинг юқори қисмида жойлашган ҳаво киритиш патрубогига йўналтиради.

31.3 Тезлатгич система

Автотрактор двигателларини ишлатиш жараёнида, кўпинча айла-нишлар частотасини ёки нагрукани (қияликка кўтарилиш, чорраҳадан тез чиқиш ёки ўзиб ўтиш ҳолларида) тезлик билан орттиришга тўғри келади. Тажрибаларнинг кўрсатишича, бундай ҳолларда қўшимча миқдорда ёқилғи берилмаса ёнувчи аралашма кескин камбағаллашиб кетади, натижада двигатель ўчиб қолиши мумкин.

Тезлатгич системаси дроссель заслонкасини тез очганда аралаш-мани $\alpha = 0,7 \dots 0,9$ гача бойитиб бериш учун хизмат қилади. Тезлатгич системада механик, пневматик, механик-пневматик ва диафрагма типигаги юритмалар қўлланиши мумкин. Бу юритмалар



52-расм. Қарбюратор тезлатғич системаларининг (а, б, в) схемалари ва (г) характеристикаси:

а: 1 — клапан; 2 — поршень; 3 — цилиндр; 4 — ҳайдаш клапани; 5 — қайтарғич пружина; 6 — тезлатғич жиклери. б: 1 — клапан; 2 — поршень; 3 — цилиндр; 4 — ҳайдаш клапани. в: 1 — ҳайдаш клапани; 2 — тезлатғич жиклери; 3 — шарикли клапан; 4 — камера; 5 — пружина; 6 — қопқоқ; 7 — диафрагма; 8 — рычаг; 9 — тортқи; 10 — дроссель заслонкасининг дастағи.

экономайзер юритмасига мослаштирилиб ёки алоҳида қилиб ўрнатилади.

Механик юритмали тезлатғич системасининг схемаси 52-расм (а) да кўрсатилган. Дроссель заслонкаси ёпиқлигида, поршень цилиндрнинг юқори қисмида туради ва поршень остидаги ҳажм ёқилғи билан тўла бўлади. Дроссель заслонкаси секин очилганда бу ёқилғи поршень томонидан клапан орқали ва қисман поршень ҳамда цилиндр тирқишидан қалқовучли камерага ҳайдаб чиқарилади.

Дроссель заслонкаси тез очилганда эса ёқилғи оқими таъсирида клапан беркилиб қолади. Бундай пайтда пастга қараб тез ҳаракатланаётган поршеннинг сиқуви натижасида ҳайдаш клапани очилади ва жиклёр орқали ўтган ёқилғи ҳаво оқимига пуркалиб, киритиш

патрубогида олдиндан бой аралашма тайёрлашга эришилади. Қўшимча пуркалган ёқилғи таъсирида ҳосил бўлган аралашма таркиби мўътадил бўлиши учун ёқилғи маълум қисқа вақт ичида пуркалиб туриши керак.

Шу сабабли тезлатгич система юритмасига пружина киритилиб, у поршень ҳаракатини бошқариб боради.

Поршень устига ўрнатилган пружина поршенни юқорига кўтаради ва унинг остида сийракланиш ҳосил бўлади. Натижада қалқовучли камерада ўтаётган ёқилғи оқими таъсирида қайта очилган киритиш клапани орқали тезлатгич системасининг цилиндрига ёқилғи кириб, уни қайтадан тўлдиреди.

Пневматик юритмали тезлатгич системасининг ишлаши 52-расм (б) да кўрсатилган. Бу тезлатгич системасининг ишлаш схемаси, пневматик юритмали экономайзернинг ишлашига ўхшайди (51-расм, б га қаранг). Дроссель заслонкаси тез очилганда, унинг орқасидаги сийракланиш кескин камайиши натижасида поршень пастга тушиб, қўшимча миқдордаги ёқилғини клапан орқали тез ҳайдалишини таъминлайди.

Қараб чиқилган механик ва пневматик юритмали тезлатгич системаларнинг ҳар қайсисини ўзига хос афзалликларидан (нисбатан соддалиги, ишлаш ишончилиги ва бошқалардан) биргаликда фойдаланиш мақсадида, баъзи бир карбюраторларда комбинациялашган юритмали тезлатгич системаси ишлатилади.

Диафрагма юритмали тезлатгич система ВАЗ, ЗИЛ ва ЗИЛ-114 двигателларида (52-расм, в) ишлатилади. Бу турдаги тезлатгич системанинг юритма қисмида камера мавжуд бўлиб, у қопқоқ билан жипс беркитилган бўлади. Камера ичида диафрагма ва унга маҳкамланган пружина жойлашган. Диафрагма ричаг, тортқи орқали дроссель заслонкасининг ричаги билан бирлашган. Камера қалқовучли камера билан тезлатгич системасининг шарикли клапани, канал ва тўзитгич орқали туташган. Дроссель заслонкаси тез очилганда диафрагма камерада ҳаракатланиб, ундаги ёқилғини сиқиб жиклёр ва тўзитгич орқали киритиш патрубогига юборади. Бу пайтда киритиш клапани ёпилиб, чиқариш клапани очилган бўлади.

Сўнгра диафрагма пружина таъсирида орқага силжийди ва камерада сийракланиш ҳосил бўлади, натижада киритиш клапани очилиб, камерага ёқилғи ўтиб, тўлади.

52-расм (г) да узлуксиз чизиқлар билан асосий дозалаш системаси ишлагандаги, пунктир чизиқлар билан эса максимал қувват олиш аралашмасининг сийракланишга нисбатан ўзгариш чизмаси ифодаланган. Чизмадан кўриниб турибдики, тезлатгич система ишлаганда қўшимча пуркалган ёқилғи ҳисобига аралашма таркиби мўътадилдан бой таркибга ўтади ва қисқа вақт шу ҳолатда иш бажаргач, яна мўътадил ҳолатига қайтади. Тезлатгич системасининг ишлаш зонаси сийракланишга боғлиқ бўлмай, балки дроссель заслонкасининг тез очилиш пайтига боғлиқ холос. Шу сабабли бу система, двигатель ишламай турганда ҳам ишлаши мумкин.

32-§. Асосий тушунчалар

Дизелларда аралашма ҳосил қилиш жуда қисқа вақт (0,04 . . . 0,0001с) ичида содир бўлади. Натижада цилиндрга пуркалган ёқилғи ёниш камерасининг бутун ҳажмини эгаллаб, бир текис ёнувчи аралашма ҳосил қилинмайди. Аралашма ҳосил бўлишини жадаллаштириш учун цилиндрга ёқилғи бериш поршень Ю.Ч.Н. га етмасдан бошланади. Пуркалган ёқилғининг кўп қисми ёниш камерасининг юқори бўшлиғида буғланади. Камерада ва унинг деворларида буғланган ёқилғи ҳаво оқимига эргашиб, у билан жадал аралашади ва ўз-ўзидан алангланади.

Шундай қилиб, ёнувчи аралашманинг сифатли тайёрланиши, тўла ва ўз вақтида ёниш ҳамда цилиндрдаги қизиган ҳаводан фойдаланиш кўп жиҳатдан қуйидаги талабларни бажарилишига боғлиқ:

ёқилғи ёниш камерасига майда парчаланган (5 . . . 50 мкм) ҳолда тушиши;

тўзиган ёқилғи машъаласининг шакли, йўналиши ва камерага кириш чуқурлиги, ёниш камерасининг конфигурацияси ва ўлчамлари билан, шунингдек, унда ҳаракатланаётган ҳаво оқимининг йўналиши билан мос тушиши;

ёқилғи беришнинг бошланиш пайти ва унинг давомийлиги, ёқилғини ёнишга тайёрлаб бўлиши ва ёнишни Ю.Ч.Н. атрофида ўтишини таъминлаши;

ҳар бир цилиндрга қатъий бир хил миқдорда, цилиндрни ишлаш тартибига мос келадиган қилиб ёқилғи етказиб берилиши керак.

Автотрактор двигателлари ишининг ўзига хослигига эришиш учун яна бир қатор қўшимча талабларни ҳам бажарилишини таъминлаш лозим:

двигатель, тирсакли вал айланишлар частотасининг кенг диапазонда ишлаганда, ишчи циклининг тежамкор бўлишини таъминлаш учун, ёқилғи бериш бошланишини автоматик равишда ўзгартириб турувчи мослама киритиш;

ёниш камерасининг совуқ деворларига тегиб анча миқдордаги ёқилғи ўтириб қолади ва ёнишда иштирок этмайди. Шунинг учун ҳисобга олиб, юргизишда цилиндрга орттирилган миқдорда ёқилғи берилиши;

ёқилғи, юқори босимли ёқилғи насосига тушиш олдида ниҳоятда сифатли бўлиб тозаланган бўлиши керак.

Автотрактор дизелларини ёқилғи билан таъминлаш системаси одатда қуйидаги қисмлардан:

талаб қилинган миқдордаги ёқилғини сақлаб туриш учун ёқилғи бакидан;

ёқилғига қўшилиб қолган сувни тиндириш ва уни бошқа кераксиз заррачалардан самарали тозалаш учун тиндиргич ва филтрлар комплектидан;

бакдан ёқилғини филтрлар системаси орқали юқори босимли ёқилғи насосга етказиб берувчи кичик босимли ёқилғи ҳайдаш насосидан;

ёқилғини форсункаларга ҳайдаб берувчи юқори босимли насоедан;

ёқилғини тўзитиш ва тўзиган ёқилғини ёниш камерасига етказиб берувчи форсункадан;

паст ва юқори босимли трубопроводлардан ташкил топади.

Аралашма ҳосил бўлиш сифатига ёқилғини пуркалиш ва тўзитиш характеристикалари, заряднинг ёниш камераси бўйлаб ҳаракатланиш йўналиши ва тезлиги, ёқилғи ва заряднинг хоссалари, камера юзасининг шакли, ўлчамлари ва ҳарорати, тўзитгичнинг жойланиши ва ёқилғи оқимини йўналиши таъсир қилади. Пуркалиш босимини ҳозирдаги (10,0 . . . 17,5МПа) ҳолатидан янада кўпайтириш ёқилғи аппаратураси деталларига тушувчи нагрукани жуда ҳам ошириб юборса, ёқилғи қовушоқлигини янада камайиши эса (ҳарорат катта бўлганда ҳам), прецизион жуфтларни ёмон мойланишига олиб келади. Буларнинг ҳаммаси ёқилғи аппаратураси хизмат қилиш даврининг қисқаришига сабаб бўлади. Форсунка пуркаш тешигининг диаметрини кичрайтириш эса ёқилғини тозалашга бўлган талабни ниҳоятда ошириб юборади. Юқоридагилар таъсирида двигателнинг баҳоси ортиб, ундан фойдаланиш қимматлашади.

Умуман олганда ёниш камерасининг шакли, сифатли аралашма ҳосил бўлишида ҳал қилувчи омил бўлиб ҳисобланади.

33-§. Дизелларнинг ёниш камералари

Дизелларда ёқилғини ҳаво заряднинг массасида тақсимлаш учун қуйидаги усуллар қўлланилади:

1. Биринчи томондан ёниш камерасининг шакли ва ўлчамларини иккинчи томондан эса ёқилғи машғаласининг жойланиши, сони, ўлчамлари ҳамда шакли билан ўзаро мослаш.

2. Тўзитилган ёқилғи зарраларини яхшилаб аралаштириш учун сиқиш бўшлиғида интенсив уюрма оқим ҳосил қилиш.

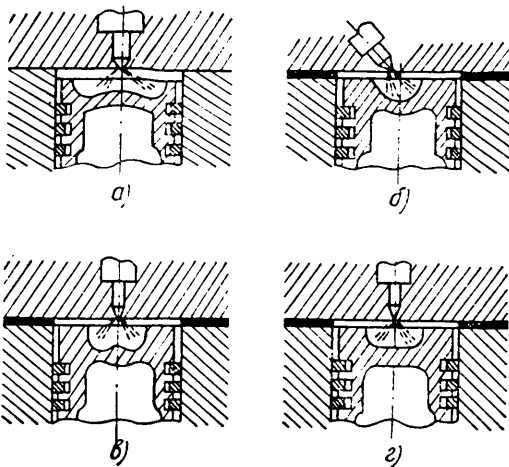
Ёқилғини ҳаво зарядида тақсимлашнинг юқоридаги усулларини амалга ошириш учун тузилиши турли хил бўлган кўп сонли ёниш камералари яратилган бўлиб, уларни қуйидаги группаларга бўлиш мумкин:

ажратилмаган бир бўшлиқли ёниш камералари;

ажратилган ёниш камералари.

33.1. Ажратилмаган бир бўшлиқли ёниш камералари

Аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнлари умумий битта ҳажмда амалга оширилса, уларни ажратилмаган ёниш камералари дейилади. Бунга аралашманинг сифатли ҳосил бўлиши ва ёниши, асосан ёниш камерасининг тури ҳамда конструктив хусусиятларига боғлиқ. Тезкор дизелларда ажратилмаган бир бўшлиқли ёниш камераларининг тузилишига қараб, қуйидаги турлари кўпроқ қўлланилади:



53-расм. Ажратилмаган ёниш камераларининг схемалари.

форсунка, ёниш камераси ва цилиндр ўқлари устма-уст тушади. Бу турдаги (53-расм, а) ёниш камераси ЯМЗ-204, ЯМЗ-206 дизелларида, шунингдек юк кўтариш қобилияти юқори бўлган автомобиль дизелларида қўлланилади.

Ёқилғи, ҳажмий аралашма ҳосил қилишда тўғридан-тўғри ёниш камерасига пуркалади. У асосан, ёқилғи оқими зонасида жойлашган заряд қисмининг иссиқлиги ҳисобига қизийди ва буғланади. Ёқилғини ҳаво зарядининг ҳажмида бир текис тарқалиши аралашма ҳосил бўлишига катта таъсир қилади. Бундай ёниш камераларида аралашма ҳосил бўлишига асосан ёқилғини пуркалиш пайтида олган кинетик энергияси таъсир қилиб, ҳаво уюрмасининг роли унчалик катта бўлмайди. Бу турдаги ёниш камераларига ёқилғини пуркаш учун соплло тешикларининг сони 5 ... 7 та бўлган тўзитгичлар ишлатилади. Аммо кўп миқдорда ёқилғи машъаласини ҳосил қилинишига қарамай, бу ҳолда машъалалар оралигидаги ҳаводан тўла фойдаланиб бўлмайди, чунки ёниш камерасидаги заряднинг айланма ҳаракати мавжуд эмас.

Поршендаги катта ҳажмли махсус чуқурчада жойлашган ва поршень устидаги бўшлиқ билан кенг ($d_k/d_{ц} = 0,3 \dots 0,75$) бўғиз орқали туташган ёниш камералари **ярим ажратилган** камералари деб аталади ва уларнинг конфигурациялари турли хил (53-расм, б, в) бўлиши мумкин. Мисол учун ЯМЗ-236 ва ЯМЗ-238 дизелларида поршендаги камера (53-расм, в) ишлатилган бўлиб, улар учун $d_k/d_{ц} = 0,615$ нисбати характерлидир.

Бу турдаги ёниш камераларида поршень сиқиш жараёнида Ю.Ч. Н. га қараб ҳаракатланганда, заряд цилиндрдан поршенда жойлашган ёниш камерасига оқиб ўтади. Поршень Ю.Ч.Н. га яқинлашган сари оқиб ўтиш тезлиги орта бошлайди ва Ю.Ч.Н. га $10 \dots 15^\circ$ қолганида эса, энг юқори тезликка эришади. Ҳажмий аралашма ҳо-

ҳажмий аралашма ҳосил қилиш;

пардали (деворолди) аралашма ҳосил қилиш;

ҳажмий-пардали (комбинациялашган) аралашма ҳосил қилиш.

Ҳажмий аралашма

ҳосил қилиш катта диа-

метрли ва саёз бир бўш-

лиқли ёниш камералари-

да қўлланилади. Улар

учун ёниш камерасининг

d_k диаметрини, цилиндр

$D_{ц}$ диаметрига нисбати

0,75 ... 0,85 га тенг

бўлган ҳолати характер-

лидир. Бундай ёниш ка-

мераси одатда поршень

тубида жойлашиб, бунда

сил қилишда тўзитишнинг бир жинслилигига, талаб қилинган даражада майдаланишига ва ёқилғи оқимини сопо тешигидан етарлича узоқланишига эришиш керак. Бу эса юқори пуркаш босими қўллаш ҳисобига амалга оширилади. Пуркаш босимининг максимал қиймати эса, юқорида айтиб ўтилганидек, ёқилғи аппаратураси деталларига таъсир этувчи кучнинг рухсат этилган қиймати билан чегаралангандир.

Бир бўшлиқли дизелларда сопо тешикларнинг диаметри ва сонини, тангенциал уорма энергияси билан тўғри боғлаб қабул қилинганда сифатли аралашма ҳосил бўлишига ҳамда энг кам $[D_{emtu} = 225 \dots 240 \text{ г/кВт}]$ солиштира ёқилғи сарфига, шунингдек, двигателнинг энгил юргизилишига эришилади. Ҳажмий усулда аралашма ҳосил қилиш билан ишловчи бу дизеллар учун нисбатан қаттиқ ишлаш ($\Delta P/\Delta \varphi = 0,7 \dots 1,2 \text{ МПа/град}$) характерлидир, чунки двигателларда алангаланишнинг ушлаб турилиши катта бўлиб, дастлабки даврда кўп миқдордаги ёқилғини интенсив буғланиши ва уни ҳаво билан аралашини содир бўлади.

Пардали (деворолди) аралашма ҳосил қилишда ёқилғининг асосий (ҳамма ёқилғининг 90 . . . 95% и) қисми ёниш камерасининг деворолди зонасига ва қолган қисми (5 . . . 10%) заряд ҳажмига узатилади. Ёқилғи машъаласи ўткир бурчак остида ёниш камерасининг деворига йўналтирилади. Бунда қалинлиги 0,01 . . . 0,015 мм бўлган юпқа ёқилғи пардаси ҳосил бўлади. Пардали аралашма ҳосил қилишнинг асосий шартларига қуйидагилар киради: ёниш камерасида оқим ҳаракатланган вақтда буғланадиган ёқилғи массасини камайтириш учун, сопо тешигидан камера деворигача бўлган йўлнинг энг кам бўлиши, камера юзаси бўйлаб парданинг оқиши учун ёқилғи машъаласининг ҳаракат йўналиши билан, ҳаво заряди тезлик векторининг йўналиши мос тушиши керак.

Ёқилғининг буғланиши учун керак бўладиган иссиқлик, пардали аралашма ҳосил қилишда асосан поршендан берилиб, унинг ҳарорати 450 . . . 620 К чегарасида бўлмоғи керак. Поршень ҳарорати паст бўлганда ёқилғи дастлабки босқичда кам буғланади, ҳарорати юқори бўлганда эса ёниш камераси деворига пуркалувчи ёқилғи парда ҳосил бўлиб улгурмай буғланиб кетади, ёқилғининг термик парчаланиши ва кокс ҳосил бўлиши ҳам мумкин. Ёнишнинг дастлабки фазасида ёқилғининг заряд ҳажмида бўлган қисми ёнади; ёниш бошланганидан кейин алангадан пардага берилувчи иссиқлик ҳисобига буғланиш жараёни жуда тезлашиб кетади. Бунда буғланган ёқилғи ҳаво оқими билан олиб кетилади ва поршендаги камеранинг марказидан тарқалаётган аланга фронтида ёнади.

Пардали аралашма ҳосил қилишда кенг фракцион таркибли ёқилғилардан фойдаланиш мумкин. Дизелларда кўп ёқилғилик қўлланилганда аралашма ҳосил бўлишини ёмонлаштирмаган ҳолда сиқиш даражасини $\varepsilon = 24 \dots 26$ гача ошириш мумкин. Аралашма ҳосил қилишнинг ушбу усулида пуркаш босимининг максимал қийматини 30 . . . 35 МПа гача камайтириш ва сопо тешиклари битта ёки иккита бўлган тўзитгичлардан фойдаланса бўлади. Пуркаш давомийлиги, тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича 40 . . . 45° ни ташкил этиб,

бу ҳажмий ва ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиб ишловчи дизеллардаги давомийликка қараганда тахминан 15 марта ортиқдир. Пардали аралашма ҳосил қилувчи дизеллар учун тўла нагрукаланишда босимнинг кўтарилиш тезлигини $\Delta p/\Delta \varphi = 0,3 \dots 0,45$ МПа/град ва циклнинг максимал босимини эса $6 \dots 8$ МПа бўлган қийматлари характерлидир. Бундай дизеллар учун ўртача эффектив босимнинг қиймати, пуфлаш қўлланилмаганда $0,75 \dots 0,85$ МПа га тенг бўлиб, бу ёниш камерасидаги ҳаводан яхши фойдаланиганидан далолат беради; шунингдек, бу двигателларда юқори ёқилғи тежамкорлигига [$d_e = 218 \dots 225$ г/(кВт)] эришилади.

Ёқилғини, паст ҳароратли ёниш камерасининг деворларига пуркалиши ҳисобига совуқ дизелни юргизиб юборишнинг қийинлиги, пардали аралашма ҳосил қилиш усулининг муҳим камчилигидир. Салт ишлаш ва кичик нагрукка режимларида ҳам аралашма ҳосил бўлиши ёмонлашади ва бунда ёниш кучли туташ билан ўтиши мумкин.

Пардали аралашма ҳосил қилиш «М» жараён деб ҳам аталган ва MAN фирмаси (ГФР) чиқариладиган дизелларда амалга оширилган.

Ҳажмий-пардали (комбинацияланган) аралашма ҳосил қилишда ёқилғининг бир қисми ёниш камерасининг деворига берилса, қолган қисми ҳаво зарядининг ҳажмида аралашади. Ёқилғининг бундай тарқалишига поршендаги камеранинг диаметрини ($d_k/D_{ц} = 0,5 \dots 0,6$ га) камайтириш йўли билан эришиш мумкин (53-расм, б). Ушбу аралашма ҳосил қилиш усулининг муҳим афзаллиги шундаки, унда ёқилғи буғланиш тезлигининг камайиши ва бу буғларни алангаланиши ушлаб туриш даврида ҳаво билан бирга силжишидир, чунки ёқилғи ҳарорати нисбатан кичик бўлган деворолди зонасига пуркалади. Шунингдек, $d_k/D_{ц}$ нинг кичик нисбатида зарядни ёниш камерасига ўтишида нисбатан юқорироқ тезлигига эришилади ва заряд ҳаракат тезлигининг тангенциал ташкил этувчисининг қиймати $20 \dots 30$ м/с га етади. Ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилишнинг бу ижобий хусусиятлари ёқилғининг пуркалиш босимини камайтириш ва сопло тешиклари оз, диаметри эса орттирилган тўзитгичлар қўллаш имконини беради. Шунингдек, ёниш камераси ва тўзитгич ўқини цилиндр ўқига нисбатан силжитиш имконини беради, бу эса ўз навбатида киритиш клапанининг ўлчамларини ва цилиндрни тўлдиришга ёрдам беради. Бунда, форсункани цилиндр қопқоғи тагидан олиб чиқиш ва уни ёниш камерасига нисбатан ётиқ қилиб жойлаштириш мумкин.

Ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилишни ташкил қилишда ҳаво зарядидан тўлароқ фойдаланиш учун поршень туби билан (поршеннинг Ю.Ч.Н. даги ҳолатида) цилиндр каллаги оралиғидаги тирқишни иложи борица кичикроқ қилиш керак. У ҳолда зарядни, кенгайиш жараёнида поршендаги камерадан унинг устидаги бўшлиққа ўтиш пайтида ёқилғининг ёниб улгурмаган қисми, бу зонадаги ҳаводан тўлароқ фойдаланади.

Ватанимиз трактор дизелларида, мисол учун ВТЗ дизеллари онласида поршень туби билан цилиндр каллаги оралиғидаги тирқиш $1,2 \dots 1,8$ мм ни, КамАЗ дизелларида эса $0,8$ мм ни ташкил қилади. Бу тирқишнинг мўътадил қиймати $0,8 \dots 1,2$ мм га тенг.

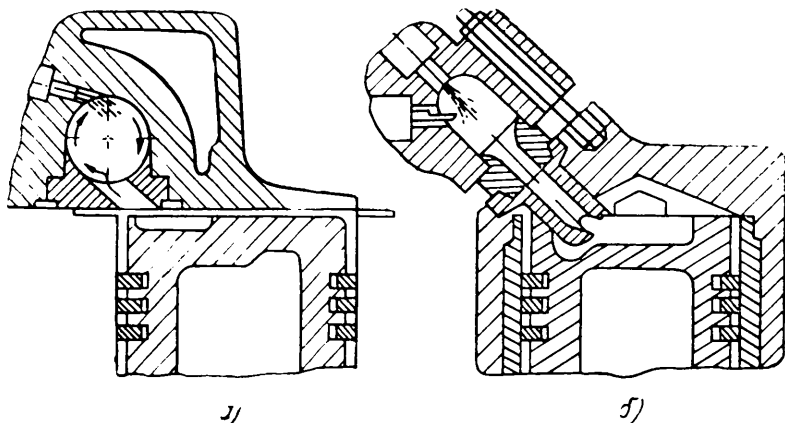
Лекин бунда поршень ва цилиндр каллаги юзларига қурум ўтириб қолганда бу двигателларнинг ўзаро урилиб кетиш хавфи туғилади, шунинг учун двигателлардан фойдаланиш жараёнида бу тирқишни доимо текшириб-тозалаб туриш керак бўлади.

Ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиш билан ишловчи трактор дизелларида форсунка нинасининг кўтарила бошлаш босими 15,0 ... 17,5 МПа ни ташкил қилади ва бунда ёниш жараёнининг қаттиқлиги ($\Delta P/\Delta \varphi = 0,5 \dots 0,8$ МПа/град) билан тежамкорлик [$\lambda_e = 230 \dots 245$ г/(кВтс)] орасида нормал боғланишга эришилади. Пардали аралашма ҳосил қилишга кўпроқ яқин бўлган ЦНИДИ камерасидан фойдаланиб, ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиш усули эса Д-108, Д-130, Д-160, Д-240 ва кўпчилик СМД дизелларида амалга оширилган.

33.2. Ажратилган ёниш камералари

Ёниш камерасидаги зарядни талаб қилинган ҳолатда ҳаракатга келтириш учун бир ёки бир неча канал воситасида бирлаштирилган икки (ёрдамчи ва асосий) камерадан фойдаланиш мумкин. Автомобиль транспортини кенг дизеллаш бошланганлиги муносабати билан бундай ажратилган ёниш камералари дизеллардан шаҳар ички транспортларида кўплаб қўлланиш кўзда тутилади, чунки бу дизелларда шовқин даражаси анча кам бўлади. Ёрдамчи ёниш камералари сифатида уюрмавий ёниш камералари (уюрма камерали дизеллар), шунингдек олд камералар (олд камерали дизеллар) ишлатилади.

Уюрма камерали дизелларда ёниш камераси икки қисмга ажратилган бўлиб, шар шаклидаги уюрма камера цилиндр каллагида (баъзида эса цилиндр блогиди ва асосий камера тўғридан-тўғри цилиндрда — поршень билан цилиндр каллаги оралиғида жойлашади. Иккала камера бир-бири билан катта ўтказиш кесими ва уюрма камерага нисбатан тангенциал йўналишга эга бўлган бир ёки бир неча (учтагача) канал билан туташтирилган бўлади (54-расм, а).



54- расм. Ажратилган ёниш камераларининг схемалари.

Уюрма камеранинг ҳажми, умумий камераси V_c ҳажмининг 0,4 ... 0,6 қисмини ташкил қилади. Ёқилғи уюрма камерага пуркалади.

Боғловчи каналларни поршень тубига нисбатан ётиқ қилиб жойлаштирилиши, сиқил пайтида ёрдамчи камерага ўтувчи зарядни интенсив уюрма ҳаракатга келтириб, аралашма ҳосил бўлишини яхшилайдди. Ёниш бошлангандан кейин бу каналлардан қайтиб ўтувчи заряд асосий камерада ҳам уюрма ҳаракат ҳосил қилиб, цилиндрдаги ҳаво билан ёқилғининг ёниб улгурмаган қисмини сифатли аралашшига ёрдам беради. Бунда ҳаводаги кислороддан яхши фойдаланилади ва ҳаво ортиқчалик коэффициентининг нисбатан кичик қийматларида ($\alpha = 1,15 \dots 1,25$) дизель иши номинал режимда самарали бўлади, шунингдек, ишланган газларнинг заҳарлилиги, бир камерали дизеллардагига қараганда камроқ бўлади.

Бу дизелларда ёқилғи оқимининг энергияси (пуркаланиш босими) аралашма ҳосил бўлиш сифатига кам таъсир қилади. Шунинг учун ажратилган ёниш камерали дизелларда, ҳавонинг интенсив ҳаракат қилишини ҳисобга олиб, штифт-тўзитгичли берк турдаги форсункалардан фойдаланилади. Бу форсункаларда, нинанинг кўтарилиш босими, бир камерали дизелларда ишлатиладиган штифтсиз тўзитгичли форсункалардагидан анча кам бўлиб, 8,0 ... 13,0 МПа ни ташкил қилади.

Уюрма камерали аралашма ҳосил қилишнинг қўйдаги афзалликлари бор:

кичик ўлчамли цилиндрларга эга бўлган тезкор дизелларда қўллашнинг мумкинлиги;

нисбатан пастроқ босимли ёқилғи насосларини ва бир тешикли тўзитгичларни қўллашнинг мумкинлиги:

қаттиқлик даражаси ($\Delta P/\Delta \varphi = 0,3 \dots 0,5$ МПа/град ва ёниш охиридаги босимнинг унча катта бўлмаган ($P_z = 5,5 \dots 6,5$ МПа) қийматларида двигателнинг юмшоқ ишлаши, натижада кривошип-шатун подшипникларининг иш шароитларини яхшилаш;

ўзгарувчан нагрузка ва айланишлар частотасида иш жараёнининг турғунлиги;

двигателни, ҳаво ортиқчалик коэффициентининг кичик қийматларида ишлашини ва P_e ни 0,65 ... 0,75 МПа гача ортиши мумкинлиги;

турли фракцион таркибга эга бўлган ёқилғиларни ишлатишнинг мумкинлиги.

Уюрма камеранинг камчиликларига қўйдагилар кирди:

газларнинг бир бўшлиқдан иккинчисига ўтиши, шунингдек, иссиқлик ўтказувчи юзаларнинг нисбатан катта бўлиши билан боғлиқ бўлган қўшимча иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларнинг мавжудлиги ҳисобига ёқилғи солиштирма сарфининг бироз катталиги [$d_e = 245 \dots 275$ г/(квт·с)];

иссиқлик йўқотишларнинг кўплиги ҳисобига совуқ двигателни юргизишнинг қийинлиги;

ёниш камераси тузилишининг мураккаблиги;

боғловчи канал чиққан зонада поршень тубининг қизиб кетиши;

Дизелларнинг ишончли юргизилишини таъминлаш учун оширилган ($\epsilon = 17 \dots 20$) сиқиш даражаси қўллаш, боғловчи каналга ўрнатиладиган чўғлама свечалардан юргизишда фойдаланиш мумкин.

Уюрма камерали аралашма ҳосил қилиш усули трактор дизелларидан $D = 40, D = 50, D = 54, D = 75, СМД = 14$ ва бошқаларда; шунингдек, енгил автомобилларга ўрнатиладиган катта тезликда ишлайдиган дизелларда қўлланилиши мумкин.

Олд камерали дизелларда асосий ёниш камераси цилиндр каллагида жойлашган олд камера билан бир ёки бир неча канал орқали (54-расм, б) бирлашади. Олд камеранинг ҳажми ёниш камераси умумий ҳажмининг $0,25 \dots 0,40$ қисмини ташкил қилади. Олд камера айланма жисм шаклида бўлиб, унинг ўқи бўйлаб бир тешикли тўзитгичга эга бўлган форсунка ўрнатилади.

Олд камерали аралашма ҳосил қилиш жараёнининг уюрма камерадагидан фарқи шундаки, унда заряднинг йўналтирилган уюрма ҳаракати ҳосил бўлмайди. Сиқиш жараёнида ҳавонинг бир қисми поршеннинг устки қисмидан олд камерага оқиб ўтади. Оқиб ўтишнинг энг катта тезлиги $230 \dots 320$ м/с га тенг бўлиб, у поршень ю. ч. н. га $15 \dots 20^\circ$ қолганда содир бўлади. Бунда боғловчи каналлар кесимининг кичиклиги ҳисобига, сиқиш жараёнидаги босим, олд камерадаги босимдан анча ($0,3 \dots 0,5$ МПа) катта бўлади. Тахминан мана шу пайтда олд камерага форсункадан ёқилғи пуркалади. Олд камеранинг ҳажми нисбатан кичик бўлганлиги учун унда ёқилғининг бир қисми ёнади, натижада бу камерада босим тез кўтарилади ва ҳали ёниб улгурмаган ёқилғи ёниш маҳсулотлари билан қўшилади, сўнг катта тезликда асосий ёниш камерасига ўтиб, бу ердаги ҳаво билан аралашади ва ёнади. Бунда, ҳаводаги кислороддан яхши фойдаланади ва ҳаво ортиқчалик коэффицентининг нисбатан кичик қийматларда ($\alpha = 1,25 \dots 1,30$) дизель иши номинал режимда самарали бўлади.

Иккала камерани боғловчи каналларнинг сони ва шакли шундай танланиши керакки, бунда олд камерадан отилиб чиқаётган аланга поршень билан цилиндр каллаги ораллиғини иложи борича бир текисда тўлдирсин.

Олд камерали аралашма ҳосил қилиш қуйидаги афзалликларга эга:

цикл максимал босимининг кичиклиги ($P_z = 4,5 \dots 6,0$ МПа), двигатель цилиндрида босим ортиш тезлигининг унча катта эмаслиги ($\Delta P/\Delta \phi = 0,2 \dots 0,3$ МПа/град), натижада кривошип-шатун механизмининг деталларига тушувчи нарузканинг камлиги;

олд камеранинг пастки қисмидаги боғловчи каналлар олдида қайноқ участканинг мавжудлиги ҳисобига олд камерага тушувчи ҳаво ва ёқилғи жуда тез қизийди. Шунинг учун бу дизелларда паст цетан сонига эга бўлган ва бошқа ҳар хил ёқилғиларни ишлатиш мумкинлиги;

пуркашда ёқилғи унчалик майда парчаланмайди ва натижада катта ўтказиш кесимига эга бўлган бир соплони тўзитгичдан фойдаланиш ҳамда ёқилғи узатиш аппаратурасининг ишлаш шароитини

енгиллаштириш учун, пуркалиш босимини камайтиришниг мумкинлиги;

газларнинг олд камерага оқиб ўтишида интенсив уюрма ҳаракатнинг мавжудлиги, сифатли аралашма ҳосил қилиш ва ёндиришни таъминлайди, ҳамда дизелни айланишлар частотаси бўйича форсировка қилишни енгиллаштиради.

Шу билан бирга олд камера қуйидаги камчиликларга эга:

иссиқликни ўтказиб юбуровчи юзаларнинг нисбатан катталиги ҳисобига иссиқлик йўқотишларнинг кўпайганлиги учун совуқ двигателни юргизишнинг қийинлиги:

газларнинг катта тезликда асосий камерадан олд камерага ва қайтиб орқага ўтишида қўшимча иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларнинг мавжудлиги ҳисобига солиштирма ёқилғи сарфининг бироз катталиги [$d_c = 260 \dots 300$ г/(кВт. с)];

двигатель каллаги тузилишининг мураккаблиги.

Олд камерали дизелларни юргизишни енгиллаштириш учун оширилган ($\epsilon = 20 \dots 21$) сиқиш даражаси қўллаш ва двигателни юргизишдагина ишлатиладиган чўғланма свечалардан фойдаланиш мумкин.

Ватанимизда ишлаб чиқарилган ҚДМ-46, ҚДМ-100, Д-35, Д-36 ва бошқа дизелларда олд камерали аралашма ҳосил қилиш ишлатилган.

34-§. Турли аралашма ҳосил қилиш усулларини ўзаро солиштириш ва уларни ривожлантириш истиқболлари

Ҳозирги замон автотрактор дизелларида қўлланилаётган аралашма ҳосил қилиш усуллари таҳлил қилиш натижасида қуйидагича хулосага келиш мумкин:

1. Бир камерали дизелларда фақат юқори (30...40 МПа) пуркалиш босимидагина сифатли аралашма ҳосил қилиш мумкин. Лекин юқори пуркалиш босими қўлланилганда барча ёқилғи узатиш системасининг иши оғирлашади. Ёниш камерасининг шаклини ва ҳавонинг йўналтирилган ҳаракатини қулайроқ танлаш билан пуркалиш босимини анча кам қабул қилишга имкон туғилади.

2. Бир камерали дизелларда аралашма ҳосил қилишни қониқарли ўтишини таъминлаш мақсадида диаметри кичик (0,1...0,25 мм) бўлган бир неча тешикли тўзитгичлар ишлатилади. Албатта бундай кичик диаметри тешикларни аниқ тайёрлаш жуда мураккабдир.

3. Ҳаво ва ёқилғининг йўналтирилган ҳаракати етарлича такомиллашмагани учун, бир камерали дизеллар, ҳаво ортиқчалик коэффициентининг нисбатан каттароқ ($\alpha = 1,4 \dots 1,5$) қийматларида ишлайди.

4. Ёқилғининг физик хоссалари ажратилмаган ёниш камерали дизелларга, ажратилганига қараганда кучли таъсир қилганлиги туфайли, ишлатиладиган ёқилғининг хусусиятларини ҳар қандай ўзгартириши бир камерали дизель кўрсаткичларига кўпроқ таъсир кўрсатади.

5. Бир камерали дизеллар ўзгарувчан нагрузка ва тезлик режимларига ёмон мослашгандир. Бу дизелларнинг иши оширилган қаттиқлик даражаси билан характерланади.

6. Газларнинг бир камерадан иккинчисига ўтиши билан боғлиқ бўлган иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларни бир камерали дизелларда йўқлиги, бу двигателларнинг анча тежамкор ишлашига олиб келади.

7. Юқоридаги 6- пунктда кўрсатилган сабабларга кўра, бир камерали дизелни юргизиш учун анча (1,8...3,6 марта) кам вақт талаб қилинади.

8. Пардали жараён (М — жараён) билан ишловчи бир камерали дизеллар нисбатан кичикроқ (17,5... 20,0 МПа) пуркалиш босимда юқори тежамкорликка [~ 200 г/(КВТ. с) эга бўлади.

9. Ажратилган камерали дизелларда цилиндрлар каллагини тайёрлаш анча мураккаб бўлиб, иш жараёнида ишдан чиқиши бир камерали дизелларга қараганда анча кўпроқ учрайди.

10. Анча кичик пуркалиш босимида ишлаши ўзгарувчан режимга кўпроқ мессланганлиги, ёқилғи сифатига бўлган талабни юқори эмаслиги ва нисбатан юмшоқ ишлаши, бир тешикли с тандарт форсункалардан фойдаланиш мумкинлиги ҳамда юқори айланишлар частотасида сифатли аралашма ҳосил қилиб, ҳавонинг кичикроқ ортиқчалик коэффициентида ишлаши — уюрма ва олд камерали дизелларнинг асосий афзалликлари ҳисобланади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, уюрма камерали дизеллар олд камералиларга қараганда юқорироқ тежамкорликка ва енгилроқ юргизиш сифатига эгадир.

Турли ёниш камералари ва аралашма ҳосил қилишнинг ҳар хил усулларида ишчи жараёнининг баъзи асосий кўрсаткичлари 10-жадвалда келтирилган.

35•§. Форсункалар

Форсунка, юқори босимли ёқилғи насоси томонидан узатилган ёқилғини ёниш камерасига олиб кириш ва уни тузатиб бериш учун хизмат қилади. Аралашма ҳосил қилиш усулига қараб ёқилғининг тўзитилишига бўлган талаб бироз ўзгаради. Мисол учун бир камерали дизелларда форсунка, икки камералиларга қараганда майдароқ тўзитиши керак. Уюрма ва олд камерали дизелларда форсунканинг иши анча енгиллашади, чунки уларда ёқилғининг майдалаб тўзитилиши ва аралашилиши, ёқилғининг (олд камерада) ёки уюрма ҳаракатининг (уюрма камерада) энергияси ҳисобига амалга оширилади.

Форсункалар икки асосий: очиқ ва ёпиқ турга бўлинади. Очиқ форсункаларнинг тузилиши (55-расм, а) содда бўлади. Очиқ форсунка орқали ёқилғи пуркаш тўзитгич ичидаги босим, цилиндрдаги босимдан юқори бўлганда бошланади. Босимлар фарқи шундай бўлиши керакки, у тўзитгичнинг сопо тешикларининг қаршиликларини енга олсин. Диаметри 0,15 . . . 0,20 мм бўлган сопо тешикларига ёқилғи канал орқали келтирилади.

Очиқ форсункалар тузилиши содда бўлишига қарамай кенг тарқалмагандир. Бунга асосий сабаб, айланишлар частотаси ва нагрукка камайиши билан ёқилғининг тўзителиш сифати тублан ёмонлашади; пуркалишнинг бошланиши ва тугаши етарлича аниқликда бўлмайди, оқибатда ёқилғи оқиб, сопло тешигида қурум ҳосил бўлишига олиб келади. Бу сабабларга кўра ёниш жарёни ёмонлашиб туташ бошланади ва дизел ишининг асосий кўрсаткичлари камаёди. Насос форсункаларда кўпинча ёпиқ клапан-соплоли (55-расм, б) тўзитгич ишлатилиб, клапан босим 4,0 ... 6,5 МПа га етгандагина очилади. Бу босим пуркалиш босимидан анча кам бўлганлиги учун кўпинча бундай форсункаларни ҳам *очиқ форсункалар* дейилади.

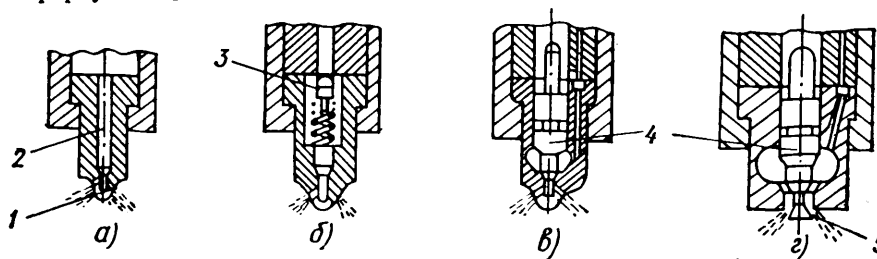
Ёпиқ форсунканинг хусусияти шундан иборатки, унда сопло тешигини беркитадиган орган — нина бор (55-расм, в, г). Бу нина цилиндрга ҳар гал ёқилғи пуркалганда очилиб, бошқа пайтда сопло тешигини беркитиб туради. Ёпиқ форсункада ёқилғи доимо бир хил босим билан пуркалиб, дизелнинг иш режимига (айланишлар частотаси ва нагруккасига) деярли боғлиқ бўлмайди.

Нинанинг очилишини механик йўл билан ёки ёқилғи босими ёрдамида амалга ошириш мумкин. Механик йўл билан бошқариладиган форсункалар, узатмасининг мураккаблиги ва бошқа бир қатор сабабларга кўра, ҳозирги замон автотрактор дизелларида деярли қўлланилмайди.

Нинаси ёқилғи босими билан кўтариладиган форсункалар *гидравлик бошқариладиган форсункалар* дейилади. Уларда нина пружина билан нагруккаланади. Ёқилғи пуркалишнинг бошланиш босимини, бинобарин ёқилғининг сопло тешикларида оқиб чиқиш тезлигини, форсункадаги нина пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан ўзгартирилади.

Нина қўзғалувчан детал бўлганлиги учун енгил бўлиши ва ёқилғи сизиб ўтмаслиги учун корпуснинг цилиндрик қисмига жипс ёпишиб туриши керак.

Тезкор дизелларнинг форсункаларида ишлатиладиган тўзитгичлар, аралашма ҳосил қилиш усули ва ёниш камерасининг шаклига қараб бир ёки бир неча тешикли соплога эга бўлиши мумкин. Мисол учун диаметри 0,15 ... 0,45 мм ли 5 ... 7 дона тешиги бўлган тўзитгичлар бир ҳажмли ажратилмаган ёниш камераларининг форсункаларида ишлатилади. Ажратилган ёниш камераларида, шу-



55-расм. Форсункаларга ўрнатиладиган тўзитгичларнинг тузилиши:

1 — сопло тешиклари; 2 — ёқилғи каналлари; 3 — клапан; 4 — нина; 5 — штифт.

нингдек, баъзи бир ҳажмли ёниш камераларида ҳам одатда сопло тешиги битта бўлган тўзитгичлардан фойдаланилади.

Ёпиқ бир тешикли форсункалар штифтли ва штифтсиз қилиб тайёрланиши мумкин. Тўзитгичда беркитиш конусидан ташқари бир-бири билан учрашадиган конус шаклидаги иккита штифт ҳам *штифтли тўзитгичлар* дейилади. Нина кўтарилган сари ёқилғи ўтадиган юзасининг кесими камайиб боради, бу эса дизелнинг ҳамма тезлик ва нагрузка режимларида форсунканинг турғун ишлашини таъминлайди. Нина ҳаракатланганда штифт тўзитгичнинг сопло тешигини қурумдан тозалайди. Штифт конусининг бурчаги $40 \dots 45^\circ$ бўлиши мумкин. Сопло тешигининг диаметри 1,0; 1,5; 2,0 мм га тенг қилиб олинади. Кўп тешикли форсункаларни фақат штифтсиз қилиб тайёрланади (55-расм, в).

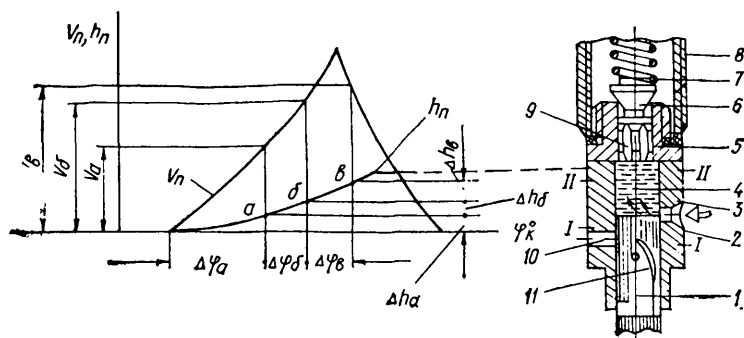
Юқорида кўриб ўтилган барча ёпиқ тўзитгичларда нинанинг юриш йўли $0,30 \dots 0,45$ мм, нина билан тўзитгичнинг корпуси оралиғидаги тирқиши 2,5 МКМ, ўриндиқ конусининг бурчаги $59 \dots 60^\circ$, нина конусининг бурчаги эса мос равишда 1° катта қилиб тайёрланади.

Очиқ ва ёпиқ турдаги форсункаларни солиштириб, ёпиқ форсункаларни катта афзалликларга эга эканлигини таъкидлаш мумкин, чунки уларда тўзитилиш босимини сошлаш осон, тўзитилиши турғун сифатида олиб борилади ва ёқилғини сопло учуда оқиб қолиш эҳтимоллиги жуда камдир.

Юқори босимли ёқилғи насоси ва форсунканинг бирга ишлаши. Маълумки ёқилғи насоси плунжерининг актив йўли (бу йўл ёқилғини форсункага узатиладиган даврга тўғри келади) плунжернинг юқори қирраси гильзадан киритиш тешигини беркитган пайтдан бошланиб, плунжердаги винтсимон қирра чиқариш тешигини очиб, ёқилғи бериш тугалланган пайтгача давом этади. Бундай ҳол ёқилғи насосининг плунжери жуда ҳам секин ҳаракат қилган ва ёқилғи плунжернинг устидаги бўшлиқдан қўшимча қаршилиқлар бўлмаган муҳитга сиқиб чиқарилган ҳолатга тўғри келади. Ҳақиқатда эса, ёқилғи системасида содир бўладиган ҳодисалар, баъзи сабабларга

10-жадвал. Ишчи жараённинг асосий кўрсаткичлари

Ёпиш камералари	Аралашма ҳосил қилишнинг тури	P_e	D_e	P_z	λ	$\Delta P/\Delta \phi$
		МПа	г/(квт с)	МПа		МПа/град
Ажратилмаган	Ҳажмий ва ҳажмий-пардали	0,7..0,8	226...255	7...8	1,8...2,5	0,4...1,2
	Пардали	0,7..0,8	220...240	6...7	1,6...1,8	0,25...0,4
Ажратилган уюрма камера	—	0,7..0,85	255..290	6...7	1,6...1,8	0,25...0,4
Ажратилган олд камера	—	0,65..0,76	260..300	5...6	1,4...1,6	0,20..0,35



56-расм. Ёқилғи насоси плунжери билан ҳайдаш клапанининг бирга ишлаши:

1 — плунжер; 2 — киритиш дарчаси; 3 — гильза; 4 — плунжернинг устидаги бўшлиқ; 5 — йўналтирувчи канал; 7 — ҳайдаш клапани; 7 — қайтаргич пружина; 8 — юқори Сосим труба; 9 — бўшатувчи белбоғ; 10 — чиқариш дарчаси;

кўра мураккаблашиб, ёқилғини цилиндрга пуркаш бошланиши ва тугаши, плунжер актив йўлининг бошланиши ва тугашига тўғри келмайди.

Ёқилғи насосининг плунжери билан ҳайдаш клапанининг бирга ишлаши 56-расмда кўрсатилган.

Плунжер пастки чекка ҳолат 1 — 1 дан бошлаб киритиш ва чиқариш дарчалари беркитилгунча ҳаракатланганда фойдали иш бажармайди. Бу даврда ёқилғи плунжернинг устидаги бўшлиқдан насоснинг ёқилғи келтирувчи каналига қайта оқиб чиқади. Чизмада абцисса ўқи бўйлаб ёқилғи насоси валининг бурилиш бурчаги φ_k^0 ордината ўқи бўйлаб эса плунжер йўли h_n ва тезлиги V_n қўйилган. Координаталар бошидан a нуқтагача бўлган участка плунжернинг салт йўли ҳисобланади. Агар кулачокнинг профили мос танланган бўлса, бу давр ичида ёқилғи насоси валининг кулачоги $\Delta \varphi_a$ бурчакка бурилади, плунжер Δh_a йўлни босиб ўтади ва унинг тезлиги 0 дан v_a гача ўзгаради.

Дарчалар берилган пайтдан бошлаб ҳайдаш клапани кўтарила бошлайди. Ҳайдаш клапани кўтарилиб, бўшатувчи белбоғ йўналтирувчи каналдан чиққунча, ёқилғи плунжернинг устидаги бўшлиқдан ҳайдаш клапанининг штуцерига ўтмайди. Бу даврнинг охири b билан белгиланади.

Демак a нуқтадан b нуқтагача плунжер қўшимча Δh_b йўлни босиб ўтади, бу давр ичида ёқилғи насосининг вали $\Delta \varphi_b$ бурчакка бурилади, плунжернинг тезлиги эса v_b га етади.

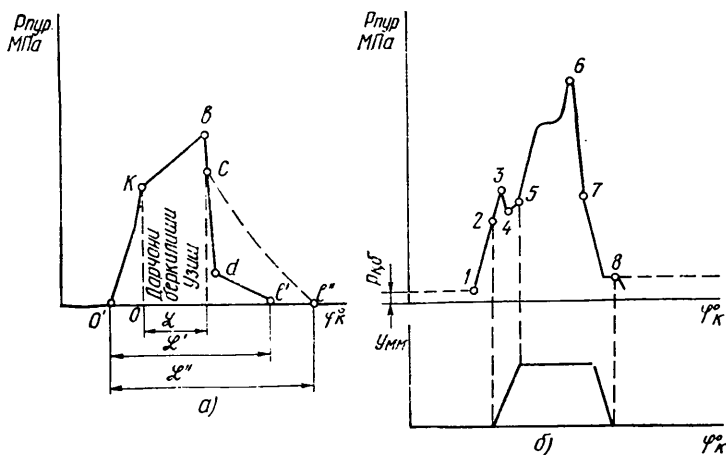
Плунжер b нуқтага мос ҳолатда бўлганда, ҳайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи йўналтирувчи каналдан тўла чиққанда, ёқилғи юқори босимли трубкага ўта бошлайди. Плунжернинг винтсимон қирраси II чиқариш дарчасини қайта очган пайтда ёқилғининг юқори босимли трубкага ҳайдалиши тўхтайтиди, бу пайт плунжернинг йўли h_n ни ифодаловчи эгри чизикдаги v нуқтага тўғри келади. Бу давр ичида кулачокли вал $\Delta \varphi_b$ бурчакка бурилади, плунжер тезлиги v_b

дан v_b гача ўзгаради. Чизмада в нуқтанинг ҳслати берилаётган ёқилғининг массасига боғлиқ. Плуңжер ва бу пайтда юқори чекка ҳолат П—П дан ўтиб, пастга қараб ҳаракатлана бошлайди.

Шуни таъкидлаш керакки, ҳақиқатда бўшатовчи белбоғ плуңжернинг устидаги ёқилғининг босими таъсирида ҳайдаш клапани ўриндиғининг йўналтирувчи каналидан бироз эрта чиқади ва шунинг учун ёқилғи штуцерга б нуқтадан эмас, балки илгарироқ ўта бошлайди. Плуңжернинг гильзасидаги узиш дарчасидан ёқилғи оқимининг дросселланиши натижасида ёқилғи узатиш в нуқтадан анча кейин тўхтайди, яъни ёқилғи бериш назарий ҳолатга қараганда реал шароитда узоқроқ вақт давом этади. Плуңжер устидаги ёқилғи босими юқори босимли насоснинг ва форсунканинг конструктив хусусиятларига ҳамда ёқилғи системасининг ишлаш режимига боғлиқ.

Очиқ форсунканинг юқори босимли насос билан биргаликдаги характеристикаси. Форсунка орқали ёқилғи пуркаш характеристикаси тўзигич соплосининг олдидаги босим P_c ва пуркаш даврида цилиндрдаги босим P_c нинг айирмаси билан аниқланади, яъни $P_{пур} = P_c - P_c$. Очиқ форсунканинг юқори босимли ёқилғи насоси билан биргаликдаги характеристикаси 57-расм (а) да кўрсатилган.

Чизмада О нуқтаси билан плуңжернинг юқори қирраси ва гильзадаги дарчаларни беркитган пайт, яъни ёқилғи беришни назарий бошланиши ифодаланган. Ҳақиқатда эса, ёқилғининг чиқиш даражаларида дросселланиши ҳисобига анча эртароқ, яъни О' нуқтада бошланади ва бу пайтда дарчаларнинг беркилиши К нуқтага тўғри келади. Ёқилғининг квс оралиғида пуркалиш босими плуңжер тезлигининг ўзгариш характериға (56-расм) айнанамос келади ва С нуқтада плуңжер ўзининг винтсимон қирраси билан чиқариш дарчасини очади, яъни ёқилғининг назарий узилиши содир бўлади. Демак, ёқилғининг узатилиши шу нуқтада тўхташи пуркаш даври z бўлиши



57-расм. Очиқ (а) ва ёпиқ (б) форсункалар учун пуркаш босимининг, шунингдек, ёпиқ форсункалар нинасининг силжиши «у» ни ўзгариши.

керак. Ҳайдаш клапанида бўшатувчи белбоғ бўлмаганда ёқилғи узатиш узоқ давом этиб, фақат I' нуқтада тугайди ва пуркаш даври (I'') чўзилади, бунда цилиндрга охирида тушувчи ёқилғи паст босимда берилганлиги учун ёмон парчаланеди. Бунга йўл қўймаслик учун очиқ форсункали ёқилғи насосларининг ҳайдаш клапанларига бўшатувчи белбоғ ўрнатилади. У ҳолда клапан d нуқтада ўриндиғига ўтириб, ҳақиқий ёқилғи узатиш I' нуқтадан тўхтайди ва пуркаш даври (I') қисқаради.

Умуман олганда очиқ форсункада беркитувчи нина бўлмаганлигидан пуркаш даври чўзилиб, паст босимда тугайди, бу эса ёқилғининг ёмон тўзишига сабаб бўлади. Бундан ташқари айланишлар частотаси ва нагрузка камайиши билан ёқилғининг тўзитилиш сифати янада ёмонлашади. Бунга йўл қўймаслик учун пуркалиш босимини жуда катта (40. . . 150 МПа) қилишга, оқибатда ёқилғи аппаратура-сининг деталларига тушувчи юкни қўшимча оширишга тўғри келади. Шу сабабли очиқ форсункалар кам тарқалган.

Ёпиқ форсунканинг юқори босимли ёқилғи насоси билан биргалликдаги характеристикаси. Ёпиқ форсунканинг юқори босимли ёнилғи насоси билан биргалликдаги характеристикаси 58-расм (б) да келтирилган.

Чизмада горизонтал штрихли чизиқ ҳайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи ўтирганидан кейин, юқори босимли трубкада олдинги циклдан қолган босим $P_{к5}$ ни характерлайди, ҳайдаш клапанининг кўтарилиши натижасида юқори босимли трубкадаги ёқилғи босимининг ортиш пайти 1 нуқта билан ифодаланади, 2 нуқтада ёқилғининг босими пружинанинг кучидан катта бўлиб, форсунканинг нинаси жойидан кўтарилади. Шу пайгдан бошлаб тўзитгичнинг очилган тешиги орқали ёқилғи пуркаш бошланади, шунда босим 3 ва 4 нуқталар орасида бироз пасаяди.

Бу участкада пуркаш жараёнининг ривожланиши плунжернинг ҳаракат тезлигига боғлиқ. Агар унинг тезлиги кичик бўлса, тўзитгичдаги босим $P_{пур}$ ортиқча камайиб, нина ўрнига қайта ўтириши мумкин. Ҳайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи ўриндиқнинг йўналтирувчи каналидан чиқиб, ёқилғи плунжернинг бўшлиғидан кела бошлайдиган пайт 5 нуқта билан ифодаланади. Бундан кейинги босқичда $P_{пур}$ босимнинг ортиши, плунжер ҳаракат тезлигининг ўзгариши характерига айнан мос келади.

Ёқилғи бериш 6-нуқтадан узилади, плунжер усти бўшлиғидаги босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани ўриндиқ томонга ҳаракат қиладди. Бўшатувчи белбоғ ўриндиқнинг йўналтирувчи каналига ўтирганида (7-нуқта) юқори босимли трубка плунжер усти бўшлиғидан ажралади ва $P_{пур}$ босим тез пасаяди. Маълум вақт (7-нуқтагача) ёқилғи бериш узиб қўйилганига қарамай, юқори босимли трубкада қолган ёнилғи форсунка орқали цилиндрга пуркалишда давом этади. Форсунканинг нинаси 8-нуқтада ўз ўрнига тушади ва босим $P_{ф}$ нинг бундан кейинги пасайишига фақат ҳайдаш клапанининг ишлаши сабаб бўлади.

Ёқилғи насоси билан форсунканинг биргалликда ишлашини кўриб чиқишдан маълум бўлишича, босим ёқилғи насосида ва форсунка-

нинг соплосида бир вақтда ўзгаради. Ҳақиқатда эса ёқилғини пуркай бошлаш вақти, насосдан ёқилғи бера бошлаш пайтига тўғри келмайди. Буни юқори босимли ёқилғи насосларининг характеристикалари ёрдамида тахлил қилиш мумкин.

36-§. Ёқилғи насосининг характеристикалари

Циклга узатилувчи (Δq /цикл ёки $\text{мм}^3/\text{цикл}$) ёқилғи массаси билан рейканинг ҳолати, пуркалишни бошланиш босими ҳамда айланишлар частотаси ўртасидаги алоқа ўрнатувчи боғланишга, юқори босимли ёқилғи насосининг характеристикалари дейилади. Одатда насосни синашда қуйидаги характеристикалар олинади:

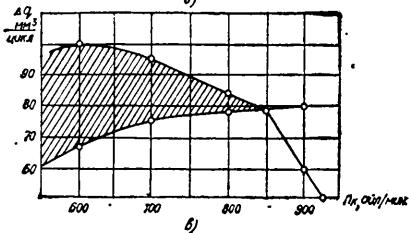
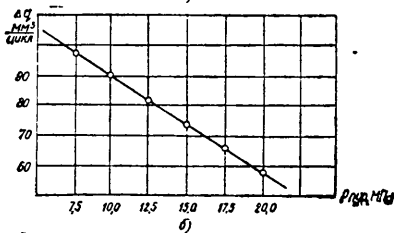
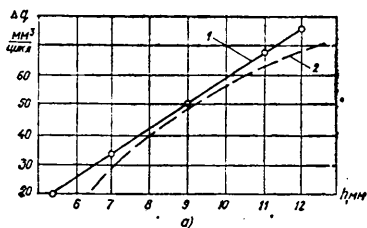
ёқилғи узатиш бўйича, пуркалиш босими бўйича, тезлик бўйича ва регуляторли характеристика.

Ёқилғи узатишнинг ўзгариш қонуниятлари билан яқиндан танишиш мақсадида юқори босимли ёқилғи насосининг характеристикаларини қараб чиқайлик. Характеристикаларни олиш методикаси махсус адабиётларда ёритилгандир.

Ёқилғи узатиш бўйича характеристика. Рейканинг ҳолатига нисбатан циклга узатилувчи ёқилғи массасининг ўзгариши чизмаси, яъни насоснинг ёқилғи узатиш бўйича характеристикаси 58-расм (а) да келтирилган бўлиб, бунда айланишлар частотаси ва пуркалишнинг бошланиш босими ўзгармас қилиб олинади.

Рейка йўлини ифодаловчи h нинг кичик қийматларида циклга узатувчи Δq ёқилғи массаси жуда кам бўлиб, h ортиши билан жуда тез кўтарилиб боради. Бунга сабаб, рейканинг йўли ортганда, плунжернинг винтсимон қирраси гилзанинг қайта чиқариш дарчасини кечроқ очади, плунжернинг актив йўли ортади ва цилиндрга тушувчи ёқилғининг массаси кўпаяди. Энг кўп ёқилғи беришни чеклаш учун рейканинг ёки регулятордаги бошқариш ричагининг силжишига мос чеклагич ўрнатиб чегараланади.

Назарий олганда бир пуркашда двигателнинг цилиндрга узатилган ёқилғи массаси, рейка йўлининг ортиши билан тўғри тизикли характерда (58-расм (а) даги 1 чизик) ортади. Ҳақиқатда эса назарийсидан биров фарқ қи-



58-расм. ЛЧТН- 8,5 × 10 Т ёқилғи насосининг характеристикалари.

лади (58-расм (а) даги 2 чизик). Бунга ёқилғининг плунжерли жуфт-даги ва тўзитгичдаги тирқишлар орқали сизиши, шунингдек, ёқилғининг сиқилувчанлиги ҳамда ёқилғи узатиш жараёнида учрайдиган бошқа салбий ҳодисалар сабаб бўлади. Циклга бериладиган ёқилғининг ҳақиқий ва назарий масалалари орасидаги фарқ махсус коэффициент орқали ҳисобга олинади.

Пуркаш босими бўйича характеристика. Ёқилғи насосининг пуркалиш босими бўйича характеристикаси 58-расм (б) да кўрсатилган. Чизмадан кўришиб турибдики, пуркалишнинг бошланиш босими ортиши билан циклга берилувчи ёқилғининг массаси камайиб боради. Маълумки, нина ўзининг конуси билан тўзитгичнинг корпусидаги ўрнига олдиндан қисилган пружина таъсирида сиқилади. Нинанинг конуссимон сиртига таъсир қилувчи ёқилғининг босими пружинанинг кучидан ортгандагина, у кўтарилади ва ёқилғи сопло тешигидан ёниш камерасига пуркалади. Пуркалиш босимини эса пружина кучини ошириш йўли билан катталаштирилади. Демак, пуркалиш босими ортганда пружина кучи катталашганлиги учун нинанинг кўтарилиши кечикиб, ёпилиши тезлашади. Шу сабабли пуркаш даври қисқаради, натижада қисқа вақтда цилиндрга камроқ ёқилғи тушади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ёқилғи ёниш камерасига нисбатан катта босимда пуркалади, шунинг учун у тўзитгич соплolariдан чиқа бошлаши билан майда зарраларга парчаланadi.

Пуркаш босими ортиши билан ёқилғининг тўзиш сифати яхшиланади. Пуркаш босими ёқилғи бериш аппаратурасининг тузлилишига, двигателнинг айланишлар частотасига ва бир хил цикл учун бериладиган ёқилғи массасига боғлиқ бўлиб, унинг талаб қилинган чегарадаги қийматини нина пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Тезлик бўйича характеристикалар. Юқори босимли ёқилғи насосининг тезлик бўйича характеристикаси 58-расм (в) да кўрсатилган бўлиб, бунда циклга берилувчи ёқилғи массасининг кулачокли вал айланишлар частотасига боғлиқлиги тасвирланган. Характеристика рейка ва пуркаш босимларининг ўзгармас ҳолатларида олинади.

Двигателнинг динамик кўрсаткичларини ва умуман ишни баҳолашда ёқилғи насосининг тезликлар бўйича характеристикаси катта аҳамиятга эга.

Чизмадан (58-расм, в) кўринадикки, насос валининг айланишлар частотаси камайиши билан рейканинг ҳар бир ҳолатида циклга берилувчи ёқилғи камаяди. Бунга айланишлар частотаси камайганда плунжернинг силжиш ва гильзанинг киритиш дарчаси орқали ўтувчи ёқилғининг оқиш тезликларининг камайиши сабабдир. Ёқилғи плунжернинг устини қанча секин тўлдирса, у ердаги босим шунчалик секин кўтарилади, натижада ҳайдаш клапани кеч очилиб, эрта беркилади. Демак, айланишлар частотаси камайганда форсункага ёқилғи ҳайдаш кеч бошланиб, эрта тугайди. Шунингдек, плунжернинг силжиш тезлиги камайганда, плунжер ва гильза ножиписликлари орқали ёқилғини сизиб ўтиши кўпаяди. Натижада насос кула-

чокли валининг айланишлар частотаси камайиши билан циклга узатувчи ёқилғи массаси озайиб боради.

Ёқилғи насоси тезлик бўйича характеристикасининг бундай ўтиши ниҳоятда ноқулайдир. Тирсакли вал айланишлар частотасининг камайиши билан (мисол учун двигатель катта нагрузка билан ишлаш режимига ўтганда) циклга узатувчи ёқилғи массасининг камайиши ўртача эффектив босимни, демак, двигательнинг буровчи моменти камайишга олиб келади. Тезлик бўйича характеристиканинг бундай ўтишини созлаш учун эса, ёқилғи насосининг регуляторига корректор мосламаси ўрнатилади.

Регуляторли характеристика. Ёқилғи насосининг регуляторли ва тезлик бўйича характеристикаларини, кулачокли валнинг номинал айланишлар частотасида устма-уст тушадиган қилиб, битта чизмада (58-расм, в) ифодалаш қулайдир. Регуляторли характеристика ёрдамида регулятор ишлаб турган пайтдаги ёқилғи узатиш қонуниятини аниқлаш мумкин. Шунингдек, регуляторни ёқилғи насоси билан тўғри бсғланиб ишлаётганини ва регулятор ишлаган пайтдаги циклга узатилувчи ёқилғининг массасини техник шартларга мос келиш-келмаслиги тўғрисида хулоса чиқариш мумкин.

Регуляторли характеристикани таҳлил қилиш натижасида корректорнинг ишга тушиш пайти ва таъсир қилиш зонасини аниқласа бўлади. Маълумки, двигатель катта нагрузка режимида ишлаганда, насос айланишлар частотасининг камайиши таъсирида корректор насос рейкасини қўшимча миқдорда суради. Оқибатда циклга узатилувчи ёқилғи кўпайиб, двигательнинг қуввати ва буровчи момент ортади, қаршиликни енгиб ўтиш тезлашади. Регуляторли ва тезлик бўйича характеристикаларда (58-расм, в) корректорнинг ишлаш зонаси штрихлар билан ажратилган.

VII боб. ДВИГАТЕЛЛАРДА СОЗЛАНИШ ВА РЕГУЛЯТОРЛАР

37-§. Ассий тушунчалар

Двигатель иш режимларининг кўпинча барқарор бўлиши ва бу режимларга таъсир қилувчи омиллар сонининг кўплиги сабабли двигатель ишини, махсус автоматик воситасиз кўнгилдагидек таъминлаб туриш қийин. Шу сабабли ички ёнув двигателлари автоматик равишда ишлайдиган регуляторлар ва баъзи ҳолларда бошқа автоматик мослама ҳамда ускуналар билан жиҳозланади.

Двигатель қувватини (буровчи моменти), нагрузка ўзгаришига мос равишда ўзгартириб туриш жараёнига *ички ёнув двигателларидаги созланиш* дейилади.

Автоматик созланиш деганда бирон-бир параметрни ўзгармас қилиб ушлаб туриш ёки ушбу созланувчи параметрни маълум қонуният бўйича ўзгартириш тушунилади. Умуман олганда автоматик созланиш системасининг ишини тасаввур қилиш учун, бу системада энг аввало, таъсирни элементдан-элементга берилиш кетма-кетлигини, шунингдек, асосий элементларнинг ҳар қайсисини ва жумладан,

созланувчи объект — ички ёнув двигатели ва регуляторнинг характеристика ҳамда хоссаларни ўрганиб чиқиш керак. Двигатель характеристикалари билан шу китобнинг IV бобида танишиб чиқилган эди.

Ички ёнув двигателларида созланиш муаммоларини, уларнинг ишлаш жараёнларини ҳисобга олиб ҳал қилиш катта амалий ва халқ хўжалиги аҳамиятига эгадир.

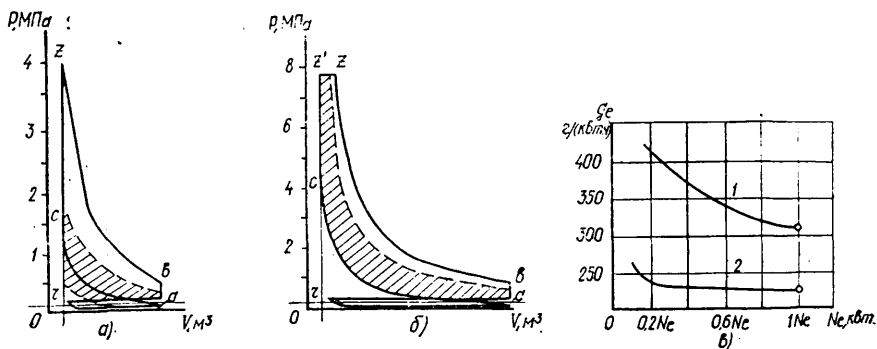
Карбюраторли ва газли двигателларда регулятор дроссель заслонкасининг ҳолатига таъсир қилиб, цилиндрга кираётган аралашманинг асосан миқдорини ўзгартирса, дизелларда рейка ҳолатига таъсир қилиб, цилиндрдаги аралашманинг сифатини ўзгатиради. Шу сабабли, двигателлардаги созланиш системасини иккига бўлиш мумкин: миқдор бўйича (карбюраторли двигатель) ва сифат бўйича созлаш (дизель).

Ҳар қайси созланиш турининг двигатель ишига таъсирини ўрганиш учун уларни алоҳида-алоҳида қараб чиқайлик.

Миқдор бўйича созланиш. Нагрузка ўзгариши билан карбюраторли двигатель индикатор диаграммасининг ўзгариш чизмаси 59-расм (а) да тасвирланган. Унда узлуксиз чизиқлар билан двигательнинг тўла нагрузкасида, яъни дроссель заслонкасининг тўла очиқ, пунктир чизиқлар билан эса қисман очиқ ҳолатларда олинган индикатор диаграммаси ифодаланган.

Чизмадан кўриниб турибдики, нагрузка камайганда регулятор дроссель заслонкасини ёпа бошланганлиги учун, цилиндрга кирувчи аралашманинг миқдори озаяди. Шу сабабли аралашма камроқ сиқилади, натижада сиқиш ҳамда ёниш жараёнларининг охиридаги босим ва ҳарорат пасайиб кетади. Цилиндрда олинаётган қувват (штрихланган юза) озайиб, камайган нагрузкага мос ҳолатга келади, яъни бу пайтда двигателда созланиш жараёни содир бўлади.

Дроссель беркила бошлаши билан цилиндрдаги босим ва ҳароратнинг пасайиши ва аралашманинг етарли даражада сиқилмаганлиги натижасида унинг ёниши ёмонлашади. Бунга йўл қўймаслик учун



59-расм. Карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларида индикатор диаграмма шаклини, шунингдек, двигателлар тежамкорлигини (в) нагрузкага нисбатан ўзгариши.

нагрузка камайганда, яъни дрссель заслонкаси беркила бошлаши билан ёнувчи аралашма бойитилиши керак. Демак, нагрузка қанча кам бўлса, аралашма шунчалик кўпроқ бойитилади. Натижада двигателнинг солиштира сарфи g_e (59-расм (в) даги 1-чизиқ) ортиб, тежамкорлиги ёмонлашади. Шу сабабли карбюраторли двигателларни, ассан тўла нагрузкада ишловчи ва иш жараёнида нагрузкаси кам ўзгарадиган автомобилларда қўлланиши кўпроқ мақсадга мувофиқдир.

Сифат бўйича созланиш. Дизель индикатор диаграммасининг нагрузка ўзгариши билан алмашиш чизмаси 59-расм (б) да ифода-ланган.

Нагрузка камайганда регулятор ишга тушиб, рейканинг йўлини қисқартирганлиги учун циклга узатувчи ёқилғининг миқдори озаяди. Лекин дизелларда цилиндрга кирувчи ҳавонинг массаси нагрузкага деярли боғлиқ бўлмаганлиги учун сиқиш охиридаги босим ва ҳарорат нагрузка камайганда айтарли ўзгармайди. Шу сабабли нагрузка ҳар хил бўлганида ҳам ёқилғи бир хил шароитга пуркалгани учун, ёниш нормал бошланади. Рейка йўли камайганда пуркаш эртaroқ тугайди, шунинг учун ёнишнинг охири (пунктир чизиқлар) га яқинлашади. Оқибатда цилиндрда олинаётган қувват (штрихланган юза) озайиб камайган нагрузкага мослашади, яъни бу вақтда дизелда сзланиш жараёни содир бўлади.

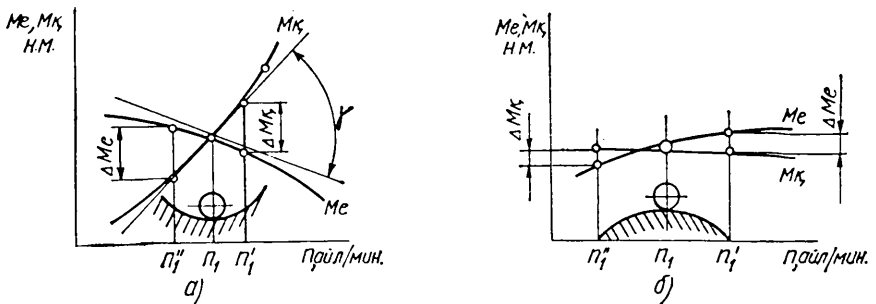
Дизелда нагрузка озайиб, рейка йўли қисқарганда ёқилғининг пуркаш даври камайганлиги учун ёниб бўлиш даври ҳам қисқаради. Бу пайтда ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини нисбатан ортганлиги учун ёниш тўлиқроқ ўтади. Шу сабабли нагрузка камайганда двигателнинг тежамкорлиги (59-расм (в) даги 2-чизиқ) деярли ўзгармай қолади. Демак, дизелларни иш жараёнида нагрузкаси доимо ўзгариб турадиган тракторларда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

38-§. Двигателлар ишининг турғунлиги

Ҳар бир двигатель учун тезлик режими маълум чегарада ўзгариши мумкин.

Айланишлар частотасининг юқори чегараси одатда инерцион кучларнинг ортиши ва двигатель қисмларининг ейилиши, механик ф. и. к ва тўлдириш коэффициентининг камайиши, шунингдек, жараённинг сифати ва двигатель деталларининг иссиқлик зўриқиши билан чегаралангандир. Кейинги икки омил айниқса, дизеллар учун ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Айланишлар частотасининг пастки чегараси двигателнинг маховий моментига, турғунлик омилига ва ишчи циклнинг барқарорлиги, яъни кичик айланишлар частотасида жараённинг сифатига боғлиқ. Двигатель ишининг энг тежамкор бўлишини таъминлаш учун ишлаш жараёнида айланишлар частотасининг рухсат этилган минимал қийматини камайтиришга ҳаракат қилиш керак.

Двигатель иш режимининг барқарор турғун ҳолатини кўриб чиқайлик. Двигателнинг иш кўрсаткичлари қараб чиқиладиган вақт ичида ўзгармас бўлиб қоладиган режимга *барқарор режим* дейила-



60- расм. Двигателнинг турғун (а) ва турғун бўлмаган (б) ишлаш режимлари.

ди. Бундай режим - двигатель ва истеъмолчининг моментлари (қувватлари) тенг бўлган ҳолатдагина содир бўлади.

Турғун ишлаш режими деганда двигатель-истеъмолчи системасининг айланишлар частотаси энг кам ўзгарган ҳолда моментлар тенглигини тиклаш имкониятига айтилади. Двигатель иш режимларининг турғун (60- расм, а) ва турғун бўлмаган (60- расм, б) ҳолатларини қараб чиқайлик. Двигатель (M_e чизик) ва истеъмолчи (M_k чизик) характеристикаларининг кесишган нуқтаси двигателнинг p_1 га тенг бўлган турғун ишлаш режимини аниқлайди. Агар турғун ишлаш режимида бирон-бир сабабга кўра айланишлар частотаси p_1' гача камайса, у ҳолда двигатель моменти қаршилик моментидан ($M_e > M_k$) катта бўлиб қолади. Бу пайтда двигатель моментининг ортиқча бўлиб қолган (ΔN_e) қисми ҳисобига двигателнинг дастлабки турғун режими қайтадан тикланиб, айланишлар p_1 дан p_1 гача кўтарилади. Бошқа бир сабабга кўра айланишлар частотаси p_1'' гача ортса, у ҳолда қаршилик моменти двигатель моментидан ($M_k > M_e$) катта бўлиб қолади. Энди айланишлар частотаси қаршилик моментининг ортиқча бўлиб қолган (ΔN_k) қисми ҳисобига p_1 гача камайди, шундай қилиб турғун ишлаш режими қайтадан тикланади. M_e ва M_k моментлар ўртасидаги фарқ қанчалик катта бўлса, яъни характеристикалар қанчалик катта бурчак (γ) остида кесинса, турғун режимининг тикланиши шунчалик тезлашади.

Таҳлиллар шуни кўрсатадики, характеристикалар 60- расм (б) дагидек жойлашганда, айланишлар частотасининг бирон-бир сабабга кўра p_1 дан катта ёки кичик томонга ўзгариши, уни мос равишда янада ошишига ёки камайиб, двигателнинг ўчиб қолишига олиб келади. Турғун ишлаш режимини қайтадан тиклаш учун эса ёқилғи аппаратурасига таъсир қилиш талаб қилинади.

Шундай қилиб, биринчи ҳолда турғун ишлаш режими бузилганда двигатель ташқи таъсирсиз бу режимни ўзи тиклаб олади. Двигателнинг бундай ишлаши *турғун ишлаш режими* дейилади. Иккинчи ҳолда (60- расм, б) эса турғун ишлаш режимини тиклаш учун ташқи аралашув талаб қилади. Бундай режим турғун бўлмаган, яъни *беқарор* режим дейилади.

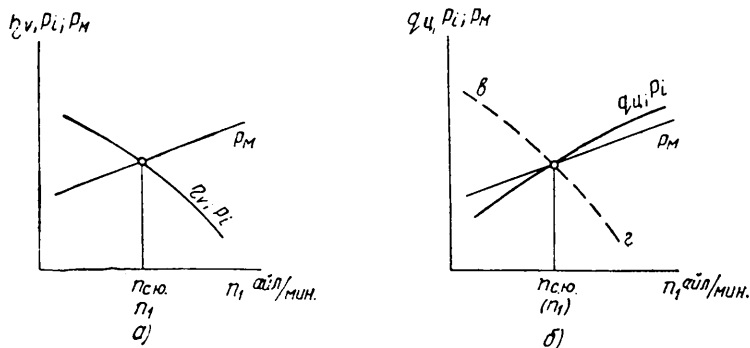
Демак, турғун ишлаш режими бузилганда айланишлар частотаси камайиб двигатель ўчиб қолиши ёки аксинча ниҳоятда ортиб, хавфли айланишлар чегарасигача кўтарилиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун двигательда салт ишлаш режимида турғун ишлаш ва айланишлар номиналдан ортганда уни чеклаш хусусияти бўлиши керак. Шу сабабли двигательларнинг юқоридаги тезлик режимларида ишлашини қараб чиқайлик.

Двигателларнинг салт юриш режимида ишлаши. Двигатель (айниқса, транспорт двигатели) ишининг салт юришидаги турғунлиги, эксплуатацион нуқтаи-назардан катта аҳамиятга эгадир. Двигателнинг бундай режимда ишлаши қуйидаги ҳолларда; автомобиль ёки трактор қисқа муддатга тўхтаганда, узатмалар қутисидagi узатмаларни қайта улашда, тишлашиш муфтасини ажратган ҳолда, тепаликдан қастга қараб ҳаракат қилганда зарур бўлади. Салт юришда двигательнинг индикатор иши механик йўқотишлар ишига тенг бўлса, у раво ишлайди. Акс ҳолда агрегатни бошқариш қийинлашиб кетади.

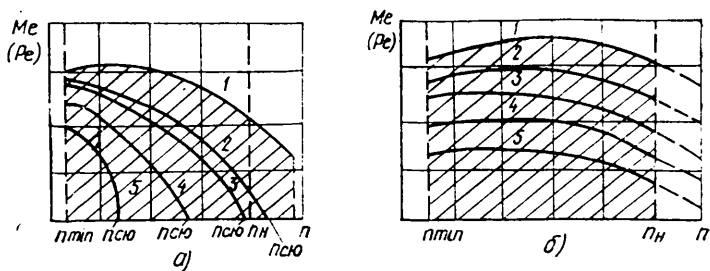
Дизелларда, салт юриш режимида айланишлар частотасининг ортиши билан ўрта индикатор P_i босим, ўртача ишқаланиш P_m босимдан тезроқ кўтарилади (61-расм, б). Босимнинг бундай ўзгаришига асосий сабаб, кўпчилик ёқилғи насосларида айланишлар ортиши билан, рейканинг ўзгармас ҳолатида ҳам циклга узатиловчи q_c ёқилғи миқдорининг кўпайишидир.

Бирон-бир сабабга кўра айланишлар салт юриш учун ўрнатилганидан ($n_1 = n_{c-ю}$) катталашганда, дизелда P_i босим P_m босимдан ортиқ бўлганидан двигательнинг айланишлари янада ортади. Агар айланишлар $n_1 = n_{c-ю}$ дан камайса, у ҳолда P_m босим P_i босимдан катта бўлади. Натижада айланишлар янада камайиб двигатель ўчиб қолиши мумкин. Шундай қилиб дизель салт юриш режимида беқарор ишлайди.

Дизелнинг салт юришда турғун ишлашини таъминлаш учун эса регулятор ўрнатилиши керак. У ҳолда регулятор айланишлар ортганда, ёқилғи узатишини озайтириш ҳисобига P_i ни (61-расм (б) даги



61-расм. Карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларининг салт юриш режимида ишлаши.



62- расм. Бошқариш органининг турли ҳолатларида (1, 2, 3, 4, 5) карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларидан олинган тезлик характеристикалари.

вг чизиги) камайтириб ёки кўпайтириб туради. Оқибатда дизель салт юришда турғун ишлай бошлайди.

Карбюраторли двигатель салт юриш режимида турғун ишлаётганида бирор сабабга кўра айланишлар $n_1 = n_{с-ю}$ дан бироз озайса, P_1 тез ортади, P_m эса камаяди (61-расм, а). Босим P_1 нинг айланишга нисбатан бундай ўзгариши карбюраторли двигательнинг салт юришда турғун ишлашини таъминлайди. Шу сабабли бу двигательлар салт юришда махсус регулятор талаб қилмайди.

Двигателларнинг максимал айланишлар режимида ишлаши. Ёқилғи насоси рейкаси ёки дроссель заслонканинг турли ҳолатларида дизель ва карбюраторли двигателлардан олинган ва 1 чизик орқали ташқи ҳамда 2 ... 5 чизиклар орқали оралик тезлик характеристикаларининг чизмалари 62-расм (а ва б) да ифодаланган,

Карбюраторли двигателларда (62-расм, а) бошқариш органининг ҳар бир ҳолатида, айланишлар частотаси маълум чегарадан ортганда дроссель заслонкаси беркилиб бориши билан буровчи момент тез камайиб кетади. Ташқи характеристикадаги буровчи моментнинг запаси 25 ... 35% га етади. Бу кўрсаткич дизелларда 5 ... 15% дан ошмайди.

Буровчи момент характеристикаларининг ҳар хил ўтишига асосий сабаб шундаки, карбюраторли двигателларда киритиш йўлининг қаршилиги, карбюратор борлиги ҳисобига ҳамма вақт каттадир; айланишлар, дроссель заслонкасини беркита туриб ортганда эса бу қаршилиқ тез кўтарилиб, цилиндрлар тўлдирилишини камайишига сабаб бўлади. Шунинг учун нагрузка кам бўлиб, дроссель заслонкаси қия очик бўлган пайтлардаги салт юриш $n_{с-ю}$ айланишлари номиналдан ҳам кичик бўлиб қолади (62-расм (а) даги 3, 4, 5, чизиклар). Демак, дроссель заслонкасининг қия ҳолатларида двигатель нагрузкасининг бирданига камайиши хавфли айланишларни ҳосил қилмайди. Заслонка тўла очик бўлганда (62-расм (а) даги 1 чизик) эса айланишлар номиналдан катта бўлади. Лекин тажрибалар кўрсатадики, карбюраторли двигателни қисқа муддатда номиналдан 30 ... 50% юқори бўлган айланишлар частотасида ишлатиш мумкин. Шу сабабли транспортда ишлатилувчи карбюраторли двигателлар кўпинча максимал айланишлар частотасининг регуляторига эга бўл-

майди. Фақат иш шароити бўйича айланишлар частотасини маълум чегарада ушлаб туриш талаб қилинган ҳоллардагина, карбюраторли двигателларга регулятор ўрнатилади.

Дизелларда буровчи момент характеристикасининг ўтиши шундайки, бошқариш органининг ҳамма ҳолатларида ташқи нагруканинг кўққисдан камайиши, айланишлар частотасини бирданига ортишига сабаб бўлади (62- расм, б). Янги барқарор режимга эса олинаётган энергия билан ички йўқотишлар энергияси тенглашганда, яъни $n_{c-y.max} \gg n_n$ бўлгандагина эришилади. Бу айланишлар рухсат этилганидан анча катта бўлиб, дизель разносга кетиш хавфини кучайтиради. Шунингдек, айланишлар частотасининг ортиши инерция кучларининг ортиқча кўтарилишига, аралашма ҳосил бўлиш ва ёниш жараёнларининг ёмонлашувига, механик ва иссиқлик нагрукаларининг кўпайишига олиб келади. Натижада двигатель ишдан чиқиши мумкин. Шунинг учун дизелда регулятор ўрнатиш йўли билан максимал айланишлар частотаси чекланмоғи лозим.

Двигателларнинг салт юришда ва максимал айланишлар режимидаги ишлашини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, карбюраторли двигателлар ишини турғунлаштириш учун алоҳида регулятор талаб қилинмайди. Максимал айланишлар частотасини маълум чегарада ушлаб туриш керак бўлгандагина карбюраторли двигателларга бир режимли максимал айланишларни чеклагичлар ўрнатилиши мумкин.

Дизеллар ўзларининг иш шароити бўйича кам деганда икки режимли — салт юришни турғунлаштирувчи ва максимал айланишлар частотасини чекловчи регуляторлар билан жиҳозланиши керак. Дизел ишини оралиқ режимларда ҳам барқарорлигини таъминлаш мақсадида кўпчилик трактор, экскаватор, йўл ва қурилиш машиналари ҳамда автомобиль дизелларида ҳамма режимли регулятор ишлатилади.

39- §. Регуляторлар

Ички ёнув двигателларида автоматик созлаш жараёни автоматик созланиш системалари ёрдамида амалга оширилади.

Двигатель тезликлар режимининг автоматик созланиш системаси деб, тирсақли вал айланишлар частотасини берилган чегарада ушлаб туриш учун хизмат қилувчи ва бир-бири билан узвий боғланган элементлар бирикмасига айтилади. Шу сабабли айланишлар частотаси созланувчи параметр бўлиб, двигательнинг ўзи созланувчи объект ҳисобланади. Регулятор ушбу системанинг асосий элементидир. У созланувчи параметр ўзгаришини қабул қилувчи акс таъсир ишлаб чиқиб двигательнинг бошқариш органи билан боғланган муфта-ни силжитувчи ва натижада айланишларнинг берилган чегарасини қайтадан тикловчи сезгир элементдан ташкил топади.

Иш шароити бўйича қатъий белгиланган тезликлар режимини ушлаб туриш талаб қилинганда ёки айланишлар частотаси хавфли кўтарилиб кетиши натижасида двигатель ишчи жараёнининг ёмонлашуви ва двигатель деталларига тушувчи механик зўриқиш рухсат этилганидан ортиб кетиши мумкин бўлган барча ҳолларда двига-

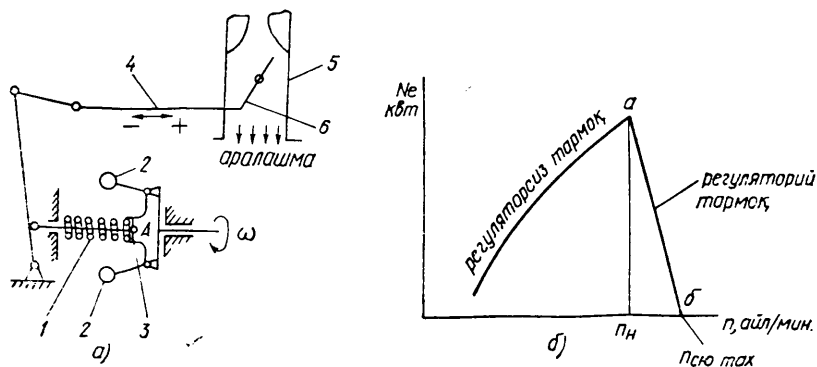
телларга айланишлар частотасининг автоматик регуляторлари ўрналади.

Автотрактор двигателларида бошқариш органи ва сезгир элемент билан тўғридан-тўғри механик алоқада бўлган, тўғри таъсир этувчи ва вазифаси бўйича бир, икки ва ҳамма режимли бўлган регуляторлар энг кўп тарқалгандир. Қуйида ана шу регуляторлар ҳақида қисқача тўхталиб ўтамыз.

Бир режимли регуляторлар. Двигателнинг айланишлар частотасини номиналдан ортиб кетишига йўл қўймаслик учун хизмат қиладиган бир режимли регуляторнинг схемаси 63-расм (а) келтирилган. Бу турдаги регуляторларнинг пружинаси олдиндан маълум куч билан қисиб қўйилади.

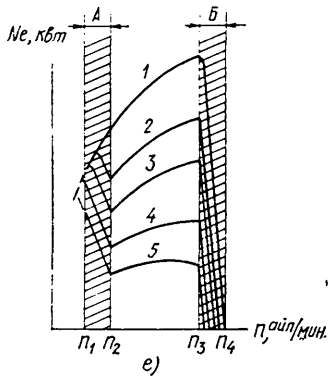
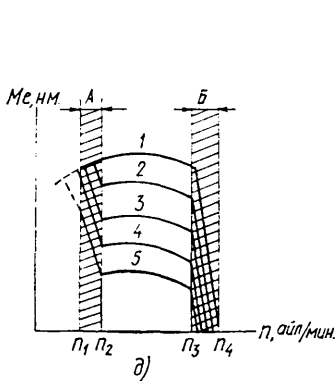
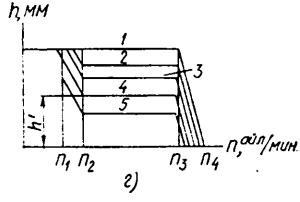
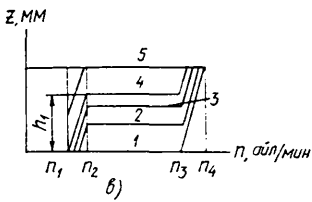
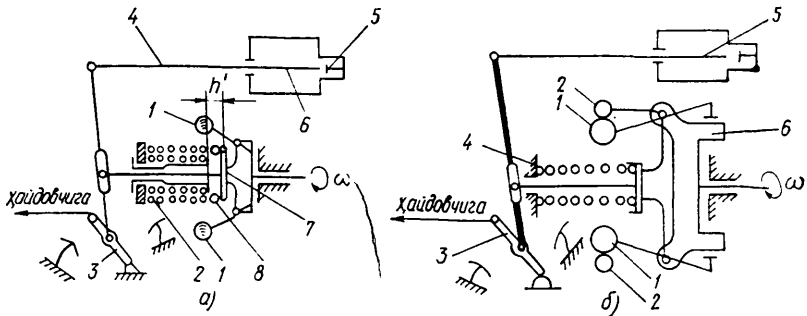
Номиналгача бўлган айланишлар частотасида пружина кучи юкчаларнинг марказдан қочма кучидан катта бўлганлиги учун муфта қўзғалмас бўлиб қолади ва шу сабабли регулятор бу зонада ишламайди. Айланишлар частотаси n_n га етиб борганда бу кучлар бири-бирига тенглашади ва айланишларнинг бундан кейинги ортишида регулятор муфтаси чапга қараб силжиб, тортқи орқали карбюраторнинг дроссель заслонкасини ёпа бошлайди ва натижада цилиндрга кирётган аралашманинг миқдори камаяди. Бунда двигателнинг қуввати (бурувчи моменти) регуляторли тармоқ бўйича (63-расм (б) даги а, б чизик) камаяди. Нагрузка кўпайиб, двигателнинг айланишлари камайганда эса ҳамма нарса тескари йўналишда ўтиб, қувват ортади. Демак, бир режимли регуляторларда номинал айланишлардан кейин жойлашган битта регуляторли зона мавжуд бўлиб, двигатель бу зонада ишлаганида унинг иш режими автоматик равишда бошқарилади. Салт юришнинг максимал айланишлар частотаси номиналдан 6 . . . 15 % (ундан кўп эмас) ортиқ бўлиши мумкин.

Двигатель номиналдан кичик айланишлар частотасидан регуляторсиз ишлаб, қўл билан бошқарилганлиги учун, бир режимли регуляторнинг конструкцияси бу зонада двигатель иш режимини бундай бошқаришга имкон бериши керак.



63-расм. Бир марказдан қочма регуляторнинг принципиал схемаси (а) ва двигателнинг бу регулятор билан биргаликдаги (б) характеристикаси:

1 — пружина; 2 — юкчалар; 3 — регулятор муфтаси; 4 — тортқи; 5 — карбюратор; 6 — дроссель заслонкаси.



64- расм. Икки пружинали (а) ва икки юкли (б) икки режимли регуляторнинг схемалари ҳамда ёқили насоси (в, г) ва двигателнинг (д, е) иш режимлари:

- а: 1 — юкчалар; 2 — ички пружина; 3 — рукаятка; 4 — тортқи; 5 — таянч; 6 — ёқилғи насосининг рейкаси; 7 — қўзғалувчи муфта; 8 — ташқи пружина.
 б: 1 — катта юкчалар; 2 — кичик юкчалар; 3 — рукаятка; 4 — пружина; 5 — ёқилғи насосининг рейкаси; 6 — таянч.

Баъзи ҳолларда бир режимли регуляторлар максимал афланишларни чеклагичлар тариқасида ишланган бўлиб, улар дрессель заслонкасининг ўзига ўрнатилади ва карбюратордан ўтувчи заряднинг тезлик босими ҳисобига ишлайди.

Икки режимли регуляторлар. Двигателларнинг регуляторга бўлган талабини аниқлаш чоғида маълум бўлдики, плунжерли ёқилғи насослари ўрнатиловчи барча дизелларга кам деганда икки режимда — минимал ва максимал тезликлар режимида сазланишни таъмин-

лаб берувчи регулятор керак. Бундай созланишни амалга ошириш учун олдиндан ҳар хил куч билан қисиб қўйилган иккита пружинали ёки турли массага эга бўлган икки жуфт юкли регуляторлардан фойдаланилади.

Икки пружинали икки режимли регуляторлар. Бундай регуляторнинг схемаси 64-расм (а) да ифодаланган. Олдиндан камроқ куч билан қисилган ташқи пружина салт юришнинг минимал айланишларида двигателнинг турғун ишлашини таъминласа, олдиндан каттароқ куч билан қисилган ички пружина айланишларни номиналдан ортиб кетмаслиги учун хизмат қилади. Айланишлар частотасининг ортиб бориши билан юкчаларда ҳосил бўлувчи марказдан қочма куч ташқи пружинага таъсир қилади ва бу куч айланишлар частотаси n_1 га етиб борганда унинг кучига тенглашади. Шу сабабли айланишлар n_1 дан n_2 гача ортганда, юкчаларнинг марказдан қочма кучи таъсирида ташқи пружина сиқилиб, юкчалар секин-аста (64-расм, в) силжий бошлайди. Натижада у билан боғланган муфта чап томонга $z = h'$ масофага силжиб, ричаг орқали ёқилғи насоси рейкасини чапга, яъни ёқилғи узатиш камайдиган (64-расм, г) томонга қараб суради. Бу двигатель қуввати ва буровчи моментни бирданига камайишига олиб келади (64-расм (д, е) даги А зонасидан битта пружина билан олинган характеристика).

Айланишлар частотаси n_2 га етганда, муфта ички пружинага тиралиб, юкчалар силжишдан тўхтайти, чунки бу пайтдаги юкчаларнинг кучи ҳали икки пружина кучини бирданига енгиш учун етарли бўлмайди. Шундай қилиб регулятор $n_2 - n_3$ айланишлар частотаси оралиғида ишламайди. Шу сабабли ёқилғи насосининг рейкаси бу орада қўл билан бошқарилиши ва регулятор конструкцияси бундай бошқаришга имкон бериши керак.

Айланишлар частотаси $n_3 = n_n$ га етганда юкчаларнинг кучи иккала пружина кучини бирданига енгиш учун етади ва айланишларни бундан кейинги ортиши юкчаларни янгидан силжишига сабаб бўлади (64-расм, в). Натижада ёқилғи узатиш яна (64-расм, г) камаю бошлайди. Бу двигатель кўрсаткичларини бирданига камайишига олиб келади (64-расм (д, е) даги Б зонасидан икки пружина билан олинган характеристика). Шундай қилиб қараб чиқилаётган регулятор иккита юқори даражадаги турғун режимга, яъни салт юришнинг минимал айланишларини турғунлигини таъминловчи ($n_1 < n < n_2$) ва максимал айланишларни чеклаш имкониятини берувчи ($n_3 < n < n_4 = n_{c-yo\ max}$) режимларга эга бўлади.

Ёқилғи насоси рейкасининг силжиш характери ва двигателнинг эҳтимол тутилган ишлаш режимларининг педал (рукоятка) ҳолатига нисбатан ўзгариши 64-расм (г, д, е) да кўрсатилган. Педалнинг 1 ҳолатида рейка таянчга тиралиб, ташқи пружина ичкисига теккунча қисилган бўлади. Шу сабабли регулятор $n > n_3 = n_n$ бўлгандагина ишга тушиб, двигатель ташқи характеристика бўйича ишлайди. Педалнинг 2 ва 3 ҳолатларида насос рейкаси таянчга тегиб, ташқи пружина бироз қисилган бўлади, холос. Бу пайтда регулятор $n_1 - n_2$ айланишлар оралиғида ишга тушиб, рейка йўлини камайтир-

ганлиги учун бу орада двигатель ташқи характеристикадан оралиқ-характеристикага ўтади. Педалнинг юқоридаги ҳолатларида айла-нишлар номиналдан ортгандагина регулятор иккинчи марта ишга тушади. Педалнинг 4 ҳолатида рейка таянчга тегай деб, ташқи пружина қўшимча сиқилмаган бўлади. Шу сабабли регулятор бу ҳолатда ҳам минимал ($p_1 < p < p_2$) ҳам максимал ($p_3 < p < p_4 = p_{c-yu\ max}$) айланишларда тўлиқ ишлайди.

Дизелнинг икки режимли регулятор билан биргаликда ишлаш режимлари диаграммда (64-расм, д, е) штрихланган А ва Б зоналар билан ифодаланган.

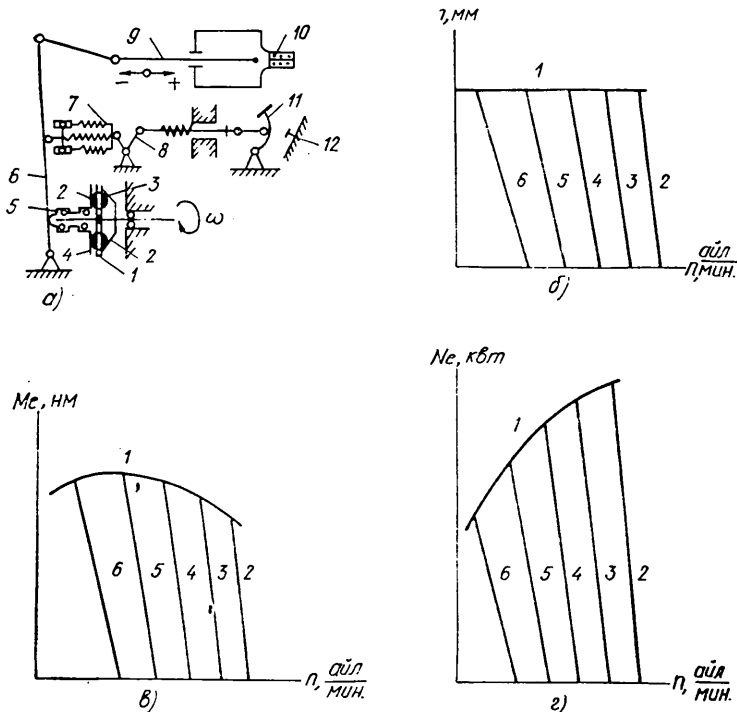
Икки юкли, икки режимли регуляторлар. Битта пружинага таъсир қилувчи ва икки жуфт юкчалардан ташкил топган икки режимли регуляторнинг принципал схемаси 64-расм (б) да чизилган. Айланишлар p_1 дан p_2 га етгунча иккала жуфт юкчаларнинг биргаликдаги марказдан қочма кучи пружинани сиқиб, ричаглар системаси орқали рейкани суради ва ёқилғи беришни камайтиради. Айланишлар p_2 га етганда катта юкчалар таянчга тиралиб қолади ва бундан кейин пружинани сиқишда иштирок этмайди. Кичик юкчаларнинг кучи эса айланишлар номиналдан ошгандан кейингина пружина кучини енгишга етарли бўлади ва шунинг учун регулятор $p_3 < p < p_4 = p_{c-yu\ max}$ оралиғида яна ишлайди. 64-расм, в, г, д, е да келтирилган диаграммалар икки режимли, икки юкли регуляторларга ҳам тўла тааллуқлидир.

Икки режимли регуляторлар тузилишининг нисбатан мураккаблиги ва оралиқ режимлари турғунлигини таъмин эта олмаслиги, су регуляторларнинг двигательларда қўллаш истиқболини камайтириб юборди. Шу сабабли янги дизелларда ассан ҳамма режимли регуляторлар ишлатилмоқда.

Ҳамма режимли регуляторлар. Дизель ишини p_{min}^* дан p_n гача бўлган барча тезлик режимларида турғун булишини таъминлаш учун ҳамма режимли регуляторлардан (65-расм, а) фойдаланилади. Бунда айрим ҳоллардагина, фақат двигатель тўхтатилганидан кейин ёқилғи насосининг рейкаси 9 га тўғридан-тўғри таъсир қилишга рухсат этилади. Бундай регуляторнинг ўзига хос хусусияти шундаки, ёқилғи узатиш эластик звено-пружина орқали босқарилади. Ҳайдовчи педаль ёрдамида бу пружинанинг таранглигини ва регулятор ишга тушадиган айланишлар частотасини ўзгартиради. Бунда юкчаларнинг кучи таъсирида муфта силжиб, ричаг орқали рейка йўлини (65-расм, б) ўзгартиради. †

Двигателнинг максимал ва минимал айланишлар частотаси пружинанинг таранглигига бсғлиқ ва у таянчлар ёрдамида ростланади. Двигателни тўхтатиш учун ҳайдовчи билан махсус ричаг орқали боғланган тортқи хизмат қилади.

Ҳамма режимли регулятор ишлатилганда дизелнинг бурсвчи моменти ва қувватининг чизмалари 65-расм (в, г) да ифодаланган. Характеристиканинг ҳар бир регуляторли тармоқ (2 . . . 6 чизиклар) пружинанинг (65-расм, а) маълум таранглигига мос келади.



65- расм. Ҳамма режимли регуляторнинг (а) схемаси ва ёқилги насоси (б) ҳамда двигателнинг (в, г) иш режимлари:

1 — текис тарелка; 2 — юкчалар; 3 — конусли тарелка; 4 — муфта; 5 — шарикли подшипник; 6 — рычаг; 7 — пружиналар; 8 — тортқа; 9 — ёнгири насосининг рейкаси; 10, 12 — таянчлар; 11 — подаль.

Регулятор двигателнинг буровчи моментини (қувватини) юкланишга мос равишда максималдан (65-расм, в, г даги 1 чизик) ноль қийматигача автоматик равишда ўзгартиради, бунда двигателнинг айланишлар частотаси бироз ўзгаради. Шунини таъкидлаш керакки, бу ўзгаришнинг (бошқача қилиб айтганда нотекислик даражасининг) қиймати кўп жиҳатдан тезлик режимига боғлиқдир. Шундай қилиб ишлатиш жараёни учун созилаш системасининг нотекислик ва сезмаслик даражалари катта аҳамиятга эгадир.

Тезлик характеристикасининг регуляторли тармоғи бўйича ишлатётган двигатель тирсақли валининг бурчак тезлигини нисбий ўзгариш диапозони нотекислик даражаси δ_n билан баҳоланади:

$$\delta_n = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_{\text{урт}}} \cdot 100 \%$$

бу ерда ω_1 — тирсақли валнинг тўла нагрузка ва регуляторни бошқариш органининг қабул қилинган ҳолатидаги бурчак тезлиги, C^{-1} ;

ω_2 — тирсақли валнинг салт юриш ва регуляторни бошқариш органининг ўша ҳолатидаги бурчак тезлиги, C^{-1} ;
 $\omega_{\text{фрт}}$ — ўртача бурчак тезлиги, $\omega_{\text{фрт}} = (\omega_1 + \omega_2)/2, C^1$.

Айланишлар частотаси камайиши билан регуляторнинг нотекислик даражаси ортиб боради, чунки кичик айланишларда муфтанинг тахминан бир хил силжишига, юкчалар бурчак тезлигининг катта-роқ бўлган ўзгариш диапозони тўғри келади. Регуляторнинг нотекислик даражаси қанчалик катта бўлса, двигателни тўла нагрузкадаги айланишлари билан салт юришдаги айланишлари ўртасидаги фарқ шунчалик катта бўлиб боради. Двигатель деталларининг айланиши-ни ва салт ишлашда ёқилғи сарфини камайтириш учун нотекислик даражаси 0,06 . . . 0,08 дан ортмаслиги керак.

Созланиш системасининг сезмаслик даражаси ϵ_p деганда, одатда тезлик характеристикаси регуляторли тармоғининг сезмаслик зонаси кенглигининг нисбий қиймати тушунилади:

$$\epsilon_p = \frac{\omega'' - \omega'}{\omega_{\text{фрт}}} \approx \frac{R}{E}$$

бу ерда $(\omega'' - \omega')$ — система ишқаланишининг мавжудлиги ҳисобига бошқариш органи қўзғалмас бўлиб қоладиган двигатель;

$\omega_{\text{фрт}}$ — двигатель валининг берилган интервалдаги ўртача бурчак тезлиги, $\omega_{\text{фрт}} = (\omega'' + \omega')/2, C^1$;

R — системадаги регулятор муфтасига келтирилган якуний ишқаланиш кучи, Н/кг

E — регуляторнинг қўзғатувчи кучи, Н/кг.

Ҳамма режимли регулятор қўллашнинг иқтисодий самарадорлиги. Ҳамма режимли регуляторнинг хоҳлаган тезлик режимда ишга туширишнинг мумкинлиги қуйидаги асосий афзалликларни келтириб чиқаради:

машинада ҳайдаш шаронтини яхшилайти;

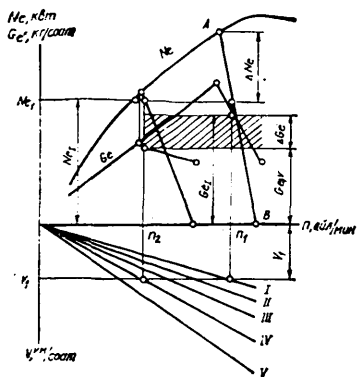
иш унумини (иш вақтидан фойдаланиш коэффициентининг кўпайиши ҳисобига) оширади;

машинанинг сақланишини узайтиради;

кам нагрузка билан ишлаётган машинанинг тежамкорлигини оширади.

Дастлабки уч афзаллик машинанинг ҳаракат тезлигини тўғри ва мақсадга мувофиқ қилиб танлаш билан боғлиқдир. Тезлик алмаштириш билан боғлиқ бўлган вақт йўқотишларини камайтириш ёрдамида иш вақтидан фойдаланиш коэффициентини, демак, сменали иш унумини оширишга эришилади.

Юқорида кўрсатилганидек, кам нагрузка билан ишлаётган тракторнинг тежамкорлигини, ҳамма режимли регулятор ишлатилганда ошириш мумкин. Бу 66-расмда келтирилган чизмалардан фойдаланиб таҳлил қилинади. Чизманинг юқори қисмида двигатель қуввати (N_e) ва соатли ёқилғи сарфи (G_e) чизиқлари, пастки қисмида эса тракторнинг илгарилама ҳаракат (v) тезлигини айланишлар частотасига нисбатан ўзгариши ифодаланган.



66-расм. Ҳамма режимли регулятор қўллашнинг иқтисодий самарадорлигини таҳлил қилиш схемаси.

Трактор қатор оралиғини культивация қилишда ишлатилаяпти деб фараз қилайлик. Бу пайтда ғўзанинг шикастланишига йўл қўймаслик учун қишлоқ хўжалик машинасининг ишлов кенглиги ва трактор агрегатининг ҳаракат тезлиги, агро-техник талаблар бўйича чекланган бўлади. Тезлик v_1 ва ишлов кенглигининг берилган қийматларида двигателнинг асосий тезлик (А — В) режимида ишлаганидаги қувват N_{e1} га тенг бўлсин.

Чизмадан кўриниб турибдики, двигатель юқоридаги режимда ишлаганида тезланиши жуда кам бўлади (юкланмаслик ΔN_e га тенг). Шу сабабли ёқилғининг солиштирма сарфи бу пайтда жуда кўп бўлади:

$$g_{e1} = G_{e1}/N_{e1}$$

Ҳамма режимли регулятор бўлганда двигатель тезлик режимини n_2 га ўтказиш ва бу пайтда талаб қилинган v_1 тезликни сақлаб қолиш учун тезликни I дан IV узатмага ўтказиш керак. Қишлоқ хўжалик машинасининг ишлов кенглиги ва трактор агрегатининг ҳаракат тезлиги ўзгармай қолганлиги учун двигателнинг қуввати ҳам N_{e1} га тенглигича қолади.

Двигателнинг янги ишлаш режимида солиштирма ёнилғи сарфи тенг бўлади:

$$g_{eIV} = G_{eIV}/N_{e1}$$

Юқоридаги ифодаларда махраж N_{e1} ўзгармасдан, $G_{eIV} < G_{e1}$ бўлганлиги учун, двигатель иккинчи ҳолатда анча тежамкор (ΔG_e) ишлайди ва бу пайтда кўп миқдордаги ёқилғи иқтисод қилиб қолинади. Трактор транспортда ишлатилганда, машина-трактор агрегатини буришда ёки уни бир пайкалдан иккинчисига олиб ўтишда, агро-техник талаблар бўйича агрегатнинг ишлов кенглиги ва ҳаракат тезлигини оширишнинг иложи бўлмаган бошқа барча ҳолларда двигатель кўпинча тўла нагрузкаланмайди. Шу сабабли (ундай пайтларда ҳамма режимли регуляторнинг мавжудлиги анча миқдордаги (ҳамма режимли регуляторсиз ишлаган пайтдагига қараганда 25 . . . 30% гача) ёқилғини тежаб қолиш имконини беради. Шунингдек, двигателнинг оралиқ режимда ишлашга ўтиши, ёниш камерасида ажралиб чиқувчи ва бир қисми совитиш системасига берилувчи иссиқликни камайишига олиб келади, натижада двигателнинг ўта қизиб кетишининг ҳам олди олинади. Бу ҳаво билан совитилувчи дизеллар учун ёз шаронтида айниқса катта аҳамиятга эгадир.

И К К И Н Ч И Қ И С М

КРИВОШИП-ШАТУН МЕХАНИЗМИНИНГ ДИНАМИКАСИ ВА ДВИГАТЕЛЛАРНИ МУВОЗАНАТЛАШ

VIII БОБ. КРИВОШИП-ШАТУН МЕХАНИЗМИНИНГ ДИНАМИКАСИ

40- § Асосий тушунчалар

Поршенли двигатель ишлаётганида кривошип-шатун механизмида айрим деталлар, шунингдек, умуман двигатель иш шароитини аниқловчи кучлар ҳосил бўлади. Бу кучларнинг катта-кичиклиги ва ўзгариш характери двигатель кривошип-шатун механизми кинематикаси ва динамикасининг тенгламалари ёрдамида аниқлаш мумкин.

Одатда кривошип-шатун механизмининг кинематикаси текшириляётганда тирсақли валнинг айланишидаги бурчак тезлиги ўзгармас деб ҳисобланади ва бинобарин, унинг бурилиш бурчаги вақтга муносиб бўлади. Ҳақиқатда валнинг бурчак тезлиги ўзгарувчан бўлади, бу двигатель буровчи моментининг нотекислиги билан тушунтирилади. Двигатель турғунлашган режимда ишлаганда тирсақли валнинг бурчак тезлиги ниҳоятда кичик ораликда ўзгаради. Шунинг учун амалиёт учун етарли даражада аниқликда поршеннинг кўчиши, тезлиги ва тезланишини аниқлашда тирсақли валнинг бурчак тезлигини ўзгармас деб қабул қилинади.

67- расм (а) да двигатель марказий (аксиал) кривошип-шатун механизмининг схемаси ифодаланган бўлиб, бунда цилиндр ўқи тирсақли вал ўқи билан устма-уст тушади. Схемада қуйидаги белгилар қабул қилинган:

α — цилиндр ўқидан тирсақли валнинг айланиш йўналишида соат стрелкаси бўйлаб кривошипнинг бурилиш бурчаги; $\alpha = 0^\circ$ бўлганда поршень Ю. Ч. Н. да (А нуқтада), $\alpha = 180^\circ$ бўлганда эса П.Ч.Н. да (В' нуқтада) бўлади.

β — шатун ўқининг цилиндр ўқидан тебраниш текислигидаги оғиш бурчаги;

ω — тирсақли вал айланишининг бурчакли тезлиги;

$s = 2r$ — поршень йўли;

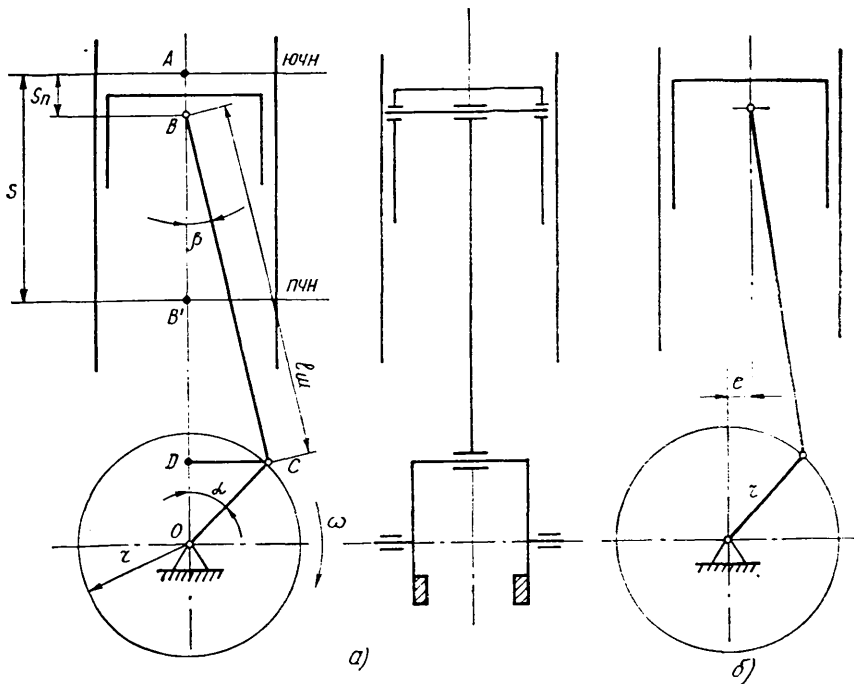
r — кривошип радиуси;

l_m — шатун узунлиги;

$\lambda = r/l_m$ — кривошип радиусини шатун узунлигига нисбати, амалда унинг қиймати $\lambda = 0,20 \dots 0,30$.

Кривошип α бурчакка бурилганда поршень ю. ч. н. дан (67-расм, а) қуйидаги масофага кўчади:

$$\begin{aligned} S_n &= AO - BO = AO - (BD + OD) = \\ &= l_m + r - (l_m \cdot \cos \beta + r \cdot \cos \alpha) \end{aligned} \quad (111)$$



67- расм. Марказий (а) ва дезаксиаль (б) кривош. п. п. платун механизмларнинг схемалари.

Ҳосил бўлган (III) тенгламани соддалаштириш учун $\cos \beta$ ни бурчакнинг функцияси тарзида ифодалаймиз. OCD ва BCD учбурчаклардан маълумки:

$$r \cdot \sin \alpha = l_m \cdot \sin \beta$$

бу ерда

$$\sin \beta = \frac{r}{l_m} \sin \alpha = \lambda \cdot \sin \alpha$$

Маълумки,

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \sin^2 \alpha}$$

Юқоридаги тенгламанинг ўнг томонини Ньютон биноми бўйича қаторга ёйиб оламиз:

$$\cos \beta = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot \sin^2 \alpha}{1 \cdot 2} - \frac{\lambda^4 \cdot \sin^4 \alpha}{1 \cdot 2 \cdot 4} - \dots$$

λ — нинг энг кўп тарқалган ($\lambda = 0,20 \dots 0,30$) қийматларида қаторнинг учинчи ва ундан кейинги ҳадларининг қиймати жуда кичик бўлганлиги сабабли амалий ҳисобларда биномнинг дастлабки икки ҳади билан кифояланиш мумкин, яъни:

$$\cos \beta = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2}$$

Бу ҳолда тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\begin{aligned} S_n &= l_m + r - l_m \left(1 - \frac{\lambda^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2} + r \cdot \cos \alpha \right) = \\ &= r \left(1 + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin^2 \alpha - \cos \alpha \right) \end{aligned}$$

Лекин

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

У ҳолда

$$S_n = r \left(1 + \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{1 - \cos 2\alpha}{2} - \cos \alpha \right)$$

ёки

$$S_n = r \left[1 + \frac{\lambda}{4} - (\cos \alpha + \frac{\lambda}{4} \cdot \cos 2\alpha) \right] \quad (112)$$

юқсридаги тенгламадан қуйидагиларни оламиз:

$$\begin{aligned} \alpha = 0^\circ \text{ да} & \quad S_n = 0 \\ \alpha = 90^\circ \text{ да} & \quad S_n = r \left(1 + \frac{\lambda}{2} \right) \\ \alpha = 180^\circ \text{ да} & \quad S_n = 2 \cdot r \end{aligned}$$

Булардан кўрииб турибдики, кривошип Ю. Ч. Н. дан дастлабки 90° ($\alpha = 90^\circ$) га бурилганда поршеннинг кўчиши (йўли) кривошипнинг кейинги 90° ($\alpha = 180$) га бурилгандаги поршеннинг кўчишидан анча катта бўлади. Бунинг сабаби қуйидагича. Поршеннинг ҳаракати икки сабаб таъсирида содир бўлади: шатуннинг цилиндр ўқи бўйлаб кўчиши ва шатун ўқининг цилиндр ўқидан оғиши; поршень Ю. Ч. Н. да бўлганда шатун цилиндр ўқи бўйлаб жойлашади. Ма-на шу икки фактор поршеннинг бир йўналишда кўчишини таъминлайди, натижада кривошип Ю. Ч. Н. дан дастлабки 90° га бурилганда поршень ўз йўлининг ярмидан кўпини ўтади.

Кўрииб турибдики, шатуннинг узунлиги қанча катта, яъни λ нинг қиймати қанча кичик бўлса, шатун ўқининг цилиндр ўқидан оғиши поршеннинг кўчиш қийматига шунча кам таъсир этади. Шатуннинг узунлиги чексиз катта бўлганда бу таъсир чексиз кичик бўлади. Шунинг учун поршеннинг ҳаракати шатуннинг тирсакли валга боғланган учининг цилиндр ўқи бўйлаб кўчиши билан аниқланади.

Ҳисоблаш учун етарли даражада аниқликка эга бўлган тезлик тенгламаси, (112) тенгламани вақт бўйича дифференциаллаш йўли билан олинади:

$$C_n = \frac{ds_n}{dt} = \frac{ds_n}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = r\omega \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \quad (113)$$

(113) тенгламани вақт бўйича дифференциаллаш билан ҳисоблаш

учун етарли даражада аниқликка эга бўлган тезланиш тенгламасини ҳосил қилинади:

$$j_n = \frac{dc_n}{d\alpha} = \frac{dc_n}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = r\omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha) \quad (114)$$

Марказий кривошип-шатун механизмларининг кинематик кўрсаткичларини ҳисоблашни тезлатиш учун $(\cos \alpha + \frac{\lambda}{4} \cos 2\alpha)$, $(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha)$ ва $(\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$ катталикларнинг қийматлари тирсакли валнинг бурилиш бурчаги α бўйича, λ нинг турли қийматлари учун берилган махсус адабиётларнинг жадвалларидан олинади.

41-§. Кривошип-шатун механизмга таъсир қилувчи куч ва моментлар

Ҳозирги кунда трактор ва автомобилларга кўп ҳолларда тезкор двигателлар қўйилаётганлигидан, ундаги кривошип-шатун механизмнинг ҳаракатланувчи деталлари анча катта тезлик ва тезланиш билан ҳаракатланади. Мисол учун, енгил автомобилларнинг карбюраторли двигателларида поршеннинг ўртача тезлиги 16 м/с га ва тезланиши 2200 м/с² га етади. Пойга автомобилларининг двигателларида бу кўрсаткичлар эса янада катта қийматга эга бўлади. Шу сабабли тезкор двигателларни мустаҳкамлигини ҳисоблашда унга таъсир қилувчи барча кучларни мукамал ўрганиш зарурдир.

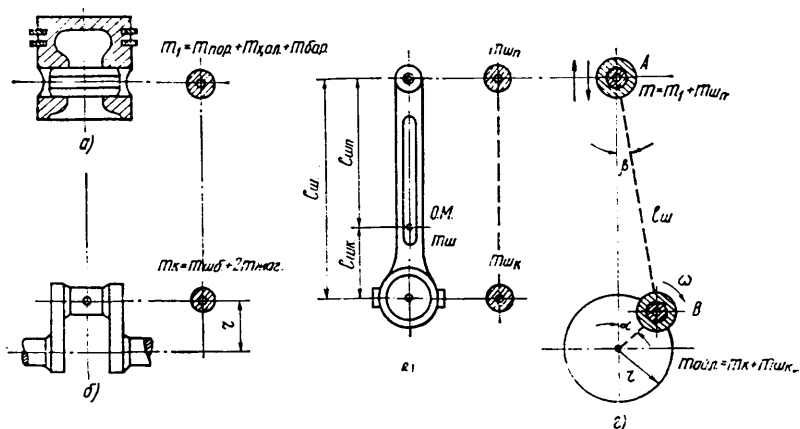
Двигателнинг кривошип-шатун механизмига ёнишдан ҳосил бўлган газлар кучи, илгарилама-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлган инерция кучи, айланма ҳаракатдан ҳосил бўлган инерция кучи, ишқаланиш ва оғирлик кучлари таъсир қилади. Охири икки кучнинг қиймати нисбатан кичик бўлганлиги туфайли динамик ҳисобларда улар эътиборга олинмайди.

Инерция кучларининг қийматини аниқлашда механизм деталларининг массаларини билиш керак. Бунда динамик ҳисобларни енгиллаштириш мақсадида ҳақиқий кривошип механизмнинг массаси динамик эквивалент жойлашган массалар системаси билан алмаштирилади. Ҳаракатнинг турига қараб ҳаракатланувчи барча деталларни уч гурпуага бўлиш мумкин;

1. Цилиндр ўқи бўйлаб илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи деталлар (поршень группаси). Поршеннинг ҳалқалар ва бармоқ билан биргаликдаги массасини поршень бармоғи ўқига тўпланган деб ҳисобланади ва m_1 билан белгиланади (68-расм, а).

2. Тирсакли валнинг айланма ҳаракатланувчи қисми. Бу қисмининг массаси кривошип радиусига келтирилган масса билан алмаштирилади ва m_k билан белгиланади (68-расм, б).

3. Мураккаб илгариланма-қайтма-тебранма ҳаракатланувчи деталлар (шатун группаси). Динамик ҳисоблашни содаллаштириш мақсадида шатуннинг массаси 2 та массага келтирилади. Улардан бири $m_{шн}$ масса шатуннинг юқсри головокеси ўқида иккинчиси $m_{шк}$



68-расм. Кривошип-шатун механ изми икки массали системага келтириш: а — поршень комплектининг массасини келтириш; б — кривошип массасини келтириш; в — шатун массасини келтириш; г — кривошип-шатун механизми системаини келтириш.

масса эса (68-расм, в) шатуннинг пастки головкаси ўқида жойлаштирилади. Шатуннинг оғирлик марказида жойлашган масса, $m_{шн}$ ва $m_{шк}$ массаларга қараганда жуда кичик бўлгани учун уни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. У ҳолда статистик маълумотлар асосида

$$m_{шн} = (0,2 \dots 0,3) m_{ш} \quad (115)$$

$m_{шк} = (0,7 \dots 0,8) m_{ш}$ деб қабул қилиш мумкин.

Шундай қилиб кривошип-шатун механизмини қаттиқ вазнсиз зveno билан боғланган икки (68-расм, г даги А ва В) нуқтадаги массалар системаси билан алмаштирилади. А нуқтадаги масса, илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи масса бўлиб, унинг қиймати

$$m = m_1 + m_{шн} \quad (116)$$

ва В нуқтадаги масса айланувчи масса бўлиб, унинг қиймати

$$m_{айл} = m_к + m_{шк} \quad (117)$$

Бу ерда $m_к$ кривошипнинг мувозанатлашмаган қисмларининг массаси бўлиб, унинг қиймати шатун бўйни ($m_{шб}$) ва иккита жағнинг ($2 m_{жағ}$) массасидан иборат, яъни

$$m_к = m_{шб} + 2 \cdot m_{жағ} \quad (118)$$

m_1 , $m_{ш}$ ва $m_к$ массалар прототип двигателдаги мос қисмларнинг массасига тенг деб қабул қилинади ёки чизмалар бўйича ҳисобланади. Поршень тубининг (F_r) юза бирлигига нисбатан поршень (m_1) ва шатун ($m_{ш}$) ларнинг нисбий массалари 11-жадвалда берилган бўлиб, m_1 ва $m_{ш}$ массаларни аниқлашда улардан фойдаланиш мумкин.

Двигателларнинг тури	Поршень ёки шатуннинг материали	$M'_1 = M_1 / F_n$ кг/м ² [г/см ²]	$M'_ш = M_{ш} / F_n$ кг/м ² (г/см ²)
Карбюраторли автомобиль двигатели (D = 60 . . . 100 мм) Автомобиль дизеллари (D = 80 . . . 120 мм) Трактор дизеллари (D = 100 . . . 140 мм)	Енгил қотшма ёки пулат	100 . . . 150 (10 . . . 15)	120 . . . 200 (12 . . . 20)
	Чўян	150 . . . 280 (15 . . . 28)	120 . . . 200 (12 . . . 20)
	Енгил қотшма	200 . . . 250 (20 . . . 25)	300 . . . 400 (30 . . . 40)
	Енгил қотшма	250 . . . 350 (25 . . . 35)	350 . . . 550 (35 . . . 55)

Шундай қилиб, двигателнинг кривошип-шатун механизмининг илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи деталларига газларнинг босим P_2 ва илгарилама-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлган А инерция кучларининг йиғиндиси $P(P = P_2 \pm A)$, айланувчи қисмига эса айланма ҳаракатдан ҳосил бўлган марказдан қочма $P_{мк}$ инерция кучи таъсир қилади.

Газларнинг босим кучи. Двигатель цилиндридаги газларнинг босим кучини поршень йўлига нисбатан тажриба ёки ҳисоблаш йўли билан чизилган индикатор диаграммадан топилади.

Индикатор диаграмма 69-расм (а) да, унинг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича ёйилмаси ҳам шу расм (б) да кўрсатилган.

Ёйилган диаграмманинг ордината ўқи бўйлаб қўйиладиган, поршенга таъсир этувчи газларнинг босим кучи қуйидаги формуладан топилади:

$$P_r = P_1 \cdot F_n$$

бу ерда P_1 — цилиндрдаги газларнинг босими;

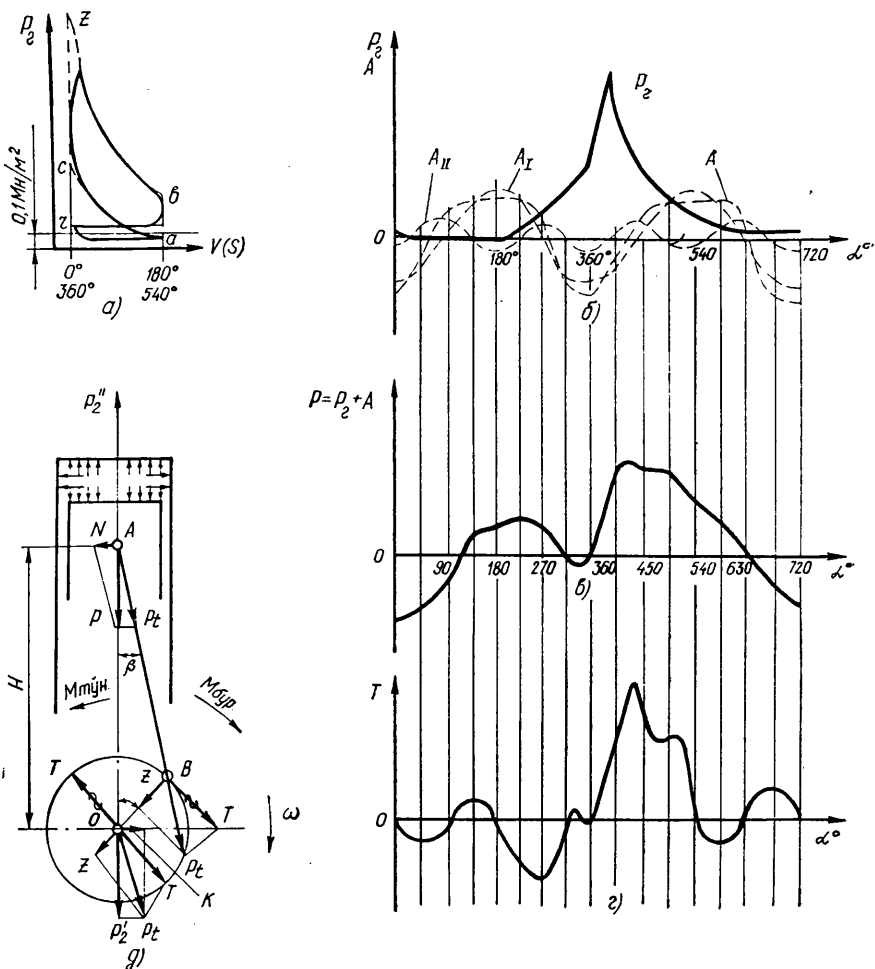
F_n — поршень тубининг юзаси.

Двигатель цилиндридаги газларнинг босими цилиндр головкасига таъсир қилувчи P'_2 куч ҳосил қилади.

Бу куч цилиндр ўқи бўйлаб таъсир қилиб, қиймати ўзгармас ва поршенга таъсир қилувчи кучга қарама-қарши йўналгандир. P'_2 кучи валдан негиз подшипникларига берилувчи P'_2 кучи билан мувозанатланади ва у картернинг таянчларига таъсир қилмайди.

Газларнинг босим кучи ўзининг энг катта қиймати билан поршенга Ю. Ч. Н. да таъсир қилади деб қабул қилинади.

Цилиндр ўқи бўйлаб йўналган ва поршень 1 бармоғининг ўқиға



69-расм. Кривошип-шатун механизмга таъсир қилувчи кучларнинг чизмаси:

- а — индикатор диаграммаси; б — индикатор ва инерция кучлари диаграммасини, тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўлича ёйилмаси;
- в — босим ва инерция кучларининг йиғинди диаграммаси; г — тангенциаль куч диаграммаси; д — кривошип-шатун механизмга таъсир қилувчи йиғинди кучлар ва моментларини аниқлаш.

қўйилган ($P = P_r \pm A$) кучни икки ташкил этувчига ажратамиз (69-расм, д):

шатун бўйлаб йўналган кучга

$$P_t = P / \cos \beta$$

цилиндр ўқига перпендикуляр бўлган нормал кучга

$$N = P \cdot \operatorname{tg} \beta$$

Шатун бўйлаб йўналган P_t кучни унинг таъсир чизиғи бўйлаб кривошипнинг шатун бўйнига кўчириш ва икки ташкил этувчига ажратиш мумкин:

кривошип радиуси айланасига уринма бўлган тангенциал кучга

$$T = P_t \cdot \sin(\alpha + \beta) = \frac{P}{\cos \beta} \sin(\alpha + \beta)$$

кривошип радиуси бўйлаб йўналган нормал кучга

$$z = P_t \cdot \cos(\alpha + \beta) = \frac{P}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)$$

Агар T куч кривошипнинг айланиш томонига йўналган бўлса мусбат, тескари йўналганда эса манфий бўлади. Тангенциал кучни тирсакли валнинг бурилиш бурчагига боғлиқлик чизмаси 69-расм (г) да келтирилган.

Тирсакли валнинг айланиш маркази O да, тангенциал кучга тенг ва унга параллел бўлган ўзаро қарама-қарши иккита куч оламиз. Икки қарама-қарши йўналган жуфт куч g елкада кривошипни буровчи (айлантирувчи) момент ҳосил қилади. Бу момент қўйидагича топилади:

$$M_{\text{бур}} = T \cdot r = \frac{P \cdot r}{\cos \beta} \cdot \sin(\alpha + \beta) \quad (119)$$

Юқоридаги ифодада $r = \text{const}$ бўлганлиги сабабли тангенциал кучнинг диаграммаси маълум масштабда буровчи моментнинг ҳам диаграммасидир. Бир цилиндрли, шунингдек, кўп цилиндрли двигателлар учун тангенциал кучларнинг йиғинди диаграммасини қуришни тракторлар ва автомобиллар фанидан курс ишини бажаришда баътафсил қараб чиқилади.

Буровчи момент куч узатмаси орқали бошқарувчи ғилдиракларга узатилади ва ҳамма вақт фойдали қаршилиқлар momenti ва куч узатмасини ҳаракатдаги массалари инерциясининг кучидан ҳосил бўлган инерция momenti билан мувозанатда бўлади, яъни

$$M_{\text{бур}} = M_{\text{к}} \pm s \cdot \varepsilon \quad (120)$$

O нуқтада эркин қолган T кучни, шу нуқтага ўзининг таъсир чизиғи бўйлаб кўчирилган z куч билан геометрик қўшсак яна янгидан P_t кучини оламиз. Энди бу кучни цилиндр ўқи бўйлаб йўналган P'_2 ва унга перпендикуляр йўналган K кучларга ажратсак, ҳосил бўлади:

$$P'_2 = P_t \cdot \cos \beta = \frac{P}{\cos \beta} \cdot \cos \beta = -P$$

$$K = P_t \cdot \sin \beta = \frac{P}{\cos \beta} \cdot \sin \beta = P \cdot \text{tg} \beta = -N$$

P'_2 куч цилиндр ўқи бўйлаб йўналган ва цилиндр головкасига таъсир қилувчи P'_2 кучга тенг ва унга қарама-қарши йўналганлиги учун бу кучлар ўзаро мувозанатда ($P'_2 = -P'_2$) бўлади.

О ва А нуқталарга қўйилган жуфт куч ($N = -K$) ОА елкада тўнтарувчи $M_{тўн}$ моментни ҳосил қилади. Бу момент двигателнинг картерига қўйилган бўлиб, қиймати доимо буровчи моментга тенг лекин унга қарама-қарши йўналган бўлади. Буни қуйидагича исботлаш мумкин:

$$\begin{aligned}
 A_{тўн} &= N \cdot OA = -P \cdot \operatorname{tg} \beta (r \cdot \cos \alpha + l_{ш} \cdot \cos \beta) = \\
 &= -P \cdot r \cdot \operatorname{tg} \beta (\cos \alpha + \frac{l_{ш}}{r} \cos \beta). \\
 l_{ш}/r &= \sin \alpha / \sin \beta \text{ эканлиги учун} \\
 A_{тўн} &= -P \cdot r \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} (\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot \cos \beta) = \\
 &= -P \cdot r \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \frac{1}{\sin \beta} (\sin \beta \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \beta) = \\
 &= -\frac{P \cdot r}{\cos \beta} \cdot \sin(\alpha + \beta) = -M_{бур} \quad (121)
 \end{aligned}$$

Реактив тўлдирувчи момент эркин бўлиб, двигатель ишлаётган пайтда трактор ёки автомобилнинг рамасига узатилади, қиймати ва йўналиши ўзгарувчан бўлганлиги сабабли бириктирилган жойларни бўшаб қолишига олиб келади. Лекин ҳозирча бу моментни мувозанатлашни такомиллашган бирон-бир усули яратилганича йўқ. Шунинг учун у ҳозирги кунда ишлатилаётган барча двигателларда эркин момент бўлиб ҳисобланади. Поршень бармоғи ўқини, шунингдек, тирсақли вал ўқини цилиндр ўқига нисбатан маълум масофага силжитиш, яъни дезаксиал кривошип-шатун механизм қўллаш билан тўнтарувчи моментни цилиндрнинг ортиқча ейилишига бир томонлама таъсирини камайтириш мумкин.

Илгарилама-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлган инерция кучи. Ҳаракатланувчи массаларнинг А инерция кучи цилиндрнинг ўқи бўйлаб таъсир қилади ва марказий кривошип-шатун механизм учун қуйидагича топилади:

$$A = m \cdot j_n = m g \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha) \quad (122)$$

Юқоридаги тенгликни биринчи ва иккинчи даражали инерция кучларининг йиғиндисини сифатида ҳам ёзиш мумкин:

$$A = A_1 + A_{II} \quad (122a)$$

бу ерда, $A_1 = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha$ — биринчи даражали инерция кучи бўлиб, унинг ўзгариш даври тирсақли валнинг бир айланишига тенг;

$A_{II} = m g \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$ — иккинчи даражали инерция кучи бўлиб, унинг ўзгариш даври тирсақли валнинг ярим айланишига тенг.

Илгарилама - қайтма ҳаракатланувчи массалар инерция кучининг мувозанатланишини текширишни енгиллаштириш учун A_1 ва A_{II} инерция кучларини алоҳида-алоҳида қараб чиқиш қулайдир. Тўрт

тактли двигателнинг битта цикли учун A_I , A_{II} ва A кучларнинг тир-сакли валнинг бурилш бурчагига боғлиқлик диаграммаси 69 - расм (б) да келтириган.

Бу кучлар эркин кўринишда бўлиб, қиймати ва йўналиши ўзгарувчан бўлганлиги ҳамда мувозанатланмаганлиги учун негиз под-шипниклари ва картер орқали двигателнинг таянчларига таъсир қи-лади.

Айланма ҳаракатдан ҳосил бўлган марказдан қочма инерция кучи. Айланма ҳаракатланувчи массаларнинг $P_{мк}$ инерция кучи ҳам-мавақт кривошип радиуси бўйлаб йўналган бўлади. Қиймати ўзгар-мас бўлиб, қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P_{мк} = m_{аял} \cdot r \cdot \omega^2 \quad 123)$$

Бу куч кривошип билан биргаликда айланади ва мувозанатлан-маганлиги учун вал подшипниклари ва картер орқали двигателнинг таянчларига узатилади.

42- §. Двигателларни мувозанатлаш

Двигателга таъсир этувчи кучларнинг кўпчилиги амалда унинг мувозанатлашувига деярли таъсир қилмайди. Масалан, двигателнинг массаси йўналиши ва катталиги жиҳатидан ўзгармас, двигатель тур-ғун ишлаганда чиқариладиган газларнинг умумий реакцияси эса ўз қийматини жуда кам ўзгартиради. Ҳаракатдаги суюқликларнинг умум-ий реакцияси ҳам жуда кам, айланувчи массаларнинг тангенциал инерция кучлари эса катталиги ва йўналиши жиҳатидан деярли ўзгар-майди.

Бинобарин, илгарилама-қайтма ва айланма ҳаракат қилувчи му-возанатлашмаган массаларнинг инерция кучлари, шунингдек, реактив тўнтарувчи момент двигателнинг мувозанатлашмаганлигига асосий сабаб бўлади. Автотрактор двигателларида реактив тўнтарувчи мо-ментни мувозанатлаб бўлмайди ва у иш пайтида трактор ёки авто-мобилнинг рамасига узатилади. Шунинг учун фақат A_I , A_{II} ва $P_{мк}$ кучларга нисбатан двигателларни мувозанатлаш қараб чиқилади, хо-лос. Демак ҳозирча двигателни тўла мувозанатлаб бўлмас экан.

Катталиги ва йўналиши ўзгарувчан бўлган, мувозанатлашмаган кучлар двигателнинг ва бутун трактор ёки автомобилнинг тебраниб ишлашига сабаб бўлади. Тебранишлар билан боғлиқ бўлган зарарли оқибатларни йўқотиш учуи эса двигатель мувозанатланган, яъни двигателнинг таянчларига таъсир этувчи кучлар ва моментлар йўналиши ва катталиги жиҳатидан ўзгармас ёки нолга тенг бўлиши керак.

Асосан катта қийматга эга бўлган куч ва моментлар мувозанат-лаштирилади. Буларга илгарилама-қайтма ҳаракат қилувчи массалар-нинг A_I биринчи ва A_{II} иккинчи даражали инерция кучлари, айла-нувчи мувозанатлашмаган массаларнинг марказдан қочма $P_{мк}$ инер-ция кучи ва бу кучлардан ҳосил бўлувчи M_I , M_{II} ва $M_{мк}$ эркин мо-ментлар киради.

Двигателнинг мувозанатланганлиги кўп жиҳатдан цилиндрларнинг сонига ва уларнинг жойланишига, шунингдек, вал тирсақларининг жойланишига боғлиқ. Қўйидаги цилиндрларининг сони ва жойланиши турли хил бўлган двигателларнинг мувозанатланиши қараб чиқилади.

Бир цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Цилиндр ўқи бўйлаб таъсир қилувчи, қиймати ва йўналиши косинуссонда қонуни асосида ўзгарувчи $A_I = m \cdot g \cdot \omega^2 \cos \alpha$ биринчи даражали инерция кучини худди шундай ўзгариш қонуниятига эга бўлган, лекин унга қарама-қарши йўналган куч билан мувозанатлаш мумкин.

Агар кривошип радиусининг давомига m_n массали пасангилар ўрнатилса (70-рasm, а) у ҳолда пасангилар марказдан қочма кучининг цилиндр ўқига параллел бўлган $m_n g_n \omega^2 \cdot \cos \alpha$ ташкил этувчиси A_I кучига тенг бўлиб, унга қарама-қарши йўналганлиги учун уни мувозанатлайди. Шу билан бирга цилиндр ўқига тик бўлган текисликда пасангилар марказдан қочма кучининг $m_n c_n \omega^2 \sin \alpha$ га тенг бўлган горизонтал ташкил этувчиси эркин таъсир эта бошлайди.

Шундай қилиб, кривошип радиусининг давомига пасангилар қўйилганда A_I куч мувозанатланмай, балки унинг таъсир текислиги ўзгаради ва энди у цилиндр ўқига тик бўлган текисликда таъсир қилади.

Биринчи даражали инерция кучини тўла мувозанатлаш учун 70-рasm (б) да кўрсатилган механизмдан фойдаланиш мумкин. Тирсақли валда ўтирувчи шестерня I дан оралиқ шестерня 2 орқали шестеря 4 билан доимо илашиб ишловчи шестерня 3 айлантирилади. Шестерня 3 ва 4 лар, 5 ва 6 валларга қаттиқ ўтказилган, улар тирсақли валнинг бурчак тезлиги билан (бир хил тезликда) айлантирилади.

Шестерня 3 ва 4 ларга, шунингдек 5 ва 6 валларнинг учларига m'_n массали пасангилар (юклар) ўрнатилган.

Ҳар бир пасанги двигатель ишлаганида $R'_{мк} = m'_n \cdot c'_n \omega^2$ га тенг бўлган марказдан қочма куч ҳосил қилади. Барча пасангиларнинг марказдан қочма кучлари вертикал ташкил этувчиларнинг тенг таъсир этувчисига барабар бўлади:

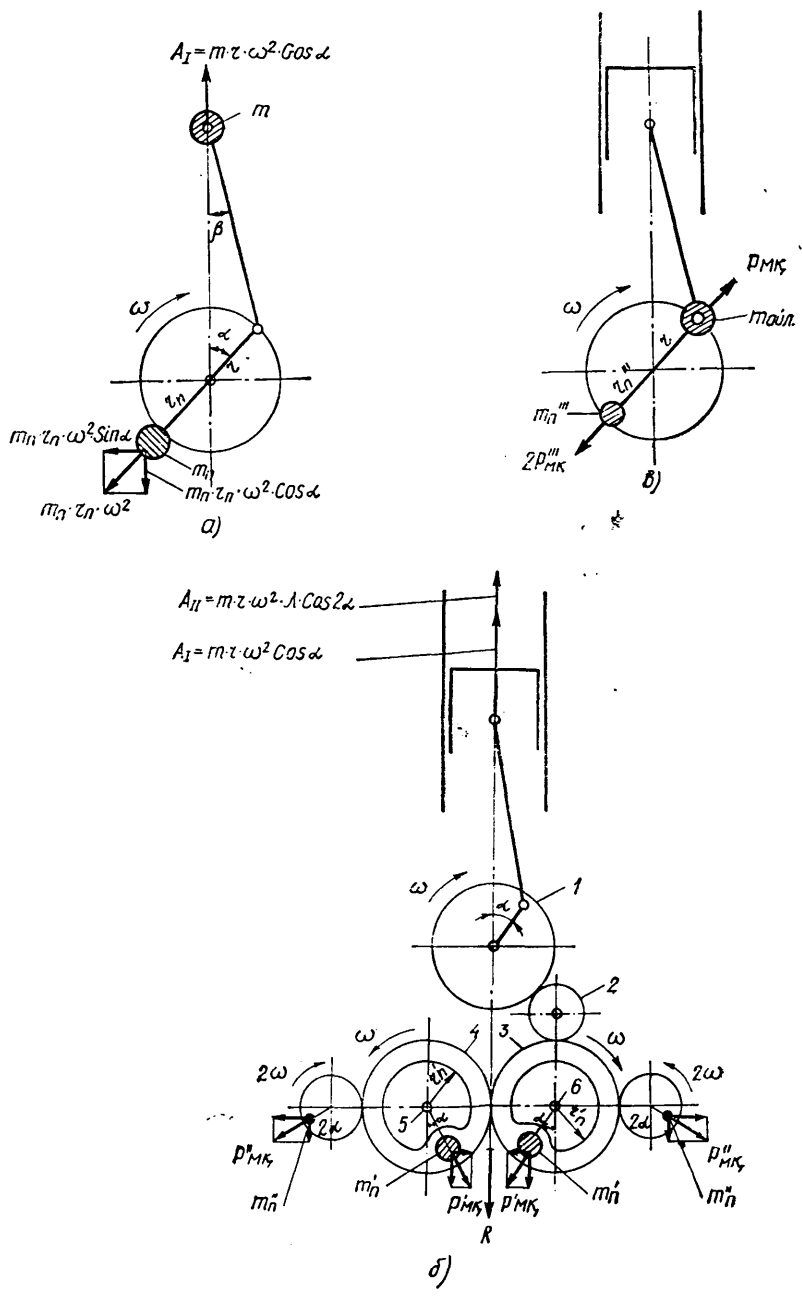
$$R = 4 \cdot m'_n \cdot c'_n \omega^2 \cdot \cos \alpha$$

A_I ва R ни бир-бирига тенглаб ва тенгламани m'_n га нисбатан ечиб топамиз:

$$m'_n = \frac{m \cdot c \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha}{4 \cdot c'_n \omega^2 \cos \alpha} = \frac{M \cdot c}{4 \cdot c'_n}$$

Тенгламанинг ўнг томонига m ва c қийматларини қўйиб ва конструктив нуқтан назардан c'_n ни қабул қилиб, пасангилар массасини топиш ҳамда ўлчамларини аниқлаш мумкин.

Иккинчи даражали A_{II} инерция кучи ҳамда худди A_I инерция кучи каби мувозанатланади. Лекин A_{II} кучни мувозанатлаш учун



70- расм. Бир цилиндрли двигателнинг инерция кучларини мувозанатлаш схемалари.

ишлатиладиган массалар (70-расм, б) қарама-қарши томонга иккиланган бурчак тезлиги билан айлантирилиши керак.

Схемада кўриниб турибдики, A_{II} кучини мувозанатловчи механизмни ўрнатилиши двигатель тузилишини жуда мураккаблаштириб юборади. Шунинг учун ўзгариш тезлиги (2ω) ва қийматининг нисбатан кичиклигини ҳисобга олган ҳолда автотрактор двигателларида A_{II} куч мувозанатланмайди, яъни у эркин қолдирилади.

Марказдан қочма $P_{мқ}$ куч тирсакли валнинг жағларига иккита бир хил пасанги ўрнатиб мувозанатланади (70-расм, в). Пасангиларнинг марказдан қочма $P''_{мқ}$ кучининг тенг таъсир этувчиси $2 \cdot P''_{мқ}$ кривошипнинг ўрта текислигидан ўтади ва $P_{мқ}$ кучга тенг, аммо унга қарама-қарши йўналганлиги учун уни мувозанатлайди, яъни

$$2 \cdot P''_{мқ} = -P_{мқ}$$

Ҳар бир пасангининг массаси m''_n қуйидаги тенгламадан топилади:

$$2 \cdot m''_n \cdot \dot{\varphi}''_n \omega^2 = m_{а.л.ч} \cdot \dot{\varphi} \cdot \omega^2$$

ёки

$$m''_n = \frac{m_{а.л.ч}}{2 \cdot \dot{\varphi}''_n}$$

бу ерда $\dot{\varphi}''_n$ — пасангининг оғирлик марказидан унинг айланиш ўқи-гача бўлган масофа.

Бир қаторли, икки цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Ҳозирги вақтда икки цилиндрли двигателлар ишлаш тартиби 1 — 2 бўлган ҳолда асосан тўрт хил схемада ишлаб чиқарилмоқда. 71-расм (а) да келтирилган схемада биринчи ва иккинчи тартибли инерция кучлари, шунингдек, марказдан қочма кучлар ҳар икки цилиндр учун бир томонга йўналганлигидан, уларни мувозанатлаш мураккаблашади. Шу сабабли икки цилиндрли двигателларда кривошипнинг бундай жойланиши кам тарқалган. Уларни мувозанатлаш учун эса бир цилиндрли двигателлардаги каби мувозанатлаш механизми қўллаш талаб қилинади.

Кривошиплари 180° бурчак остида жойлашган (71-расм, б) қаторли икки цилиндрли двигателларда анча қониқарли мувозанатланишга эришилади ва улар икки ҳамда тўрт тактли двигателларда қўлланиши мумкин.

Биринчи ва иккинчи цилиндрлар учун биринчи тартибли инерция кучлари тўла мувозанатланган, яъни

$$\Sigma A_I = m \dot{\omega}^2 [\cos \alpha + \cos (\alpha + 180)] = 0$$

Иккинчи тартибли инерция кучлари мувозанатланмаган, яъни

$$\Sigma A_{II} = m \dot{\omega}^2 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 180)] = 2m \dot{\omega}^2 \lambda \cos 2\alpha$$

Бу кучларни бир цилиндрли двигателлардаги каби қўшимча валларга қўйиладиган пасангилар ёрдамида мувозанатлаш мумкин.

Марказдан қочма кучлар тўла мувозанатланган:

$$\Sigma P_{\text{мқ}} = m_{\text{айл}} r \omega^2 - m_{\text{айл}} \omega^2 = 0$$

Биринчи тартибли инерция кучлари цилиндрлар ўқлари текислигида, марказдан қочма инерция кучлари эса вал тирсакларининг айланиш текислигида эркин момент ҳосил қилади:

$$M_{A_I} = m \cdot r \cdot \omega^2 a \cdot \cos \alpha$$

$$M_{A_{II}} = 0$$

$$M_{P_{\text{мқ}}} = m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

M_{A_I} моментни қўшимча валларга, $M_{P_{\text{мқ}}}$ моментни эса тирсакли вал четки жағларининг давомига ўрнатилган пасангилар ёрдамида тўла мувозанатлаш мумкин.

Цилиндрлари қарама-қарши ва кривошиплар 180° бурчак остида жойлашган икки цилиндрли, тўрт тактли двигателлар (71-расм, в) асосан кичик литражли автомобиллар ва мотоциклларда ишлатилади.

Бу двигателларда биринчи ва иккинчи цилиндрларнинг A_I , A_{II} ва $P_{\text{мқ}}$ кучлари мос равишда бир-бирига тенг бўлиб, қарама-қарши йўналганлиги сабабли ўзаро мувозанатда бўлади, яъни

$$\Sigma A_I = m r \omega^2 (\cos \alpha \cdot \cos 0^\circ + \cos \alpha - \cos 180^\circ) = 0$$

$$\Sigma A_{II} = m r \omega^2 \lambda (\cos 2\alpha \cdot \cos 0^\circ + \cos 2\alpha \cdot \cos 180^\circ) = 0$$

$$\Sigma P_{\text{мқ}} = m_{\text{айл}} r \cdot \omega^2 - m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 = 0$$

71-расм. Цилиндрларининг жойланиши ва тирсакли валининг кўриниши (шакли-конфигурацияси) турлича бўлган икки цилиндрли двигателлар кривошип-шатун механизмининг схемалари.

Бу кучлар параллел текисликларда таъсир қилганликлари учун эркин моментлар ҳосил қилади:

$$M_{A_I} = m r \omega^2 a \cdot \cos \alpha$$

$$M_{A_{II}} = m r \omega^2 \lambda a \cos 2\alpha$$

$$M_{P_{\text{мқ}}} = m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

M_{A_I} ва $M_{A_{II}}$ моментларни қўшимча валларга, $M_{рмқ}$ моментни эса тирсакли вал четки жағларининг давомига пасангилар ўрнатиш билан тўла мувозанатлаш мумкин.

Цилиндр ўқларининг орасидаги бурчак 90° бўлган икки цилиндрли двигателларнинг мувозанатланиши V-симон двигателларни муво занатлаш бўлимида қараб чиқилади.

Кривошип 120° бурчак остида жойлашган уч цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Уч цилиндрли двигателларнинг кривошип 120° бурчак остида жойлашган схемаси тўрт ва икки тактли двигателларда бир хилда ишлатилиши мумкин. Тўрт тактли двигателларда қўлланилганда, двигателнинг иш тартиби 1—2—3 бўлган ҳолда ҳар 240° да бир марта, икки тактли двигателларда қўлланилганда эса двигателнинг иш тартиби 1—3—2 бўлган ҳолда ҳар 120° да бир марта алангаланиш таъминланади. Бу эса ўз навбатида двигателни бир текис ва раво ишлашига олиб келади.

Биринчи ва иккинчи тартибли инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:

$$\begin{aligned} \Sigma A_I &= m\bar{r} \omega^2 \cos \alpha + m\bar{r} \omega^2 \cos(\alpha + 120^\circ) + m\bar{r} \omega^2 \cos(\alpha + 240^\circ) = \\ &= m\bar{r} \omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ)] = 0 \end{aligned}$$

чунки

$$\cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ) = -\cos \alpha$$

$$\Sigma A_{II} = m\bar{r} \omega^2 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 120^\circ) + \cos 2(\alpha + 240^\circ)] = 0$$

чунки

$$\cos 2(\alpha + 120^\circ) + \cos 2(\alpha + 240^\circ) = -\cos 2\alpha$$

Марказдан қочма инерция кучларининг вертикал ва горизонтал текисликлардаги проекциялари тенг бўлади:

$$\Sigma P_{мқ}^в = m_{аял} \cdot r \cdot \omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ)] = 0$$

$$\Sigma P_{мқ}^г = m_{аял} \cdot r \cdot \omega^2 [\sin \alpha + \sin(\alpha + 120^\circ) + \sin(\alpha + 240^\circ)] = 0$$

Тирсакли вал ўқида ётувчи қандайдир А нуқтага нисбатан олинган (72-расм) биринчи тартибли инерция кучларининг momenti

$$\begin{aligned} M_I &= m\bar{r} \omega^2 [(c + 2a) \cos \alpha + (c + a) \cos(\alpha + 120^\circ) + c \cdot \cos(\alpha + 240^\circ)] = \\ &= m\bar{r} \omega^2 [c \cdot \cos \alpha + 2a \cdot \cos \alpha + c \cdot \cos(\alpha + 120^\circ) + \\ &\quad + a \cdot \cos(\alpha + 120^\circ) + c \cdot \cos(\alpha + 240^\circ)] \end{aligned}$$

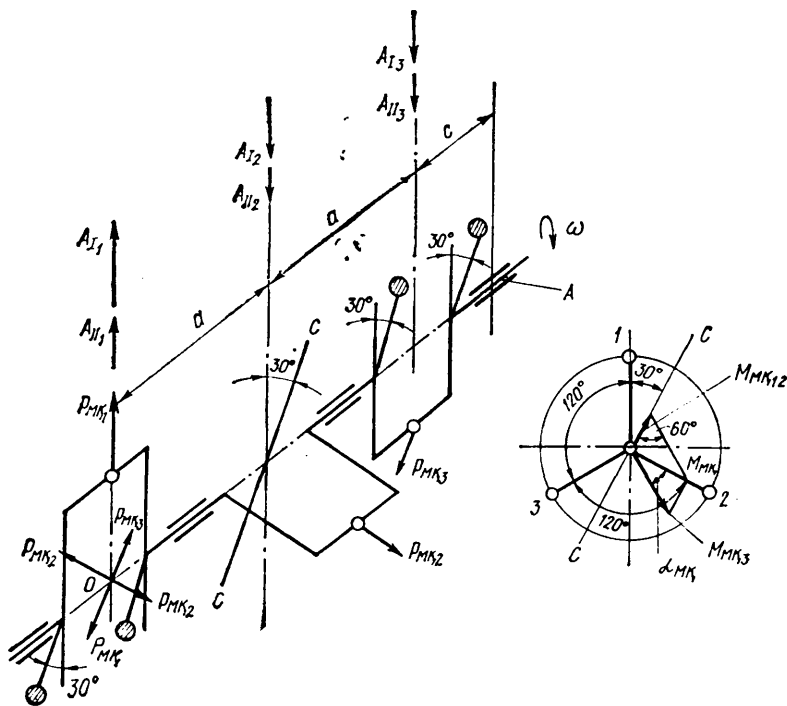
ёки

$$M_I = m\bar{r} \omega^2 a (1,5 \cos \alpha - 0,866 \cdot \sin \alpha)$$

чунки,

$$\begin{aligned} c \cdot \cos \alpha + c \cdot \cos(\alpha + 120^\circ) + c \cdot \cos(\alpha + 240^\circ) = \\ = c [\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ)] = 0 \end{aligned}$$

ва



72. расм. Уч цилиндри двигатели мувозанатлаш схемаси.

$$2a \cos \alpha + a \cos(\alpha + 120^\circ) = a[2\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ)] =$$

$$= a \left[2 \cos \alpha - \left(\frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha \right) \right] = a(1,5 \cos \alpha - 0,866 \sin \alpha)$$

Олинган ифоданинг максимал қийматини қуйидагича топамиз:

$$\frac{dM_I}{d\alpha} = m\omega^2 a (-1,5 \sin \alpha_{\max} - 0,866 \cdot \cos \alpha_{\max}) = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = 0,578; \alpha_{\max} = 150^\circ \text{ ва } 330^\circ$$

демак

$$M_{I\max} = 1,732 m\omega^2 a$$

Худди шундай йўл билан иккинчи тартибли инерция кучларининг эркин моменти M_{II} топилади:

$$M_{II} = m\omega^2 \lambda a (1,5 \cos 2\alpha + 0,866 \sin \alpha)$$

Ифоданинг максимал қиймати

$$M_{II\max} = 1,732 \cdot m\omega \lambda \cdot a$$

M_I ва M_{II} моментларни тўла мувозанатлаш фақат қўшимча валларга ўрнатиловчи пасангилар ёрдамида амалга оширилиши мумкин.

Двигатель тузилишини мураккаблаштирмаслик учун уч цилиндрли двигателларда бу эркин моментлар кўпинча мувозанатланмайди.

Марказдан қочма кучлар моментининг қийматини ва таъсир этиш текислигининг ҳолатини кривошиплар текислигида таъсир этувчи $P_{мк}$ кучлар моментининг векторини геометрик қўшиб аниқлаш мумкин.

0 нуқтага (биринчи кривошип ўқининг марказига) $P_{мк_1}$ ва $P_{мк_2}$ кучларига мсс ҳолда тенг ва параллел кучлар $P_{мк_1}$; $-P_{мк_2}$ ва $P_{мк_3}$; $-P_{мк_4}$ системасини қўямиз. Ҳамма кучлар келтирилгандан сўнг иккинчи ва учинчи кривошипларнинг текисликларида таъсир этувчи иккита эркин момент $M_{мк_1}$ ва $M_{мк_2}$ ҳосил бўлади:

$$M_{мк_1} = P_{мк_1} \cdot a = P_{мк} \cdot a; \quad M_{мк_2} = P_{мк_2} \cdot a = P_{мк} \cdot a$$

Тенг таъсир этувчи момент:

$$M_{мк} = \sqrt{M_{мк_1}^2 + M_{мк_2}^2 - 2M_{мк_1} \cdot M_{мк_2} \cdot \cos 60^\circ} = 1,732 \cdot P_{мк} \cdot a$$

$M_{мк_1}$ ва $M_{мк_2}$ векторлари орасидаги бурчак чизмадан (72-расм) аниқланиши мумкин:

$$\sin \alpha_{мк} = \frac{P_{мк} \cdot a}{P_{мк} \cdot 2a} = \frac{1}{2}; \quad \alpha_{мк} = 30^\circ$$

Бинобарин $M_{мк}$ момент айланувчи С—С текисликда таъсир этади. Бу текислик $M_{мк}$ векторига тик бўлиб, биринчи кривошип текислиги билан 30° бурчак ҳосил қилади. $M_{мк}$ моментни мувозанатлаш учун шу текисликда тирсакли вал жағларининг давомига пасангилар ўрнатиш керак.

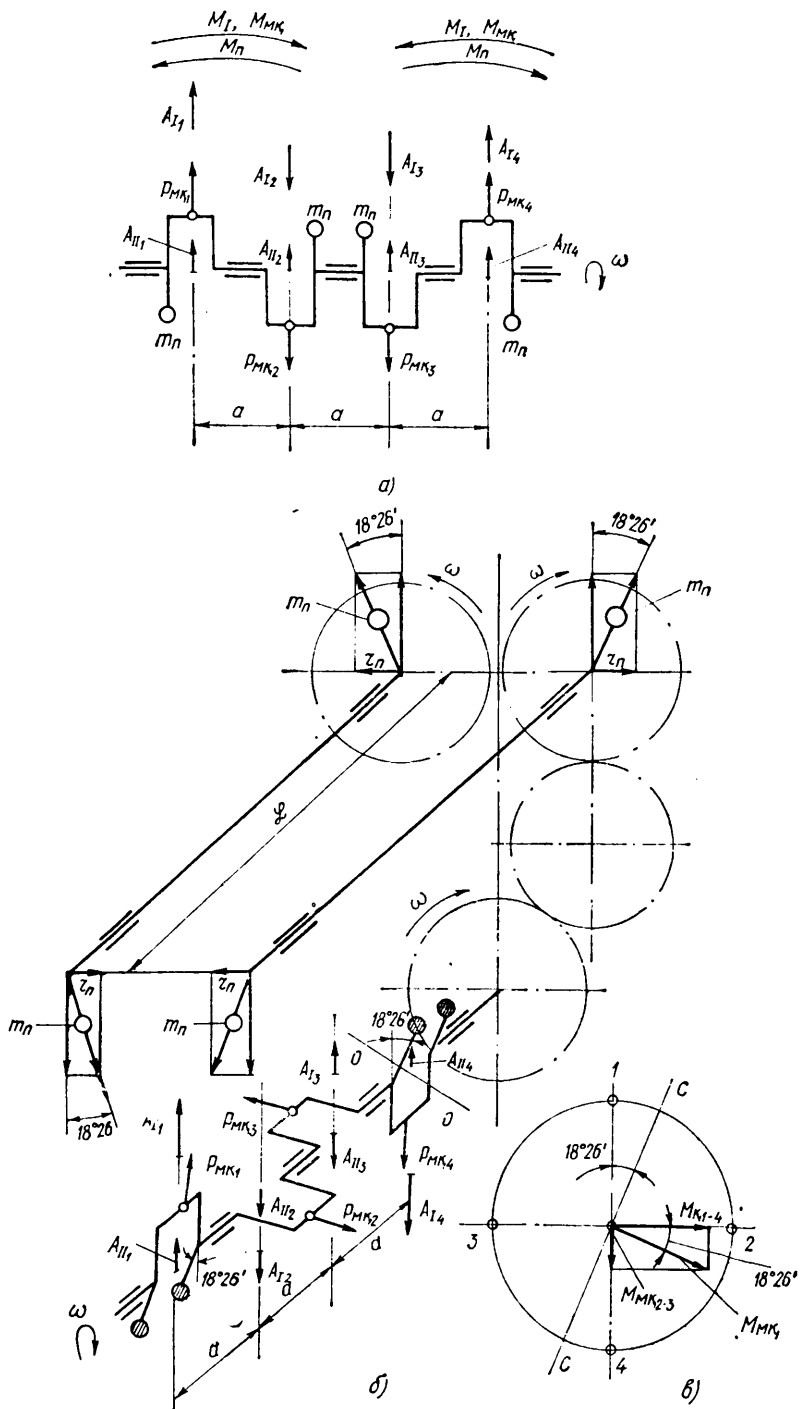
Кривошиплари 180° бурчак остида жойлашган тўрт цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Барча тўрт цилиндрли тўрт тактли автотрактор двигателларининг кривошиплар 180° бурчак билан (73-расм, а) жойлашган бўлади. Кривошипларнинг бундай жойланиши двигателни қониқарли мувозанатланишигагина эмас, шу билан бирга, иш тартиби 1—2—4—3 ёки 1—3—4—2 бўлган ҳолда алангаланиши бир меъёрда (ҳар 180° да бир марта) такрорланишини таъминлайди.

Бу двигателда биринчи тартибли ва марказдан қочма инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади, яъни

$$\begin{aligned} \sum A_I &= m\omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 180^\circ) + \cos(\alpha + 180^\circ) + \cos(\alpha + 360^\circ)] = \\ &= m\omega^2 (\cos \alpha - \cos \alpha - \cos \alpha + \cos \alpha) = 0 \\ \sum P_{мк} &= 2 \cdot m_{аял} \cdot r \cdot \omega^2 - 2m_{аял} \cdot r \cdot \omega^2 = 0 \end{aligned}$$

Иккинчи тартибли инерция кучлари тирсакли валнинг барча ҳолатларида бир-бирига тенг бўлиб, бир хил йўналганлигидан уларнинг тенг таъсир этувчиси баравар бўлади:

$$\sum A_{II} = 4 \cdot m\omega^3 \lambda \cos 2\alpha$$



73- расм. Тўрт цилиндрли қаторли двигателларни мувозанатлаш схема-лари.

Бу кучни фақат қўшимча валлар усули билангина муъсзанатлаш мумкин.

Биринчи ва иккинчи тартибли, шунингдек, марказдан қочма инерция кучларининг моментлари, чизмадан (73-расм, а) аниқ кўриниб тургандек, нолга тенг бўлади:

$$M_I = 0; M_{II} = 0; M_{MK} = 0$$

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, M_I ва айниқса M_{MK} моментлар тирсакли валнинг негиз подшипникларини жуда кўп юклайди. Шунинг учун бу подшипникларни моментлар таъсиридан қутқариш учун кўпинча пасангилар ўрнатилади.

Кривошиплари 90° бурчак остида жойлашган тўрт цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Тўрт цилиндрли икки тактли автотрактор двигателларида (73-расм, б) кривошиплар асосан 90° бурчак сстида жойлашган. Бундай двигателларда барча инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:

$$\begin{aligned} \sum A_I &= m\omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 90^\circ) + \cos(\alpha + 270^\circ) + \cos(\alpha + 180^\circ)] = \\ &= m\omega^2 (\cos \alpha - \sin \alpha + \sin \alpha - \cos \alpha) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum A_{II} &= m\omega^2 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 90^\circ) + \cos 2(\alpha + 270^\circ) + \cos 2(\alpha + 180^\circ)] = \\ &= m\omega^2 \lambda (\cos 2\alpha - \cos 2\alpha - \cos 2\alpha + \cos 2\alpha) = 0 \end{aligned}$$

$$\sum P_{MK} = 0$$

чунки

$$P_{MK_1} = -P_{MK_4} \text{ ва } P_{MK_2} = -P_{MK_3}$$

Биринчи тартибли инерция кучи моментларининг тенгламасини цилиндр ўқидан ўтувчи текисликка перпендикуляр бўлган $0-0$ ўққа нисбатан тузиб оламиз:

$$\begin{aligned} M_I &= m\omega^2 \cdot 3a \cos \alpha + m\omega^2 \cdot 2a \cdot \cos(\alpha + 90^\circ) + m\omega^2 \cdot a \cos(\alpha + 270^\circ) = \\ &= m\omega^2 a (3\cos \alpha - \sin \alpha) \end{aligned}$$

Бу моментни энг катта қиймати ва тирсакли валнинг α_{\max} бурчаги билан аниқланувчи ҳолати қуйидагича топилади:

$$\frac{dM_I}{d\alpha} = m\omega^2 a (-3\sin \alpha_{\max} - \cos \alpha_{\max}) = 0$$

бундан

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = -\frac{1}{3}; \alpha_{\max} = 161^\circ 34'; \alpha_{\max} = 341^\circ 34'$$

демак

$$M_{I_{\max}} = 3,162m\omega^2 a$$

Момент M_I тақсимлаш вали ва қўшимча валларга ўрнатиловчи тўртта пасанги билан (73-расм, б) амалда тўла мувозанатланиши мумкин. Бу валлар тирсакли вал каби бурчак тезлик билан, аммо унга қарама-қарши томонга айланади.

Мувозанатловчи пасангилар шундай жойлаштирилганки, биринчи цилиндрнинг поршени Ю. Ч. Н. да бўлганда, барча пасангиларнинг текислиги билан вертикал текислик орасидаги бурчак $18^{\circ}26'$ га тенг бўлади. Ҳар бир мувозанатловчи пасангининг массаси қуйидаги тенгламадан топилади:

$$M_{i\max} = 2m_{\text{п}} \cdot r_{\text{п}} \cdot \omega^2 \cdot L = 3,162 \cdot m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

бундан

$$m_{\text{п}} = 1,581 \frac{m \cdot r \cdot a}{r_{\text{п}} \cdot L}$$

Иккинчи тартибли инерция кучларининг моменти ўзаро мувозанатланган бўлади:

$$\begin{aligned} M_{\text{II}} &= mg \omega^2 \lambda a [3 \cos 2\alpha + 2 \cos 2(\alpha + 90^\circ) + \cos 2(\alpha + 270^\circ)] = \\ &= mg \omega^2 \lambda a (3 \cos^2 2\alpha - 2 \cos^2 2\alpha - \cos^2 2\alpha) = 0 \end{aligned}$$

Марказдан қочма инерция кучларининг моментлари мувозанатлашмаган. $P_{\text{мк}_1}$ ва $P_{\text{мк}_4}$ кучлар биринчи ва тўртинчи кривошипларнинг айланиш текислигида таъсир қилувчи $M_{\text{мк}_{1-4}}$ моментни, $P_{\text{мк}_2}$ ва $P_{\text{мк}_3}$ лар эса иккинчи ва учинчи кривошиплар текислигида таъсир қилувчи $M_{\text{мк}_{2-3}}$ моментни ҳосил қилади. Бу моментларнинг қийматлари қуйидагича топилади:

$$M_{\text{мк}_{1-4}} = P_{\text{мк}} \cdot 3a = 3m_{\text{аял}} \cdot r \cdot \omega^3 \cdot a$$

$$M_{\text{мк}_{2-3}} = P_{\text{мк}} \cdot a = m_{\text{аял}} \cdot r \cdot \omega^2 a$$

Тенг таъсир этувчи $M_{\text{мк}}$ моментнинг қиймати $M_{\text{мк}_{1-4}}$ ва $M_{\text{мк}_{2-3}}$ моментлар векторларининг геометрик йиғиндисига (73-расм, в) тенг:

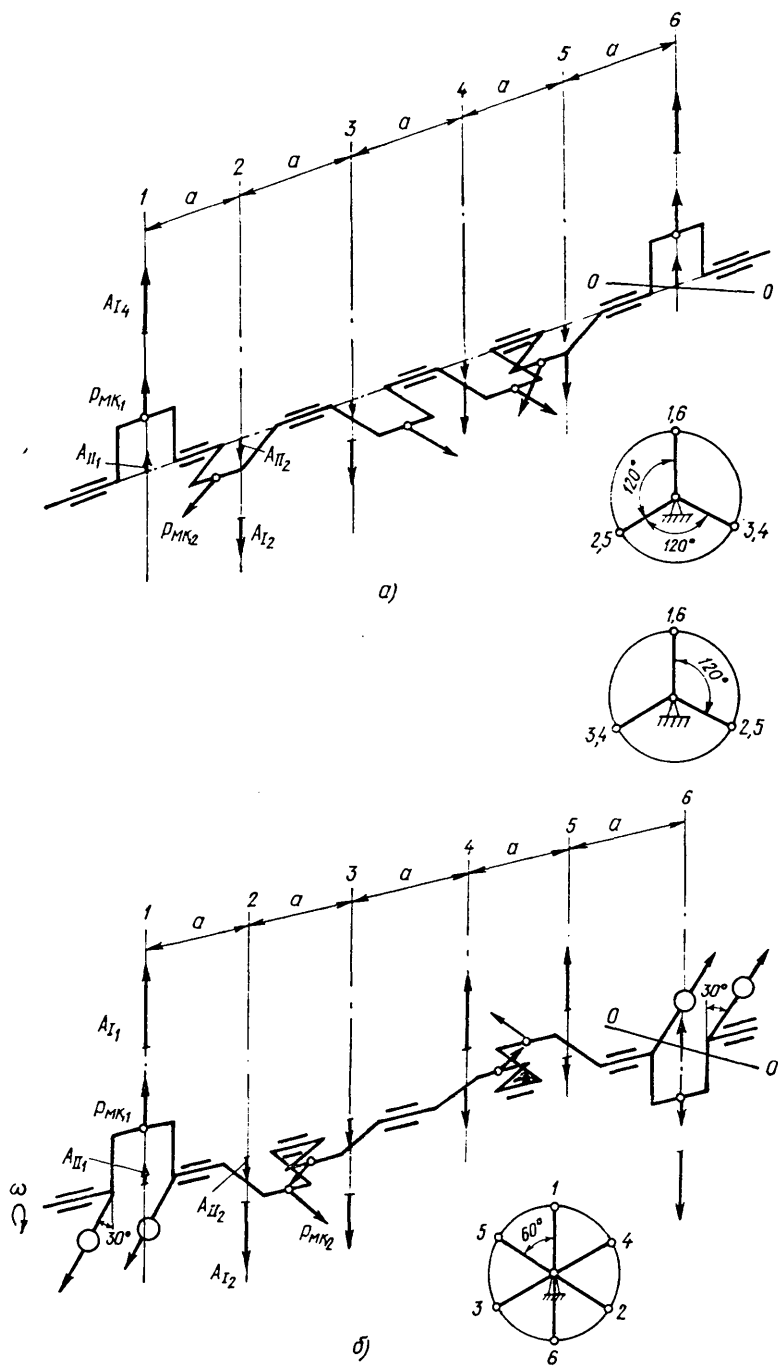
$$\begin{aligned} M_{\text{мк}} &= \sqrt{M_{\text{мк}_{1-4}}^2 + M_{\text{мк}_{2-3}}^2} = \sqrt{(P_{\text{мк}} \cdot 3a)^2 + (P_{\text{мк}} \cdot a)^2} = \\ &= P_{\text{мк}} \cdot a \cdot \sqrt{10} = m_{\text{аял}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a \cdot \sqrt{10} \end{aligned}$$

$M_{\text{мк}}$ моментнинг С—С таъсир этиш текислиги тирсақли валнинг бурчак тезлиги ω билан айланади ва биринчи ҳамда тўртинчи кривошипларнинг текислиги билан $18^{\circ}26'$ бурчак ҳосил қилади. яъни:

$$\text{tg } \alpha_{\text{мк}} = \frac{P_{\text{мк}} \cdot a}{P_{\text{мк}} \cdot 3a} = \frac{1}{3}; \quad \alpha_{\text{мк}} = 18^{\circ}26'$$

$M_{\text{мк}}$ момент тирсақли валда биринчи ва тўртинчи тирсақлар текислиги билан $18^{\circ}26'$ бурчак ҳосил қилиб жойлашган пасангилар ёрдамида (ЯАЗ = 204) тўла мувозанатланиши мумкин.

Кривошиплари 120° бурчак билан жойлашган олти цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Олти цилиндрли двигателлар схемалари ичида кривошиплари 120° бурчак остида жойлашган тўрт тактли олти цилиндрли двигателлар энг кўп тарқалгандир. Бундай двигателларни кривошиплари 120° жойлашган уч цилиндрли иккита двигателни жуфтлаш йўли билан олиш мумкин (74-расм, а). Бу дви-



74- расм Олти цилиндрли қаторли двигателларни мувозанатлаш схемалари.

гателларда ишлаш тартиби 1-5-3-6-2-4 ёки 1-4-2-6-3-5 бўлган ҳолда алангаланиши бир меъёрда (ҳар 120° да бир марта) такрорланиши таъминланади.

Мазкур двигателларда биринчи ва иккинчи тартибли, шунингдек, марказдан қочма инерция кучлари тўла мувозанатланган бўлиб, эркин моментлар ҳосил қилмайди:

$$\sum A_I = 2mg \omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 240^\circ) + \cos(\alpha + 120^\circ)] = 0$$

$$\sum A_{II} = 2mg \omega^3 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 240^\circ) + \cos 2(\alpha + 120^\circ)] = 0$$

$$\sum P_{mk} = 2m_{a\text{лл}} \cdot g \cdot \omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 240^\circ) + \cos(\alpha + 120^\circ)] = 0$$

Биринчи тартибли инерция кучларининг 0—0 ўққа нисбатан (74-расм, а) моментлари тенгламасини тузиб оламиз:

$$\begin{aligned} M_I &= mg \omega^2 a [5 \cdot \cos \alpha + 4 \cos(\alpha + 240^\circ) + 3 \cos(\alpha + 120^\circ) + \\ &\quad + 2 \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ)] = \\ &= 5 \cdot mg \omega^2 a [\cos \alpha + \cos(\alpha + 240^\circ) + \cos(\alpha + 120^\circ)] \end{aligned}$$

ёки

$$M_I = 5mg \omega^3 a (\cos \alpha - 2 \cos \alpha \cdot 0,5) = 0$$

Худди шундай қилиб оламиз:

$$M_{II} = 0; M_{mk} = 0.$$

Кривошиплари 120° бурчак билан жойлашган олти цилиндрли двигателлар бутунлай мувозанатлашган бўлса ҳам баъзи бир двигателларнинг тирсақли валга пасангилар ўрнатилади. Бу пасангилар вални ҳар бир тирсагига таъсир қилувчи кучларнинг негиз подшипникларига бўладиган таъсирини камайтиради.

Кривошиплари 60° бурчак билан жойлашган олти цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Иш тартиби 1-5-3-6-2-4 бўлган икки тактли олти цилиндрли двигателларда алангаланишни бир маромда (ҳар 60° да бир марта) такрорланиб туриши учун валнинг тирсақлари ўзаро 60° бурчак ҳосил қилиб (74-расм, б) жойлаштирилади.

Қараб чиқиладиган двигателда барча инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:

$$\begin{aligned} \sum A_I &= mg \omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ) + \\ &\quad + \cos(\alpha + 60^\circ) + \cos(\alpha + 300^\circ) + \cos(\alpha + 180^\circ)] = 0 \end{aligned}$$

Худди шундай қилиб

$$\sum A_{II} = 0; \quad \sum P_{mk} = 0$$

Биринчи тартибли инерция кучларидан ҳосил бўлувчи эркин момент қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned} M_I &= mg \omega^2 a [5 \cdot \cos \alpha + 4 \cdot \cos(\alpha + 120^\circ) + 2 \cdot \cos(\alpha + 240^\circ) + \\ &\quad + 2 \cos(\alpha + 60^\circ) + \cos(\alpha + 300^\circ)] \end{aligned}$$

ёки

$$M_I = mg \omega^2 a(3 \cos \alpha - 1,732 \cdot \sin \alpha)$$

Бу моментнинг энг катта қиймати ва унга тўғри келадиган тирсакли валнинг α_{\max} бурчаги билан аниқланадиган ҳолати қўйидаги тенгламадан топилади:

$$\frac{dM_I}{d\alpha} = mg \omega^2 a(-3 \sin \alpha_{\max} - 1,732 \cdot \cos \alpha_{\max}) = 0$$

Бундан

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = -0,577; \quad \alpha_{\max} = 150^\circ \text{ ва } 330^\circ$$

Демак

$$M_{I_{\max}} = \pm 3,464m \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a$$

Бу моментни аввал қараб чиқилган пасангилар системаси ёрдамида мувозанатлаш мумкин.

Иккинчи тартибли инерция кучларининг моментлари ўзаро мувозанатда ($\sum M_{II} = 0$) бўлади.

Марказдан қочма инерция кучларидан ҳосил бўлувчи эркин моментларни биринчи ва олтинчи тирсаклардаги жағларнинг давомига 30° бурчак остида ўрнатилган (74-расм, б) пасангилар ёрдамида тўла мувозанатлаш мумкин.

Икки цилиндрли V-симон двигателларни мувозанатлаш. Цилиндр ўқларининг орасидаги бурчак $0 < \gamma < 180^\circ$ бўлганда уларни V-симон жойлашган двигателлар дейилади. Бундай двигателлар ичида бурчаги 90° бўлганлари энг кўп тарқалгандир. Цилиндр ўқларининг орасидаги бурчак 90° бўлган икки цилиндрли двигателлар асосан мотоциклларда ишлатилиб, ҳар иккала шатун битта шатун бўйнига маҳкамланади (75-расм, а).

Биринчи тартибли инерция кучлари

$$A_{I_x} = mg \omega^2 \cos \alpha$$

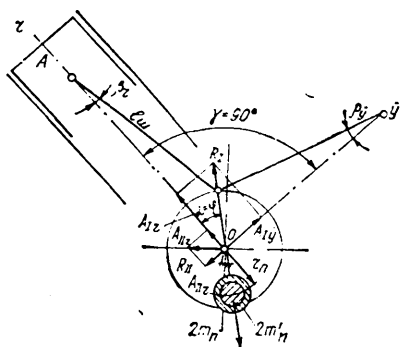
$$A_{I_y} = mg \omega^2 \cos (270 + \alpha) = mg \omega^2 \cos (90 - \alpha) = mg \omega^2 \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \sum A_I &= \sqrt{(A_{I_x})^2 + (A_{I_y})^2} = \sqrt{(mg \omega^2 \cos \alpha)^2 + (mg \omega^2 \sin \alpha)^2} = \\ &= mg \omega^2 \sqrt{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = mg \omega^2 = R_I \end{aligned}$$

R_I кучнинг йўналиши билан чап цилиндр ўқи OA орасидаги бурчак қўйидагича топилади:

$$\cos \varphi = \frac{A_{I_x}}{R_I} = \frac{mg \omega^2 \cos \alpha}{mg \omega^2} = \cos \alpha, \text{ яъни } \varphi = \alpha$$

Демак R_I тенг таъсир этувчи куч катталиги жиҳатидан ўзгармас ва ҳар доим кривошип радиуси бўйлаб йўналган бўлади. Маълумки, бундай кучни тирсакли вал жағларининг давомига иккита пасанги қўйиб тўла мувозанатлаш мумкин.



Пасангиларнинг массасини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

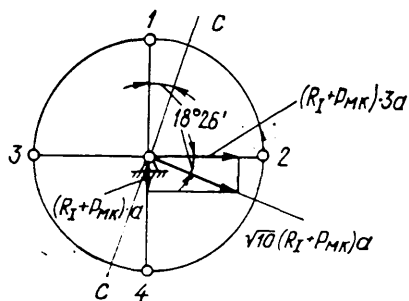
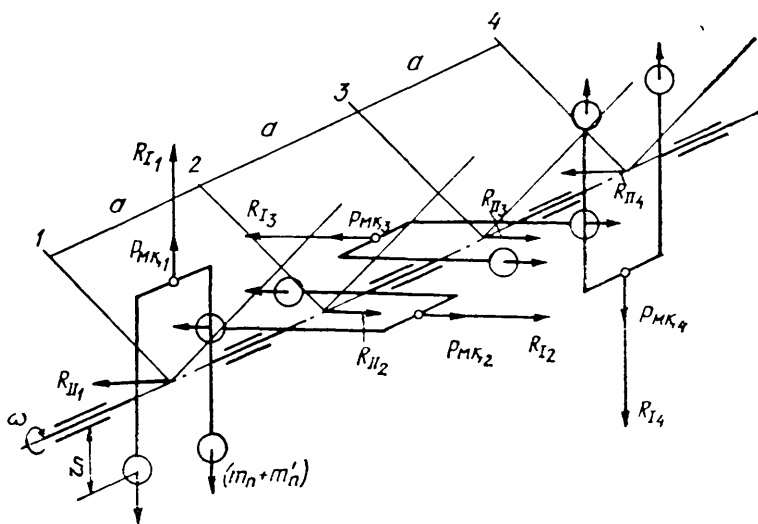
$$m\gamma \omega^2 = 2m_n \Gamma_n \omega^2$$

бундан

$$m_n = \frac{m \cdot \gamma}{2 \cdot \Gamma_n}$$

бу ерда m_n — ҳар бир мувозанатловчи пасангнинг массаси;

Γ_n — мувозанатловчи пасанги оғирлик марказидан тирсакли вал ўқиғача бўлган масофа.



75-расм. Қиялик бурчаги $\gamma = 90^\circ$ бўлган икки (а) ва саккиз (б) цилиндрли V-симон двигателни мувозанатлаш схемаси ва M_K кучини (в) аниқлаш.

Олинган боғланишлар иккала цилиндр ўқлари бир текисликда ётган ҳол учун ўз кучини сақлайди. Бироқ V-симон автотрактор двигателларида шатунлар бир бўйинда ёнма-ён жойлашади. Шунинг учун двигателга қўшимча момент таъсир қилади. Лекин бу момент нисбатан кичик бўлганлиги сабабли одатда ҳисобга олинмайди.

Иккинчи тартибли инерция кучлари:

$$A_{IIx} = mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

$$A_{IIy} = mg \omega^2 \lambda \cos 2(90 - \alpha) = -mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

$$\begin{aligned} \sum A_{II} &= \sqrt{(A_{IIx})^2 + (A_{IIy})^2} = \sqrt{(mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha)^2 + (-mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha)^2} = \\ &= \sqrt{2} \cdot mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha = R_{II} \end{aligned}$$

A_{IIx} ва A_{IIy} кучларининг абсолют қийматлари тенг бўлиб, қарама-қарши йўналганлиги учун уларнинг тенг таъсир этувчиси ҳамма вақт горизонтал йўналган бўлади. R_{II} куч $\alpha = 0 \dots 45^\circ, 135 \dots 225^\circ$ ва $315 \dots 360^\circ$ бўлганда чапга, $\alpha = 45 \dots 135^\circ$ ва $225 \dots 315^\circ$ бўлганда эса ўнгга қараб йўналади.

■ R_{II} кучни қўшимча валларга қўйилувчи пасангилар ёрдамида мувозанатлаш мумкин. Двигатель тузилишини мураккаблаштирмаслик учун одатда бу куч мувозанатланмайди. Марказдан қочма кучни тирсакли вал жағларининг давомига ўрнатиловчи пасангилар ёрдамида мувозанатлаш мумкин. Биринчи ва иккинчи тартибли, шунингдек, марказдан қочма инерция кучларидан ҳосил бўлувчи моментлар нолга тенг бўлади, яъни:

$$M_I = 0; \quad M_{II} = 0; \quad M_{MK} = 0.$$

Цилиндрларининг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлган саккиз цилиндрли V-симон двигателларни мувозанатлаш. Иш тартиби 1-5-4-8-6-3-7-2 бўлган тўрт тактли двигателларда (ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ГАЗ-53, ЯМЗ-238, ЗМЗ-13) алангаланиш текис (ҳар 90° да бир марта) такрорланади. Бундай схема икки тактли двигателларда қўлланилмайди.

Двигателнинг мувозанатланганлигини текширишда уни умумий валга эга бўлган тўртта икки цилиндрли V-симон двигателнинг йиғиндиси деб қараш мумкин (75-расм, б).

Биринчи ва иккинчи тартибли, шунингдек, марказдан қочма инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:]

$$R_{I1} = -R_{I4}, \quad R_{I2} = -R_{I3}, \quad \sum R_I = 0, \quad \text{демак} \quad \sum A_I = 0$$

$$R_{II1} + R_{II4} = -(R_{II2} + R_{II3}), \quad \sum R_{II} = 0, \quad \text{демак} \quad \sum A_{II} = 0$$

$$P_{MK1} = -P_{MK4}, \quad P_{MK2} = -P_{MK3}, \quad \sum P_{MK} = 0.$$

Биринчи тартибли инерция кучларининг биринчи-тўртинчи ва иккинчи-учинчи кривошиплар текислигида таъсир қилувчи эркин моментларни қуйидаги ифодадан топиш мумкин:

$$M_{I1-4} = R_I \cdot 3a = 3mg \omega^2 a$$

$$M_{I2-3} = R_I \cdot a = mg \omega^2 a$$

M_I эркин момент тенг таъсир этувчисининг қийматини M_{I1-4} ва

M_{2-3}^I моментлар векторларининг геометрик йнғиндиси сифатида топиш мумкин:

$$M_I = \sqrt{(R_1 \cdot 3a)^2 + (R_1 a)^2} = \sqrt{10} R_1 a = \sqrt{10} m g \omega^2 a$$

Бу момент биринчи кривошип текислиги билан $18^\circ 26'$ бурчак ясовчи айланувчи текисликда таъсир этади ва тирсакли вал жағларининг давомига ўрнатилган пасангилар ёрдамида (75-расм, б) мувозанатланиши мумкин.

Иккинчи тартибли инерция кучларининг momenti:

$$\sum M_{II} = 0$$

Марказдан қочма инерция кучларининг эркин моментлари қуйидаги ифодадан топилади:

$$M_{M_{K1-4}} = P_{M_K} \cdot 3a = 3m_{айл} g \omega^2 a$$

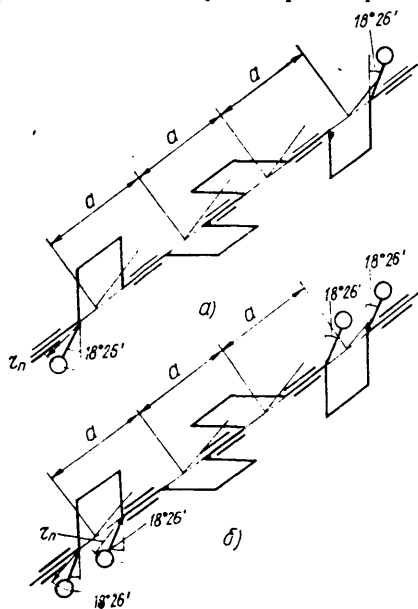
$$M_{M_{K2-3}} = P_{M_K} \cdot a = m_{айл} \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a$$

$$M_{M_K} = \sqrt{(P_{M_K} \cdot 3a)^2 + (P_{M_K} \cdot a)^2} = \sqrt{10} \cdot P_{M_K} a = \sqrt{10} \cdot m_{айл} \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a.$$

M_{M_K} момент M_I момент текислигида таъсир қилганлиги учун уни ҳам тирсакли валдаги ҳар қайси жағнинг давомига жойлашган пасангилар ёрдамида мувозанатланиши мумкин.

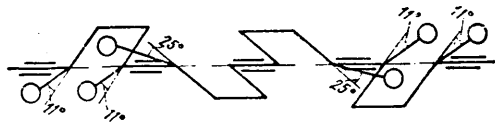
Пасангилар тирсак валдаги ҳар қайси жағнинг давомига жойлаштирилганда негиз бўйинлари инерция кучларининг маҳаллий таъсиридан ҳоли бўлиб, бўйинлар камроқ ейилади. Аммо бу пайтда тирсакли валнинг массаси кўпайиб, двигатель картерининг узунлиги ортиб кетади. Шу сабабли баъзи бир 8-цилиндрли V-симон двигателларда 76-расмда кўрсатилганидек қисман мувозанатлаш амалга оширилади. Бу ҳолда тирсакли вал массаси бироз камайиб, картер узунлиги қисқаради, аммо негиз бўйинлари инерция кучлари ва моментлари таъсиридан тўла қутқазилмайди.

ЗИЛ-130 двигатели тирсакли валининг схемаси 77-расмда келтирилган. Пасангиларнинг қиялик бурчаклари (11° ва 25°) двигателнинг мувозанатлашганлик даражасини заводда ҳисоблаш натижасида аниқланган. Бунда биринчи ва тўртинчи кривошиплар текис-



76-расм. Саккиз цилиндрли V-симон двигателлар икки (а) ва тўрт пасангли тирсакли валларининг схемалари.

лиги билан $18^{\circ}26'$ бурчак ҳосил қилувчи-айланувчи текисликда мувозанатловчи йиғинди моментнинг таъсири ҳисобига олинган.



77-расм. ЗИЛ-130 двигателнинг мувозанатлаш схемаси.

43-§. Двигателнинг равэн ишлаши

Ҳозиргача двигателнинг динамикаси ва уларни мувозанатлашнинг кинетостатика усули билан, яъни тирсақли вал абсолют қаттиқ бўлиб, ўзгармас ($\omega = \text{const}$) бурчак тезлигида айланади, деб ўрганиб келинди.

Лекин цилиндрдаги газлар босимининг ўзгариши ва кривошип механизмнинг ўзига хос хусусиятлари ҳисобига двигателнинг буровчи momenti, қаршилиқ моментининг деярли бир хил қийматида ҳам донмо ўз қийматини ўзгартириб туради.

Бир цилиндрли тўрт тактли двигателда буровчи моментни тирсақли вал бурилиш бурчагига нисбатан ўзгариши эгри чизиқлари 78-расмда келтирилган. Абцисса 00_1 ўқидан юқори жойлашган F_2, F_4, F_6 ва F_8 юзалар мусбат, ўқдан пастда жойлашган F_1, F_3, F_5, F_7 юзалар эса манфий бажарилган ишни ифодалайди.

Мусбат ва манфий юзалар айирмаси F буровчи моментнинг ишчи цикли давомида ортиқча мусбат бажарган ишни ифодалайди:

$$F = (F_2 + F_4 + F_6 + F_8) - (F_1 + F_3 + F_5 + F_7) \text{ мм}^2 \quad (124)$$

Буровчи моментнинг ўртача қийматини $M = f(\alpha)$ диаграммадан (78-расм) фойдаланиб 00_10_1 тўғри тўртбурчакнинг баландлиги сифатида топиш мумкин.

$$M_{\text{орт}} = \frac{F}{0_10_1} \cdot \mu_p \text{ н} \cdot \text{М}^2 \quad [\text{кгсм/см}^2] \quad (125)$$

бу ерда 0_10_1 — диаграмманинг узунлиги, мм;

μ_p — моментлар машгаби (1 мм га мос келувчи μ_p нм/см²).

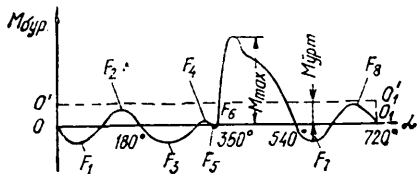
Газлардан поршенга бир цикл давомида берилувчи ишни, шу вақт ичида ўртача $M_{\text{орт}}$ буровчи моментнинг бажарган ишига тенг деб ҳисоблаган тақдирда, $M_{\text{орт}}$ моментнинг қийматини P_1 индикатор босим орқали ҳам топиш мумкин:

$$P_1 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S = M_{\text{орт}} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 4\pi$$

бу ерда D — цилиндр диаметри, см.

Шундай қилиб, тўрт тактли двигателлар учун

$$M_{\text{орт}} = \frac{P_1 \cdot S}{4\pi} = \frac{P_1 \cdot r}{2\pi} \text{ н} \cdot \text{М}^2 [\text{кг/см}^2]$$



78-расм. Бир цилиндрли тўрт тактли двигателнинг буровчи моментининг ўзгариш чизмаси.

Икки тактли двигателлар учун:

$$M_{ypr} = \frac{P_1 \cdot r}{\pi} \text{ нм/м}^2 \quad [\text{кг/см}^2] \quad (126a)$$

Кўп цилиндрли двигателлар учун бу формулалар қуйидаги кўри-нишларда бўлади:

$$\text{тўрт тактли двигателлар учун } M_{ypr} = \frac{P_1 \cdot r}{2\pi} \cdot i \quad (127)$$

$$\text{икки тактли двигателлар учун } M_{ypr} = \frac{P_1 \cdot r}{\pi} \cdot i \quad (127a)$$

бу ерда i — двигатель цилиндрларининг сони.

Бундан ташқари, ўртача буровчи моментни қуйидаги маълум формуладан ҳам топса бўлади:

$$M_{ypr} = \frac{N_i^*}{\omega} \cdot n \cdot m [\text{кгсм}] \quad (128)$$

бу ерда N_i — двигательнинг индикатор қуввати, вт (о.к);

ω — тирсақли валнинг бурчак тезлиги, рад/сек (c^{-1}).

Буровчи моментнинг нотекислиги қуйидагилар ёрдамида баҳола-ниши мумкин:

1) буровчи моментнинг нотекислик даражаси

$$K = \frac{M_{\max}}{M_{ypr}} \quad (129)$$

бу ерда M_{\max} — цикл давомидаги буровчи моментнинг максимал қиймати.

2) буровчи моментнинг нотекислик коэффициентни

$$K_1 = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{ypr}} \quad (130)$$

бу ерда M_{\min} — цикл давомида буровчи моментнинг минимал қий-мати.

Цилиндрлар сони ортиши билан K ва K_1 лар қиймати камаяди. Идеал раvon ишлайдиган двигатель учун $K = 1$.

Буровчи моментнинг тирсақли вал бурилиш бурчаги бўйича дав-рий ўзгариши бурчак тезликнинг даврий ўзгаришига сабаб бўлади. Илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи массаларда тангенциал инерция кучларнинг ҳосил бўлиши туфайли, тирсақли вал бурчак тезлиги-нинг ўзгаришлари, двигателнинг деталларида қўшимча динамик наг-рузкалар ҳосил қилади.

Тирсақли вал айланишининг нотекислик даражасини ёки двига-телнинг нотекис ишлашини қуйидаги коэффициент билан баҳолаш мумкин:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{ypr}} \quad (131)$$

бу ерда ω_{\max} , ω_{\min} ва $\omega_{\text{ўрт}}$ — двигатель турғунлашмаган режимда ишлаганда бир цикл давомида тирсакли валнинг максимал, минимал ва ўртача бурчак тезликлари.

Трактор двигателини ёритиш учун (ўзгарувчан ва ўзгармас ток генераторлари билан) ишлатилишини ҳисобга олганда, нотекис ишлаш коэффициентининг қиймати 0,010 ... 0,006 дан

ортмаслиги, автомобиль двигателлари учун эса салт юриш режимда 0,02 ... 0,03 чамасида бўлиши талаб қилинади.

Двигатель турғунлашган режимда ишлаганда буровчи моментнинг ўртача $M_{\text{ўрт}}$ қиймати, ўзгармас деб қилинадиган ўртача $M_{\text{кўрт}}$ қаршилиқ моментига (79-расм) тенг бўлади. Шунда тирсакли вал бурчак тезлигининг тебранишлари, буровчи моментнинг оний қиймати, ўртачасидан фарқ қилишига боғлиқ бўлади.

Маховик ҳаракатланувчи кучлар бажарган иш қаршилиқ кучлари ишидан катта бўлганда (ab участкада) кинетик энергия тўплаш ва ҳаракатланувчи кучлар иши етишмаганда (bc участкада) тўпланган энергияни қайтариш учун хизмат қилади. Агар маховик диск шаклида ясалиб, унинг тўғини тўғри бурчаклик кесимли бўлса, у ҳолда маховикнинг массаси қуйидагича аниқланади:

$$m_m = 4 \cdot \frac{F}{\delta \cdot \omega^2 \cdot D_{\text{ўрт}}^2} \quad (132)$$

бу ерда F — ab участкадаги ортиқча мусбат иш, ж;

ω — тирсакли валнинг бурчагий тезлиги рад/сек;

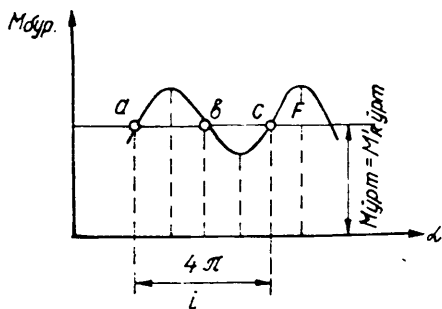
$D_{\text{ўрт}}$ — маховик тўғинининг ўртача диаметри, м.

Маховикни, трактор ёки автомобилнинг ўрнидан қўзғалишига ҳисоблаганда двигательнинг маховой моментини етарли эканлиги p_2/p_1 нисбат билан аниқланади,

бу ерда p_1 — трактор ёки автомобилнинг двигатель ўчмасдан жойидан қўзғалиши учун керак бўлган тирсакли валнинг муфта қўшилмасдан аввалги айланишлар частотаси;

p_2 — муфта қўшилганда (муфтаннинг сирпаниши тугагандан кейин) ва трактор ёки автомобиль биринчи узатмада ҳаракатланганда тирсакли валнинг минимал турғун айланишлар частотаси.

Енгил автомобиль двигателлари учун p_2/p_1 нисбат 0,05 ... 0,12, трактор ва юк автомобиллари учун эса 0,15 ... 0,40 деб олинаши мумкин.



79-расм. Двигатель турғун режимда ишлаганда буровчи моментнинг ўзгариши.

Ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{J_m (\beta - 1)}{J_m (\beta - 1) + \beta \frac{J_a}{i_k^2}} \quad (133)$$

бу ерда J_m — маховикнинг инерция моменти;
 β — тишлашишнинг эҳтиёт коэффициенти ($\beta = 1,2 \dots 1,7$)
 J_a — трактор ёки автомобилнинг илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи массаларининг инерция моменти;
 i_k — узатмалар қутисининг узатиш сони.

У Ч И Н Ч И Қ И С М

ТРАКТОР ВА АВТОМОБИЛЬ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

IX БОБ. ДВИГАТЕЛЬ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ЯХШИЛАШ ВА ЯНГИ ТУРДАГИ ДВИГАТЕЛЛАР

44-§. Асссий тушунчалар

Трактор, автомобиль ва комбайн двигателлари ҳозирги тараққиётнинг асосий йўналишлари: двигатель қуввати ва айланишлар частотаси диапазолини кескин ошириш; ёқилғи ва мой сарфини камайтириш; металлликни ва ишланган газларнинг заҳарлилиги, шовқини, туташини озайтириш; двигателларнинг ишга чидамлилигини орттириш ва эксплуатацион сифатини яхшилаш билан боғлиқдир. Шунингдек, деталлар, узеллар, агрегатлар ва бутунлай двигателларни унификациялашга, уларга хизмат кўрсатишни ва ремонт қилишни енгиллаштиришга катта эътибор берилмоқда. Трактор ва комбайн двигателларининг солиштирма литрли қувватини 18 . . . 22 кВт/л гача ошириш ва уларнинг солиштирма массасини 4 . . . 8 кг/кВт гача камайтириш вазифаси қўйилган.

Ёқилғи ресурсларининг тақчиллиги юзга келган ҳозирги вақтда инженерлик ва конструкторлик ишлари двигателдан фойдаланишда ёқилғи сарфини сезиларли даражада камайтириш имконини берувчи усул ва усулларни ишлаб топилганга қаратилаётир. Кейинги пайтда аτροφ-муҳитни муҳсфаз қилиш прблемаси ҳам долзарб бўлиб қолди. Шу сабабли 1984 йил 1 январдан кучга кирган ГОСТ 20000 — 82 га асосан, номинал қувватдаги солиштирма сарфни камайтириш кўзда тутилган бўлиб, унинг рухсат этилган қиймати, цилиндр ишчи ҳажмлари 4 л гача, 4 дан 10 л гача ва 10 дан 16 л гача бўлган дизеллар учун мос равишда 238 г/(кВт. с.), 234 г/(кВт. с.) ва 231 г/(кВт. с.) билан чегаралангандир.

Янгидан яратилаётган дизеллар учун мойнинг куйиндига сарфининг рухсат этилган нисбий қийматини 0,5% гача камайтириш, трактор дизелларининг биринчи капитал ремонтгача бўлган ресурсини 10 минг мотосоатгача ошириш, комбайн дизелларининг хизмат даврини эса шу дизель ўрнатилган комбайннинг хизмат давригача етказиш кўзда тутилади.

Келажақда двигателларда юргизиш, иссиқлик режимларини сошлаш, авариядан ҳимоя қилиш, ёқилғи пурқашни электрон бошқариш каби автоматик системалар янада кенгроқ қўлланилади. Ишлаб турган цилиндрларининг сонини нагрузкага қараб автоматик тарзда ўзгартириб турувчи двигатель яратиш устида илмий-тадқиқот ишлари

олиб борилмоқда. Бундай двигатель 30% ёқилғини иқтисод қилиб қолишга имкон беради. Ўзгарувчан сиқош даражасига эга бўлган, бир цилиндрида 3 . . . 4 тадан клапани, 2 . . . 3 тадан форсунка ва свечаси бўлган двигателларни ишлаб чиқариш бўйича катта яратувчилик ишлари бошлаб юборилган.

Янги-янги ёқилғи турларини қўллаш ва бугунлай янги турдаги двигателларни яратиш бўйича илмий изланишлар давом эттирилмоқда. Бунда двигательнинг ёқилғиси сифатида газ ва газ конденсатларидан, сув, биогаз, спирт, эфир, ўсимлик мойи ва уларнинг бензин ҳамда дизель ёқилғиси билан аралашмасидан, шунингдек, двигателни тайёрлашда пластмасса, керамика ва шунга ўхшаш традицион бўлмаган материаллардан кенг фойдаланиш кўзда тутилади. Трактор ва автомобилларда маховик двигатель ва электр двигателларни қўллаш бўйича ишлар давом эттирилмоқда.

45- §. Двигателларнинг кўрсаткичларини яхшилаш

Поршенли ички ёнув двигателларининг кўрсаткичларини яхшилаш соҳасида ҳозиргача амалга оширилган ишлар ушбу дарсликнинг II бобнинг 10, шунингдек, III бобнинг 4 ва 5 темаларида батафсил баён этилган. Шу сабабли бу жойда асосан двигателларнинг кўрсаткичларини яхшилаш бўйича келажакда қилиниши керак бўлган ишлар қисқача баён қилинган.

Трактор, автомобиль ва комбайн двигателларининг агрегат қувватини айлланишлар частотаси ва ўртача эффектив босим бўйича форсировка қилиш билан оширишга эришилади. Шунингдек, цилиндрларнинг сони ва ўлчамларини (литражини) ошириш йўли билан ҳам қувватни катталаштириш мумкин. Двигателларнинг солиштирма кўрсаткичларини янада яхшилаш учун эса ҳавоси оралниқда совитилдиган юқори босимли газотурбопуфлаш қўллаш керак бўлади.

Пуфлаш қўллаш, дизель денгиз сатҳидан анча баланд жойларда ишлаганида қувват камайишининг олдини олиш имконини ҳам беради. Бу ҳолда пуфлашни узиладиган қилинади ва у фақат баландликка кўтарилганда пайдо бўладиган ҳаво босимининг камайишини қоплаш учунгина қўшилади.

Узиб қўшиладиган ва шунга мос келадиган ёқилғи бериш билан ўтадиган пуфлаш қўлланилганда, айлланишлар частотасига боғлиқ бўлмаган ҳолда дизелнинг ўзгармас қувватда ишлашини таъминлаш мумкин. Бу усул ЧТЗ дизелларининг тажриба нусхаларида қўлланилганда трактор динамикасини ёмонлаштирмаган ҳолда трансмиссиянинг узатмалар сонини икки мартадан кўпроқ камайтиришга эришилади.

Тажрибалар ҳозирнинг ўзида ўртача эффектив босими $P_e = 2,0$ МПа га тенг бўлган дизеллар яратиш мумкинлигини кўрсатмоқда. Шовқинни камайтириш ва ҳавонинг ишланган газлар билан ифлосланишининг олдини олиш бўйича қаттиқ талаблар қўйилганига қарамасдан бундай двигателларни ишлаб чиқариш яқин 20 йил ичида ривожланиб боради.

Тўлдириш коэффициентни етарли даражада катта қийматга эга сўлганда, айланишлар частотасини кўпайтириш двигателларнинг литр қувватини оширишда самарали бўлади. Бу мақсадда газ алмашиш системасидаги йўқотишларни камайтириш, улардаги инерцион ҳодисалардан фойдаланиш ва газ тақсимлаш механизмини такомиллаштириш керак. Айланишлар частотасининг катталашини ёниш жараёнининг бориши билан чегараланмайди ва двигатель тузилишини янада такомиллаштирилиши мумкинлиги ҳиссбга олиниб, двигательнинг айланишлар частотасини бундан кейин ҳам оширишни кўзда тутиш мумкин.

Дизелларда ҳам цилиндр диаметри поршень йўлига яқинлашиб, баъзи ҳолларда эса қисқа йўлли бўлиб бораётганлиги сабабли айланишлар частотаси ортмоқда. Шунингдек, дизелларни икки камералидан бир камералигга оммивий ўтказиш тенденцияси ривожланиб бормоқда, чунки бир камерали дизелда иссиқлик камроқ йўқотилганлиги учун ундан фойдаланиш кўпаяди.

Юк автомобилларига ўрнатилган бензинли двигателларнинг айланишлар частотаси ва сиқиш даражаси аста-секин ортиб бормоқда. Кейинги йилларда бу двигателлар қисқа йўлли бўлиб бориши ҳисобига айланишлар частотасини бироз катталаштиришга эришилди.

Енгил автомобилларнинг карбюраторли двигателларида эса сиқиш даражаси ва айланишлар частотаси анча тез ортиб бормоқда. Бунда цилиндрларни ёнувчи аралашма билан тўлдиришни яхшилаш мақсадида икки камерали карбюраторга ўтиш, газ тақсимлаш фазасини ўзгартириш, киритиш клапанининг диаметрини катталаштириш ёки сонини кўпайтириш, киритиш патрубкисининг кесими ва шаклини ўзгартириш амалга оширилмоқда.

Юқори октанли бензин ишлаб чиқариш кўпайиши билан юқори сиқиш даражасида ишловчи двигателларни ишлаб чиқариш ҳам кўпайиб боради. Ёқилғи балансида тўлароқ фойдаланиш мақсадида ҳозирча енгил автомобиль ва автобусларга юқорироқ ($\epsilon = 8 \dots 10$), юк автомобилларига эса кичикроқ ($\epsilon = 6 \dots 7$) сиқиш даражасига эга бўлган двигателлар ўрнатилмоқда. Бундай ҳолат албатта вақтинчалик бўлиб, унинг давом этиши ҳеч сўзсиз солиштирма ёқилғи сарфини ортишига олиб келади.

Кейинги йилларда двигателларнинг тежамкорлигини оширишга ва ёқилғи энергиясининг механик ҳамда электрик энергияга айлантиришининг энг тежамкор усуллари топишга катта эътибор берилмоқда. Уларни ҳал қилиш кўп жиқатдан двигателларнинг техник даражасига боғлиқдир. Худди шу сабабли бензинли двигателлардаги ёқилғи сарфини 1990 йилда 1985 йилдагига нисбатан $6 \dots 20$ г/(кВт.с.) га камайтириш кўзда тутилади. Двигателлар кўрсаткичларини яхшилаш, деталлар ва узелларнинг тузилишини янада такомиллаштириш ва механик йўқотишларни камайтириш йўли билан, шунингдек, эффектив ишчи жараёнларини қўллаш билан амалга оширилади.

Двигателда заряди уюрма ҳаракат қиладиган ишчи жараённи қўллаш ёқилғи тежамкорлигини $5 \dots 7\%$ га ошириши исботланган. Бундай жараённи ЗМЗ, ЗИЛ-130 ва АЗЛК двигателларида қўллаш кўзда тутилади. Аралашмаси форкамерали аланга билан ўт олдири-

ладиган ишчи жараёни қўллаш ҳам худди шу мақсадга қаратилгандир. Айни вақтда бу усулда чиқинди газларнинг заҳарлиги ҳам анча камаяди.

Ишчи жараёни яхшилаш ва аралашма ҳосил қилишни янада такомиллаштиришда киритиш йўлларининг аэродинамикасини яхшилаш, тўрт клапанли газ тақсимлашни қўллаш, механик йўқотишларни камайтириш, ёқилғи узатиш характеристикасини яхшилаш ҳам самарали натижалар беради. Шунингдек, ёқилғининг эксплуатацион сарфини камайтириш учун двигателнинг иссиқлик ҳолатини мўътадил қилиб ушлаб туриш (мисол учун вентиляторни автоматик узиб-қўйиш), ёқилғи пуркашнинг изгарилаш бурчагининг мўътадиллигини таъминлаш ҳисобига ростлаш мумкин.

Ёқилғини ёниш камерасида қатламлаб тарқатиш, бензиннинг пуркалиш ва ёндириш жараёнларини электрон бошқариш системасини қўллаш — бензинли двигателларнинг иқтисодий кўрсаткичларини яхшилашда бутунлай янги даврни очиб беради.

Кейинги беш йилликда автотранспортда ёқилғи ишлатиш 4 . . . 6 млн тонна ортди ва ҳозирги кунда бу мақсад учун Ватанимизда ишлаб чиқарилаётган суяқ ёқилғининг 40% идан ортиғи сарф бўлмоқда. XII беш йилликда автомобиль ишлаб чиқариш анча кўпайиши, лекин ёқилғи сарфлаш авзалги даражада қолиши керак. Бу муаммони, автомобилларда дизелни кенг миқёсда қўллаш йўли билан маълум даражада ҳал қилиш мумкин. Шу сабабли кейинги йилларда дизель ўрнатилган автомобиллар сонини кескин кўпайди ва 1990 йилга бориб фақат юк автомобилларининг учдан бир қисмидан кўпроғига дизель двигатели қўйиб чиқарилади. Энди дизеллар фақат юқори ва ўртача юк кўтариш қобилиятига эга бўлган МАЗ, КамАЗ, БелАЗ, ЗИЛ, ГАЗ автомобилларидагина эмас, балки автобусларда ҳам ишлатилмоқда. Шунингдек, Кама автомобиль ва Ярославль мотор заводларининг ишлаб чиқариш қувватларини янада ошириш, айниқса, турбопуфлашли дизелларни кўплаб ишлаб чиқариш, Қўстанай мотор заводида ҳаво билан совитиладиган дизеллар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш кўзда тутилади.

Автомобиль дизеллари ишлатиш соҳасининг кенгайиб боришига асосий сабаб шуки, улар карбюраторли двигателларга қараганда анча (тахминан 25 . . . 30%) кам ёқилғи сарфлайди.

Ёқилғи тақчиллиги ҳисобига 70 йилларда Фарбий Европада келиб чиққан кенг миқёсда дизелга ўтиш жараёни энгил автомобилга ҳам маълум миқдорда туртки берди. Лекин тез орада бу кўтарилиш насая бошлади, энгил авомобилларни кўплаб дизелга ўтказиш ўзини унчалик оқламади. Маълумки, дизел двигателига мураккаб ва қиймат ёқилғи аппаратураси, жуда аниқ ишланган бошқа детал ва узеллар ўрнатилади. Шу сабабли дизелнинг баҳоси карбюраторли двигателга қараганда 20 . . . 25% қийматга тушади. Шунга қарамасдан ҳозирда ҳам чет элда ишлаб чиқарилаётган энгил автомобилларнинг анча қисмини дизелли автомобиллар ташкил қилади. Масалан, бир йилда сотилаётган автомобилларнинг қарийб чорак қисмини дизелли энгил авомобиллар ташкил қилмоқда.

Дизель шаҳар шароити учун характерли бўлган кичик тезлик ва

ўрта нагрузка режимларида ёқилғини сезиларли даражада иқтисод қилишга имкон беради. Салт юриш ва тормозланиш режимларида дизель айниқса тежамкор ишлайди. Шунинг учун дизелларни энг аввало «такси» ларда ва ташкилотларнинг энгил автомобилларида қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бу соҳада ишлар олиб борилмоқда. Цилиндрлар блоки, тирсакли вали, шатуни ва бошқа шунга ўхшаш асосий қисмлари сақланган ҳолда биринчи дизелли энгил автомобилнинг тажриба варианты ВАЗда яратилди. Лекин уни кўплаб ишлаб чиқариш учун махсус ишлаб чиқариш зонаси, ёқилғи аппаратураси, қувватлироқ стартер, аккумулятор ва бошқалар керак. XII беш йилликда ВАЗда дизелли энгил автомобиль ишлаб чиқаришга ўтишни жадаллаштириш кўзда тутилади.

Янги яратилаётган ўрта классга кирувчи энгил автомобиль (МОСКВИЧ бэзэсида) шундай лойиҳаланмоқдаки, энг кўп миқдордаги деталларини сақлаб қолган ҳолда уни бензинли ва дизелли вариантларда йиғиш мумкин бўлади.

Атроф муҳитни заҳарли газлардан муҳофаза қилиш бугунги куннинг асосий вазифаларидан биридир. Ҳар йили ҳавога миллионлаб тонна заҳарли моддалар (қўрғошин оксиди, азот оксиди, ис ва газлар) чиқарилмоқда. Натижада йўл атрофларидаги бөг ва тоқзорлар, мева, сабзавот ва тутзорлар нобуд бўляпти.

Сўнгги йилларда бу соҳада айрим ютуқларга эришилди. Ҳозирда бизнинг автомобилларимизда ҳавога, бунда 8—10 йил аввалгига қараганда 50% кам углерод оксиди чиқаришига эришилди. ЗМЗ ва ЗИЛда аралашмаси уюрма ҳаракат қилувчи бензинли двигателлар ишлаб чиқарила бошлади. Бундай двигателларни қўллаш ёқилғини иқтисод қилишдан ташқари, ташқарига чиқарилувчи заҳарли моддаларни 25% га камайтиради.

Каталитик нейтраллизаторлар яратилиб, уларнинг биринчи партияси берк биноларда ишловчи автопогрузчикларга, карьер самосвалларига, шаҳар автобуслари ва таксиларига ўрнатила бошлади. XII беш йилликда улар Москва ва Ленинградда, бир қатор иттифоқдош республикаларнинг пойтахтларида, курорт шаҳарларда ишловчи транспортларга ҳам ўрнатилади. Бундай нейтраллизаторларни ишлатиш натижасида ташқарига чиқарилувчи токсик моддалар 7 . . . 8 марта камайтирилади.

Шундай қилиб 2000 йилнинг двигатели деярли ҳозирги кўринишига эга бўлади. фақат энди у анча қулай, тежамли, хизмат кўрсатиш осон, энг асосийси атроф муҳитга беэиён бўлади.

46-§. Двигателларда янги ёқилғи турларидан фойдаланиш

Дунё миқёсида традицион суюқ нефть ёқилғисини иқтисод қилиш, унинг атиги бир неча процентини бошқа бирон-бир альтернатив ёқилғи билан алмаштириш устида кўп йиллар давомида иш олиб борилмоқда. Лекин энг аввало шуни алоҳида таъкидлаш керакки, альтернатив ёқилғилардан фойдаланишда уларнинг традицион ёқилғиларга нисбатан барча фарқли хусусиятларини: буғланишини, алан-

галанишини, заҳарлилигини ва ёнишда туташини, форсунка ва цилиндрпоршень группаси деталларида қурум ҳссил қилиш-қилмаслигини, сақлашда турғунлигини, хавфсизлигини, металллар билан активлик даражасини эътиборга олиш керак. Бу ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги, қовушоқлиги, зичлиги, тўйинган буғларининг босими ва бошқа шу каби хусусиятлари, ёқилғи узатишни ташкил этиш ва бошқа материал танлашда катта аҳамиятга эгадир.

Бу соҳада газсимон ёқилғида ишловчи дигателларни кўглаб ишлаб чиқариш катта аҳамиятга эгадир. Маълумки, газомобиль бир кун ишлаганида 70 дан 100 л гача қимматбаҳо бензинни тежаб қолишга имкон беради. Шунинг учун ҳозирнинг ўзида ЗИЛ ва ГАЗда сиқилган табиий газда ишловчи юк автомобилларини сериялаб ишлаб чиқариш йўлга қўйилган. Лекин газокomppressor станцияларининг тармоқлари жуда секин қурилаётганлиги газомобильларни оммавий ишлатишга тўсқинлик қилмоқда.

Кейинги йилларда суюлтирилган газда ишловчи автомобиллар ишлаб чиқариш кенгайтирилди. Ҳозирда фақат Москва шаҳарида бундай автомобиллардан 15 мингтаси ишлатилмоқда. Транспортни газлаштиришни кенгайтириш, газни дизелларда ҳам кенг фойдаланишга имкон беради. Шунини алоҳида таъкидлаш лозимки, олимлар газодизель жараёни бўйича ишловчи дизелларнинг эксплуатацион синовларини якунламоқда ва XII беш йилликда сиқилган газда ишловчи КамАЗ автомобилларини ишлаб чиқариш йўлга қўйилади.

Газ ёқилғисини қўллаганда газларнинг тксиклиги камгайиши билан бирга, ишлаши юмшоқ бўлиб қолганлиги сабабли денгатеелнинг хизмат қилиш даври узаяди. Газ ёқилғиси бензинга қараганда камроқ ёниш иссиқлигига эга, лекин газ ишлатилганда каттароқ сиқилган даражасига ўтилганлиги ҳиссбига қувватни бензиндагидек сақлаб қолишга эришиш мумкин.

Сиқилган табиий газни автобус ва енгил автомобилларда қўллаш бўйича ишлар давом эттирилмоқда. Шунингдек, бошқа турдаги альтернатив ёқилғиларни, биринчи навбатда метанолни тоза ҳолатда ва бензин билан аралаштирилган ҳолда барча турдаги дигателларда қўлланиш масаласи қараб чиқилмоқда. Жумладан, ҳозирги пайтда 300 га яқин ЗИЛ ва ГАЗ автомобиллари бензометанол аралашмасида ишлатилиб синаб кўрилмоқда. Бундан ташқари, метанолнинг парчаланиш маҳсулотларини ва синтетик ёқилғини мотор ёқилғиси сифатида қўллаш бўйича текшириш ишлари олиб борилмоқда.

Бутун дунё мутахассислари турли хил ёқилғиларни синтез қилиш учун портатив ядро реакторини яратиш имкониятини изламоқдалар. Сув ва ҳаводан водород, водород пероксиди, гидрозин ва аммиак синтез қилиш мумкин. Бу ишда қуёш ва геотермал энергиялардан фойдаланса бўлади.

Юқоридаги ёқилғи турлари ичда сақлашнинг соддалиги ва хавфсизлиги бўйича аммиак энг истиқболли ҳисобланади. Унинг ўзига хос хусусиятлари — стехиометрик коэффициентининг кичиклиги-аммиак-ҳаво аралашмада алангаланиш ҳароратининг юқорилиги ва унинг суст ёнишидир. Аммиак жуда юқори антидетанацион хусусиятга (октан сони 100 га тенг) эга бўлиб, цетан сони нолга яқиндир. Шу,

нинг учун у дизелда қўлланганда сиқиш даражасини 35 гача ошириш, учқун билан алангалантириладиган двигателда ишлатилганда эса учқун бериш вақти чўзилган, юқори ҳароратли свечалардан фойдаланишга тўғри келди. Аммиакдан ёқилғи сифатида фойдаланилганда унинг анча юқори заҳарлиликка, рангли металл ва қотишмаларга нисбатан катта коррозия активлигига эга эканлигини ҳисобга олиш керак.

Табий газ, спирт ёқилғиси ва водород каби альтернатив ёқилғилар ишлатилганда ҳам дизелнинг сиқиш даражасини оширишга тўғри келади, чунки бу ёқилғилар кичик цетан сонига ҳамда ўз-ўзидан ёмон алангаланиш хусусиятига эгадир. Альтернатив ёқилғиларнинг бу камчилигини, асосан ёқилғининг ўз-ўзидан алангаланишини яхшилайдиган присадкалар қўшиш йўли билан йўқотиш мумкин. Двигатель ишини дизель цикли бўйича ва аралашмасининг алангаланишини учқун бериш билан олиб бориладиган гидрид схемани қўллаш билан ҳам юқоридаги камчиликларни қисман йўқотишга эришиш мумкин.

Дизель ва альтернатив ёқилғиларни алоҳида-алоҳида таъминлаш системалари орқали цилиндрга узатиш усули ҳам қўлланилиши мумкин.

Водород ички ёнув двигателлари учун ёқилғи сифатида бир қатор афзалликларга эгадир: ёнганда сув буғлари ва оз миқдорда NO_x ҳосил қилади; жуда кенг ($\alpha = 10$ гача) ёниш чегарасига эга; оралиқ нагрузкада η_e ни 20% гача оширишга эришилади; юргизишда ва нагрузка бирданига ортганда аралашмани бойитишга ҳожат қолмайди. Шу билан бирга водороддан фойдаланиш бир қатор муаммоларни ҳал қилишни талаб этади. Бу энг аввало трактор ва автомобиллар учун керак бўлган миқдордаги водородни хавфсиз қилиб жойлаштириш билан боғлиқ бўлган қийинчиликлардир. Шунингдек, ҳозиргача водородни, иқтисодий жиҳатдан (асосан сувни электролиз қилишдан бошқа) ўзини оқлаган олиш усули йўқ. Буларнинг ҳаммаси водородни ёқилғи сифатида кенг қўллашга тўсқинлик қилмоқда.

Ҳозирда Харьков шаҳрида тоза водородда ишловчи аэромобилларнинг синовлари якунланмоқда. Унда водород металл пуршоғидан химиявий реакция йўли билан олинмоқда. Лойиҳа авторлари — Украина ССР Фанлар академияси машинасозлик проблемалари институти олимларининг фикрича, водород билан ҳаво аралашмаси ёнганда ҳеч қандай токсик модда ҳосил бўлмайди. Яратилган ёқилғи аппаратурасида ёнғин хавфсизлиги тўла таъминланган. Двигателнинг қуввати ва автомобилнинг бир заправка билан босиб ўтадиган йўли ўзгармас қилиб сақлаб қолинган.

Озарбайжон ССР Фанлар академияси Нефтехимия процесслари ва Тошкент Автомобиль ва йўллар, шунингдек, Новосибирск Сув транспорти инженерлари институтларининг олимлари ўта тоза сув ва ёқилғи аралашмасидан иборат гидроёқилғи қўллашни таклиф этмоқдалар. Бундай ёқилғи қўлланганда, асосий ёқилғи иқтисод қилинишидан ташқари, икки марта кам азот оксиди ва ис газини чиқишига эришилади. Япония бензоколонкаларида состави 30% сув ва 70%

бензиндан ташкил топган аралашма — «бензавода» сотила бошлагақ. Бу ёқилғи матбуот хабарларига қараганда, бензиндан тежамлирондир.

Сув ва ёқилғи эмульциясини ишлатишда ҳамда сақлашда етарлича турғунликка эга эмаслиги, уларни двигателларда кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда.

Ички ёнув двигателлари учун альтернатив ёқилғи олиш манбаларидан яна бири кўмирдир. Шунингдек, углеводородли суюқ ёқилғини ёнувчи сланец ва нефтга тўйинган қумдан ҳам олиш мумкин. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, кўмирни қайта ишлаб синтетик ёқилғи олгандан кўра, уни жойида ёндириб электр энергия олиш иқтисодий жиҳатдан кўпроқ мақсадга мувофиқдир.

Кўмирнинг жуда майдаланган кукунини тўғридан-тўғри ёки дизель ёқилғиси ва сувга аралаштириб ёниш камерасига узатиш, шунингдек, ўсимлик ва минерал мейлардан фойдаланиш ҳисобига дизеллар учун ёқилғи ресурсини кўпайтириш мумкин. Лекин кўмир кукунининг ўзи ёки унинг дизель ёнилғиси билан қоринмаси ишлатилганда, цилиндр — поршень группаси ва клапанли механизмнинг жуда тез ёйилиши содир бўлади. Спиртли ёқилғилар (эталон, металл) ишлатилганда ҳам двигатель деталларининг ёйилишининг ортини аниқланган.

Суюлтирилган кўмирдан олинган бензин ёки дизель ёқилғиси ишлатилганда двигателни қурумдан қўшимча тозалаш, шунингдек, атраф муҳитни қўшимча муҳофаза қилиш муаммоси туғилади, чунки уларда нефть ёқилғиларига қараганда азот бирикмалари ва ароматик углеводородлар кўпдир.

Кўп ёқилғили двигателлар. Шундай қилиб ҳар хил ёқилғи турларида ишлаши мумкин бўлган двигателлар яратиш — двигателсозликнинг асосий вазифаларидан бирига айланди. Кўп ёқилғилик ғояси, ички ёнув двигателларининг дастлабки нусхаларини яратиш билан бирга пайдо бўлган бўлса ҳам бундай двигателларни амалий ишлаб чиқариш билан шуғулланиш 30 — йилларга тўғри келади. Чунки, бу даврга келиб енгил ва ўрта фракцион таркибли ёқилғилар, бензинли ва керосинли карбюраторли двигателларда кенг миқёсда ишлатилиб, нисбатан сғир фракциялари жуда кўп тўпланиб қолган эди. Лекин бу даврда ҳали кўп ёқилғили двигателлар ишчи жараёнларининг етарлича таксмиллашмаганлиги натижасида турли хил ёқилғиларда нисбатан бирдай техник-иқтисодий кўрсаткичлар билан ишлай оладиган двигателларни кўплаб ишлаб чиқариш масаласини тўла ҳал қилиш имкони бўлмади.

50- йилларнинг ўрталарига келиб, двигателлар ишчи жараёнларини ташкил қилишнинг илмий асосларини ривожлантирилиши натижасида кўп ёқилғилик масаласини, дизель ишчи циклини қўллаш билан ҳал қилишга имкон туғилди. Кейинги йилларда яратилган ва сиқишдан алангалантирилувчи кўп ёқилғили двигателларни қўллаш натижасида ҳар хил ёқилғилардан кенг миқёсда фойдаланишга муваффақ бўлинди. Пардалаи аралашма ҳосил қилиш билан ишловчи дизелларнинг тезкорлиги, юқори энергетик кўрсаткичларга эгаллиги, нисбатан юмшоқ ишлаши ва турбопуфлашдан фойдаланишнинг мум-

кинлиги, бу двигателларни ҳозирги замон энг яхши двигателлари даражасида деб ҳисоблашга имкон беради. Шу билан бирга бу дизеллар, маълум бўлган кўп ёқилғилили двигателлар ичида энг такомиллашгани ҳисобланади.

Кўп ёқилғилили двигателни оддий шароитда ишлатиш учун керак бўлган асосий ёқилғини танлаш муҳим аҳамиятга эга. Кўп ёқилғилилик амалда дизелларнинг модификацияларини яратиш йўли билан ҳал қилинаётганлигини эътиборга олганда, асосий ёқилғи ўрнида дизель ёқилғиси, керак бўлганда алмаштирилувчи ёқилғи сифатида эса бензин, керосин, шунингдек, бошқа альтернатив ёқилғилар ишлатилиши мумкин. Ҳозирда бу двигателларда нефть ёқилғиси фракциясининг 71% игача, карбюраторли ва дизель двигателларида эса уларни бирга қўшиб ҳисоблаганда ҳам фақат 54% ишлатилади.

Ёқилғи ресурсларидан халқ хўжалигида янада самарали фойдаланиш учун ёнувчанлиги ва фракцион таркиби янада кенг бўлган универсал ёқилғи ва бу ёқилғида ишлайдиган универсал двигатель яратиш мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин. Универсал двигатель яратиш, карбюраторли ва дизель двигателларини конструктив бири-бирига яқинлаштиришга, шунингдек, кўп ёқилғилили двигателлар ишчи жараёнларини ишлаб чиқишда олинган тажрибаларга асосланади. Бундай двигателларнинг прототипи сифатида «FM» жараёни билан ишловчи МАН двигателларини келтириш мумкин. Бу двигателларда нисбатан кичикроқ ($\epsilon = 14$) сиқиниш даражаси, цилиндр ичида пардали аралашма ҳосил қилиш ва ташқи манба ҳисобига ёндириш амалга оширилган. Лекин шунга қарамасдан, такомиллашган универсал ёқилғи яратиш ҳали келажак масаласидир. Яна шунини ҳам таъкидлаш керакки, кўп ёқилғида ишловчи двигателларнинг жараёнларини ва тузилишини такомиллаштириш дизелсозликни янада ривожлантириш учун асосий омил ҳисобланади.

47-§. Янги турдаги двигателлар

Газтурбинали двигателлар. Бундай двигателда илгарилама-қайтма ҳаракат қилувчи деталларнинг йўқлиги ҳисобига двигатель валининг айланишлар частотасини 20 ... 25 минг айл/мин гача етказиш ва натижада двигателнинг массаси ҳамда габарит ўлчамларини, мос равишда 1,8 ... 2,5 ва 1,4 ... 1,6 марта камайтиришга эришилади.

Газтурбинали двигателда қувватнинг жуда оз қисми валнинг подшипникларидаги ишқаланишнинг енгишга сарфланади, шунинг учун мойлозчи система содалашади ва механик ф. и. к юқори қийматга эга бўлади. Ёниш жараёнининг узлуксизлиги ва унинг нисбатан кўп давом этиши оддий ёқилғи бериш аппаратурасидан фойдаланишга имкон беради.

Нисбатан кам қувватли стартер ишлатилгани ҳолда турбина ташқи муҳит ҳарорати — 50 С гача бўлганда ҳам осон юргизилади ва 1 ... 1,5 минутдан сўнг нагрузкалаши мумкин. Техник хизмат кўрсатиш

учун кам вақт (25 ... 47%) сарфланади ва ремонт қилиш содда-лашади. Ташқарига чиқарилувчи токсик моддалар миқдори 3 ... 5 ва деталлар сони 4 ... 5 марта камаяди. Қуввати 260 ... 440 кВтга тенг бўлган газтурбинали автотрактор двигателларининг энг яхши нусхаларида солиштириш ёқилғи сарфи 210 ... 250 г/кВт га тенг-дир. Келажакда ёқилғи тежамкорлигини янада ошириш учун кера-мик материал қўллаб, газларнинг дастлабки ҳароратини 1325 ... 1550 К гача кўпайтириш, босимнинг ортиш даражасини 5,5 ... 8 гача кў-тариш ва регенерация даражасини 0,9 га етказиш керак. Бу двига-телларнинг моторесурси ҳозирда 10 минг мотосоатгача етказилди.

Булардан ташқари газтурбинали двигателларнинг ўзига хос кам-чиликлари ҳам мавжуд: номинал режимда поршенли двигателга нис-батан тежамсиз ишлайди, бир хил қувватда кўп ҳаво сарфлайди; сўрилаётган ҳаво жуда тоза бўлиши керак; оралиқ нагрузкаларда ишлаганда тежамкорлиги кескин камаяди; трактор ёки автомобилни двигател билан тормозлаш мумкин бўлмайди. Бу камчиликларни йўқотиш учун эса двигател тузилишини анча мураккаблаштиришга тўғри келади.

Шунга қарамасдан кейинги йилларда бундай двигателларни катта қувватли тракторлар, оғир юк автомобиллари ва автопоездларнинг куч қурилмаси сифатида фойдаланиш бўйича катта ишлар олиб бо-рилмоқда. К—700 тракторига куч агрегати сифатида ўрнатилиб си-наб кўрилган газтурбинали двигател, поршенли двигателга қараганда беқарор режимга яхшироқ мослашишини ва паст сортли ёқилғиларда ҳам самарали ишлай олишини кўрсатди. Демак, газтурбинали дви-гателларда таъминлаш системасини деярли ўзгартирмаган ҳолда кўп ёқилғиликни ҳам қўллаш мумкин.

Ротор-поршенли двигателлар. Поршени ўзгарувчан тезлик билан ҳаракат қилувчи ички ёнув двигатели, секин ишлайдиган механизм ҳисобланади. Ҳозирда баъзи бир двигателлар тирсақли валининг ай-ланишлар частотаси 5000 айл/мин дан ортган бўлса-да, конструкторлар уларни тезлик бўйича янада форсировка қилишда деярли ўтиб бўлмайдиган тўсиққа дуч келдилар.

Бу камчиликлар поршени айланма-планетар ҳаракатланувчи ро-тор билан алмаштирилган двигателларда учрамайди. Иш жараёни бўйича бу двигателлар тўрт тактли бўлиб, бензин-ҳаво аралашма-сини ёндириш учун бир поғонали ва дизель жараёни учун икки по-ғонали сиқиш вариантларида яратилиши мумкин.

Агар дизелли ротор двигателини ҳозирча лойиҳалаш ва тажриба нусхаларини синаш даврида бўлса, карбюраторли ротор двигателла-рини бир қатор мамлакатларда сериялаб ишлаб чиқарилмоқда. СССР да бундай двигателларни ишлаб чиқаришга қўйиш масаласи ҳозирча охиригача ҳал қилинганча йўқ.

Ротор-поршенли двигателлар, ўртача эффектив босими (0,7 ... 1,2 МПа), солиштирма массаси (0,5 ... 1,5 кг/кВт) ва литр қуввати (70 ... 180 кВт/л) каби параметрлари бўйича ҳозирги замон кар-бюраторли двигателларига яқин туради. Лекин РПД (ротор-пор-шенли двигател) поршенли двигателга қараганда анча содда ту-зилган. Уларда фақат иккита деталь, яъни бир текис айланадиган

ротор ҳамда вал ҳаракат қилади. Газ тақсимлаш механизми йўқ бўлиб, жуда ихчам тузилган, деталларнинг сони поршенли двигателларга қараганда 35 . . . 40% камдир.

Роторли двигателда сиқиш даражасини ($\epsilon = 9,5 \dots 10$) октан сонига қараб эмас, балки ўртача эффектив босим ва тежамкорликнинг оптимал қийматига қараб аниқланади. Ёнишда аланганинг тарқалиш тезлиги 10 . . . 70 м/с га тенг бўлиб, ёниш кенгайиш жараёни билан устма-уст тушади. Бу эса ўз навбатида ишчи полостда босим ўзгариш характерини ётиқ бўлишига (0,035 . . . 0,045 МПа/(град. ротор. бур.), ёниш босимининг максимумини камайишига (4,2 . . . 4,8 МПа) ва натижада двигателни юмшоқ ишлашига олиб келади.

Лекин роторли двигателлар нисбатан кичикроқ ф. и. к. га ва демак ёмонроқ [300 г/(кВт·с) дан кам эмас] тежамкорликка, рухсат этилган чегарадан юқори токсикликка ҳамда роторнинг жипслаштирувчи узел эса камроқ хизмат қилиш (2500 . . . 3000 соат) даврига эга. Бундан ташқари РПД да камераларининг шакли ва камералар юзасининг ҳажмига нисбати, термодинамик нуқтан назардан мукамал тузилмаган. Шу сабабли кейинги пайтда роторли автомобиль двигателига қизиқиш бир оз камайиб бормоқда. Бир қатор чет эл фирмалари роторли двигателлар ишлаб чиқаришни бутунлай тўхтатиб қўйдилар.

Электрик двигателлар. Кейинги йилларда куч агрегатининг ўрнида электрик двигатель ўрнатилган электромобиллар кўпайиб бормоқда. Бунга сабаб, электрик двигателлардан фойдаланилганда, ҳавонинг ишлатилган заҳарли газлардан тўла тозаланиши ва шовқиннинг тубдан камайишидир. Электрик двигателни таъминлаш учун зарур бўлган электр энергиясини олиш учун кислотали, қўрғошинли ва ишқорли, темир никелли ва кадмий-никелли аккумуляторлар батареяси кўпроқ ишлатилади.

Шаҳар шароити учун кичик юк электромобили 40 . . . 50 км/с тезлик билан ҳаракатланади ва навбатдаги зарядлаш вақтигача 50 . . . 70 км масофани босиб ўта олади. Кейинги пайтда яратилган кумуш-рухли аккумуляторлар батареясига эга бўлган электромобилларнинг тажриба нусхаларида юриш йўли 3 . . . 4 марта оширилган. Лекин кумуш-рухли аккумуляторлар батареяси жуда қиммат, шунинг учун уларни истиқболли деб бўлмайти.

Совет Иттифоқида ҳам электромобиль яратиш ва ишлаб чиқариш бўйича бир қатор ишлар амалга оширилган. Бу соҳада энг аввало Ереван Автомобиль заводининг Москва олимпиадаси учун экологик жиҳатидан тоза транспорт воситаси бўлган электромобиллардан бир партиясини тайёрлаб, етказиб берганлигини айтиб ўтиш керак. Кейинчалик майда юкларни ташишга мўлжалланган УАЗ-451МИ электромобили синовдан ўтказилди. Москвада аккумуляторлар батареясининг сифми 160 А. С. га тенг бўлган РАФ-2205 электромобиль тақсим сифатида фойдаланила бошлади. Шунингдек Москва автотранспортчилари «Жигули» электромобилининг ҳам биринчи партиясини олдилар.

Ҳозирча ички қаршилиги кам, энергия сифми юқори ва ўзи енгил бўлган аккумулятор батареяларининг йўқлиги электромобил-

ларни кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда. Шу сабабли қўрғошинли ва темир- никелли аккумуляторлар батареяларини такомиллаштиришга ва электр энергияси манбаи сифатида ёқилган элементларидан фойдаланишга кўпроқ эътибор берилмоқда.

Олимларнинг ва тадқиқотчиларнинг фикрича, энергияни электрохимиявий ўзгартириш усулларидан фойдаланишга оид ишларни анализ қилиш келажакда электромобиллардан кенг фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

Маховик двигателлар. Ўз вақтида маховик двигателлар баъзи бир мамлакатларда автобусларга ўрнатилиб ишлатилди, лекин тузилишининг қўполлиги туфайли кейинчалик ундан воз кечилган эди.

Ҳозир ўта пишиқ толасимон енгил материал — «кевлар» яратилган. Лойиҳа муаллифлари ундан вазни 160 килограммли маховик ясаш мумкин деб ҳисоблайдилар. Ушбу маховик вазни 1360 кг ли автомобилнинг 210 км йўл босишга етарли миқдорда кинетик энергия тўплай олади. Бундай маховикнинг айланишлар частотаси 30000 айл/мин га етади. Маховик бошланғич айланишни зярдаш станциясида электрик двигатель ёки бензин двигателидан олади. Ҳавога ишқаланиш таъсирини истисно этиш учун маховик қартерга жойлаштирилиб, қартерда вакуум сақланиб турилади. Маховикни, филдиракли электрик двигателларни юритиш учун ток ишлаб чиқарувчи электрик генератор ишга тушради.

Мутахассисларнинг фикрича, бундай двигателлар келажакда бензинли двигателларнинг ўрнини босиши мумкин.

Стирлинг двигателлари. Бундан 30 йиллар аввал инженер Стирлинг томонидан ихтиро қилинган ташқи ёниш двигателлари, технологик жиҳатдан мураккаблиги туфайли ишлаб чиқаришга жорий қилинмади. Лекин ёқилган ресурсларидан халқ хўжалигида янада самарали фойдаланиш муаммоси чиққан ҳозирги кунда, «хоҳлаган» ёқилганда ишлаши мумкин бўлган Стирлинг двигателларига қайтадан эътибор беришга тўғри келмоқда.

Стирлинг двигателида цилиндр инерт газ (азот) билан тўлдирилади. Ишчи жисм деб аталувчи бу газ иккита поршень ёрдамида пастдан юқорига ва юқоридан пастга қараб силжитилади. Бунда газ юқорида қиздирилиб, пастда совитилади. Бу двигателлардаги энг мураккаб муаммолардан бири, иккала поршенни бир-бирига мос равишда ҳаракатланишини амалга оширишдир. Бу мақсадда ромбик механизмини қўллаш ҳам тақлиф этилади.

Оралиқда иссиқлик алмаштиригич бўлган бир поршенли схема, Стирлинг двигателларининг энг ризожлангани бўлиб, унда поршеннинг юқори ва пастки қисмларига газ жойлаштирилади. Газнинг кенгайиши ҳисобига поршень пастга қараб ҳаракатланса, тирсакли валдан берилган энергия ҳисобига юқорига кўтарилади.

Ҳозирча Стирлинг двигателлари қўпол ва жуда сғирдир (3 кг/кВт атрофида), лекин кейинги пайтларда яратилган моделларидан эффектив ф. и. к. 0,38 га етказилди.

Стирлинг двигателлари кўп ёқилғили бўлиб яхши ростланади, ёқилган деярли ўзгармас оптимал таркибда ёнади, созлаш эса ҳаво ва ёқилғини бир вақтда ошириш ёки камайтириш йўли билан амалга

оширилади. Шунингдек, бу двигателлар нисбатан юқори ўртача эффектив босим (1,3 . . . 3 МПа), литр қувват (75 . . . 150 кВт/л) ва моторесурсларга (10000 мотосоатгача), буровчи моментнинг катта запасига (80% гача), камроқ мой сарфига, тез ва ишончли юргизилиш хусусиятига эга. Стирлинг двигателларининг айланишлар час тотаси 1500 . . . 3000 айл/мин га тенгдир.

Бу двигателларнинг нисбатан юқори техника-иқтисодий кўрсаткичларга эга эканлиги ва уларни янада ошириш мумкинлиги келажакда Стирлинг двигателларини истиқболли эканлигини кўрсатади.

Буғ двигателлари. Бундай двигателларнинг ҳар қандай ёқилғида ва ҳавонинг ўзгармас ортиқчалик коэффициентида ишлай олиши, соддалигини қулайлиги, тез юргизилиши, тузилишининг нисбатан соддалиги, шовқинсизлиги, ишланган газларнинг камроқ заҳарлилиги ва шунга ўхшаш шу куннинг талабига жавоб берадиган бошқа афзалликлари кейинги йилларда буғ двигателларга бўлган Ёзтиборни ортиб боришига сабаб бўлди.

Баъзи бир чет эл фирмалари, куч агрегатининг ўрнида буғ двигатели бўлган автомобиль яратиш бўйича ишларни бошлаб юбордилар.

Ҳозирча буғ двигателлари қўпол ва анча оғирдир. Лекин кейинги йилларда яратилган моделларида кўрсаткичларни анча кўтарилганлиги ва уларни янада яхшилашни мумкинлиги, буғ двигателларининг истиқболли борлигини кўрсатади.

Орбитал двигателлар. 70 йилларнинг бошларида ҳаракатланувчи детали ҳаммаси бўлиб 10 та бўлган орбитал двигател яратилди. Узунлиги 127 мм, диаметри 406 мм ва массаси 41 кг бўлган бу двигател 150 кВт қувватга эга бўлиб, солиштира массаси 0,25 кг/кВт га тенг. Демак, орбитал двигател дизелга нисбатан 16 ва карбюраторли двигателга нисбатан 9 марта енгилроқдир. Шунингдек двигателда токсиклик ва шовқинлик даражаси анча паст бўлиб, буровчи моментнинг характеристикаси яхши ўтади.

Лекин орбитал двигателларда тез ўзгариб турувчи газ кучларнинг лопаткаларга бир томонлама таъсири натижасида узоқ вақт жипслигини йўқотмай ишлай оладиган лопатканинг конструкциясини яратишнинг мураккаблиги, ишчи камеранинг герметиклигини таъминлашнинг қийинлиги, лопаткаларни мойлаш ва совитишнинг конструктив жиҳатдан мураккаблиги каби камчиликлар мавжуд. Булар эса ўз навбатида, узоқ вақт ишончли ишлаши мумкин бўлган орбитал двигателни яқин йиллар ичида яратишни муаммога айлантириб қўяди.

* * *

Ҳозирда маълум бўлган турли хил двигателларнинг юқоридаги таҳлили янги турдаги двигателларнинг, албатта, тўла-тўқис ёритилиши эмас. Янги схема ва принципларни ишлаш давом этмоқда ва келажакда янги, ҳали номаълум бўлган типдаги двигателлар пайдо бўлиши мумкин. Эҳтимолки, бундай двигателлар, керамика, пластмасса ва шу каби бошқа материалларни, шунингдек, бутунлай бош-

қача ишлаш принципларини қўллаш йўли билан яратилиши ҳам мумкин. Бу соҳада бир қатор мамлакатларда илмий-тадқиқот ишлари бошлаб юборилган.

ҚПССнинг XXVII съездда қабул қилинган қарорларида ҳам ички ёнув двигателларининг янги прогрессив турларини яратиш бўйича ишларни анча тезлатиш вазифаси қўйилган. Албатта, бу бутунлай янгича схема ва энергияни олиш усуллари билан ишловчи бошқа турдаги двигателлар билан шуғулланишни давом этишини истисно этмайди. Шу сабабли келажакда яна двигателларнинг янги-янги турлари яратилиши мумкин, албатта.

ҲОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. КПСС XXVII Ҷўзедди материаллари. Т: «Ўзбекистон», 1986.
2. Архангельский В. М., Вихерт М. М. ва бошқалар. Автомобильные двигатели. М: «Машиностроение», 1967.
3. Четыре поколение автомобильных дизелей. «Автомобильная промышленность» журналы, №10, 1984.
4. Бовкун Е. Автомобиль 2000 года. «Известия» газетаси, 2 февраль, 1986.
5. Болтинский В. Н. Теория, конструкция и расчёт тракторных и автомобильных двигателей. М: «Мельхозиздат», 1962.
6. Тракторы, работающие на биогазе, спирте и на растительном масле и перспектива их использования. «Механизация хлопководства» журналы 9-сон, 1983.
7. Гершман И. И., Лебединский А. П. Многотопливные дизели. М: «Машиностроение», 1971.
8. Дьяченко Н. Х., Костин А. К. ва бошқалар. Теория двигателей внутреннего сгорания. М: «Машиностроение», 1965.
9. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет тракторных и автомобильных двигателей М: «Высшая школа», 1980.
10. Кононенко А. Ф. Пути улучшения использования [сельскохозяйственной техники. М: «Колос», 1980.
11. Корольков Д. Н. Новые типы двигателей. Методик қўлланма, БИМСХ, Мн.: 1981.
12. Крутков В. И. Автоматическая регулирование двигателей внутреннего сгорания. М: «Машгиз», 1963
13. Криецкий И. И. Регулирование двигателей внутреннего сгорания. М: «Машиностроение», 1965.
14. Маматов Х. М, Турдиева Ю. Т. ва бошқалар. Автомобиллар (тузилиши ва назарий асослари). Т: «Ўқитувчи», 1982.
15. Николаев А. В. Теория, конструкция и расчет тракторных и автомобильных двигателей. М: Колос, 1984.
16. Навицкий Н. В. Тракторные и автомобильные двигатели. Мн.: «Урожай», 1977.
17. Попык К. Г. Динамика тракторных и автомобильных двигателей. М. «Машиностроение», 1965.
18. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей. (Орлин А. С. таҳрири остида). М.: «Машиностроение», 1971.
19. Савалев Г. С. Зарубежные тракторные и комбайновые двигатели. М.: ВНИИТЭИСХ, 1976.
20. Трубников Г. И. Практикум по автотракторным двигателям. М. «Колос», 1968
21. Тракторные и автомобильные двигатели (Ленин И. М. таҳрири остида). М.: «Высшая школа», 1976.
22. Ховах М. С, Маслов Г. С. Автомобиль двигателлари. —Т.: «Ўқитувчи» 1977.
23. Хачиян А. С., Морозов К. А. ва бошқалар. Двигатели внутреннего сгорания. М.: «Высшая школа», 1978.

24. Шафрин А. Н., Хакимов Д. Х. Методические указания по выполнению курсовой работы по тракторам и автомобилям. Т.: ТИИИМСХ, 1978.
25. Ширнык Б. Э. Теория автотракторных двигателей (учебное пособие). М.: ВСХИЗО, 1966.
26. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и охрана окружающей среды. М.: «Транспорт», 1979.
27. Проблемы сельскохозяйственного тракторостроения (коллектив авторов). Мн.: «Высшая школа», 1983.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Двигателлар классификацияси	5
Автотрактор двигателларининг асосий ва солиштирма кўрсаткичлари . . .	6

БИРИНЧИ ҚИСМ

Автотрактор двигателларининг назарияси

I БОБ. ПОРШЕНЛИ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ ЦИКЛЛАРИ

1- §. Асосий тушунчалар	9
2- §. Ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл	10
3- §. Ўзгармас босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл	11
4- §. Ўзгармас ҳажм ва босимда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий цикл (аралаш цикл)	13

II БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ҲАҚИҚИЙ ЦИКЛЛАРИ

5- §. Асосий тушунчалар	14
6- §. Ички ёнув двигателларининг индикатор диаграммалари	15
7- §. Ҳақиқий циклнинг асосий ва ёрдамчи жараёнлари	17
8- §. Киритиш жараёни	18
8.1. Киритиш жараёнининг кўрсаткичлари	20
9- §. Сиқиш жараёни	26
10- §. Сиқиш даражасини қабул қилиш	30
11- §. Ёниш жараёни	37
11.1. Дизелларда ёниш жараёни	46
12- §. Кенгайиш жараёни	57
12.1. Кенгайиш жараёнининг кўрсаткичлари	58
13- §. Чиқариш жараёни	61
14- §. Атмосферага чиқарилувчи ёниш маҳсулотларини зарарсизлантириш	63
14.1. Ишланган газларни зарарсизлантириш усуллари	64
15- §. Шовқин ва уни камайтириш чоралари	65

III БОБ. ДВИГАТЕЛЬ ИШЧИ ЦИКЛИНИНГ КўРСАТКИЧЛАРИ

16- §. Асосий тушунчалар	67
17- §. Индикаторий кўрсаткичлар	68
18- §. Эффектив кўрсаткичлар	75
19- §. Двигателнинг қувватини ошириш усуллари	82
20- §. Двигателнинг тежамкорлигини ошириш усуллари	85
21- §. Двигателнинг ишига муҳитнинг таъсири	88
22- §. Двигателнинг иссиқлик баланси	90

23- §. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби	93
23. 1. Д- 240 трактор дизелининг иссиқлик ҳисоби	93
23. 2. Д- 240Т трактор дизелининг иссиқлик ҳисоби	98
23. 3. Карбюраторли автомобиль двигателининг иссиқлик ҳисоби	102
24- §. Индикатор диаграммани қуриш ва ундан ўртача индикатор босими аниқлаш	107

IV БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

25- §. Асосий тушунчалар	109
26- §. Созлаш характеристикалари	110
27- §. Асосий характеристикалари	115
27.1. Трактор двигатели характеристикасининг исталган ҳолда ўтиши	125

V БОБ. ҚАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

28- §. Асосий тушунчалар	127
29- §. Элементар карбюраторнинг иш жараёни	127
29. 1. Карбюратор характеристикалари	136
30- §. Замонавий карбюраторларга қўйиладиган талаблар	138
31- §. Карбюратор системалари	139
31. 1. Асосий дозалаш системасида аралашма таркибини компенсация қилиш	141
31. 2. Экономайзер (бойнгич) системаси	147
31. 3. Тезлатгич система	149

VI БОБ. ДИЗЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

32- §. Асосий тушунчалар	152
33- §. Дизелларнинг ёниш камералари	153
33. 1. Ажратилмаган бир бўшлиқли ёниш камералари	153
33. 2. Ажратилган ёниш камералари	157
34- §. Турли аралашма ҳосил қилиш усулларини ўзаро солиштириш ва уларни ривожлантириш истиқболлари	160
35- §. Форсункалар	161
36- §. Ёнилғи насосининг характеристикалари	167

VII БОБ. ДВИГАТЕЛЛАРДА СОЗЛАНИШ ВА РЕГУЛЯТОРЛАР

37- §. Асосий тушунчалар	169
38- §. Двигателлар ишининг турғунлиги	171
39- §. Регуляторлар	175

ИККИНЧИ ҚИСМ

Кривошип-шатун механизмнинг динамикаси

VIII БОБ. КРИВОШИП- ШАТУН МЕХАНИЗМИНИНГ ДИНАМИКАСИ

40- §. Асосий тушунчалар	183
41- §. Кривошип-шатун механизмига таъсир қилувчи куч ва моментлар	186
42- §. Двигателларни мувозанатлаш	192
43- §. Двигателнинг равош ишлаши	209

УЧИНЧИ ҚИСМ

Трактор ва автомобиль двигателларининг тузилишини ривожлантириш
истиқболлари

IX БОБ. ДВИГАТЕЛЬ ҚЎРСАТКИЧЛАРИНИ ЯХШИЛАШ ВА ЯНГИ ТУРДАГИ ДВИГАТЕЛЛАР

44- §. Асосий тушунчалар	213
45- §. Двигателларнинг кўрсаткичларини яхшилаш	214
46- §. Двигателларда янги ёқилғи турларидан фойдаланиш	217
47- §. Янги турдаги двигателлар	221
Фойдаланилган адабиётлар	227

На узбекском языке

УМАРАЛИ КАРИМОВ

ТЕОРИЯ ТРАКТОРНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебник для студентов очного и заочного обучения факультетов механизации сельского хозяйства и механизации гидромелиоративных работ высших сельскохозяйственных учебных заведений

Ташкент—Мехнат—1989

Редакция мудир *Р. Мирзаев*
Кичик редактор *Н. Каримова*
Бадний редактор *И. Кученкова*
Техн. редактор *Ю. Сидеренко*
Корректор *М. Фозилова*

ИБ № 793.

Теришга берилди 06.12.88. Босишга рухсат этилди 13.04.89. Формати 60×90¹/₁₆ № 1 қоғозга «Лингатурная» гарнитурда юкори босма усулда босилди. Шартли б. л 14,5.

Шартли кр. отт. 14,71. Нащр л 14,72. Тираж 8000. Баҳоси 70 т. Зак. № 3131.

«Мехнат» нашриёти, 700129. Тошкент, Навсий 30. Шартнома № 73—88

Ўзбекистон ССР Нашрият, полиграфия ва китоб саздоси ишлари Давлат комитети Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг Бош корхонасида босилди Тошкент, Навсий кўчаси, 30.