

У. Каримов

**ТРАКТОР
ВА
АВТОМОБИЛЬ
ДВИГАТЕЛЛАРИ
НАЗАРИЯСИ**

«МЕҲНАТ»

У. КАРИМОВ

ТРАКТОР ВА АВТОМОБИЛЬ ДВИГАТЕЛЛАРИ НАЗАРИЯСИ

СССР Давлат агросаноат комитети олий ва ўрта махсус таълими бош бошқармаси қишлоқ хўжалик олий ўқув юртларининг студентлари учун дарслик сифатида тавсия этган

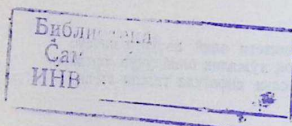
ТОШКЕНТ «МЕХНАТ» 1989

ББК 39.35
К 25

631.3
К-25

Таъризи — техника фанлари кандидати, доцент Эркин Ойхўжаев

Муҳаррир — Акбарали Нурматов



К 25 Каримов У.

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

Дарсликда трактор ва автомобиль двигателлари назариясига, кригошип-шат
механизмининг динамикаси ҳамда двигателларни мувозанатлашга оид маълумот
ёритилган. Шунингдек, унда автотрактор двигателларига характеристика бериш
карбюраторли ва дизелли двигателларда аралашма ҳосил бўлиш жараёнилари ту
баён қилинган. Китобда янги автотрактор двигателларига оид кўрсаткичлар
ўларнинг типларига тегишли маълумотлар келтирилган.
Дарслик қишлоқ хўжалик олий ўқув юртининг қишлоқ хўжалигини
мелиорация ишларини механизациялаш факультетининг сирдан ҳамда қ
наб 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

ҚПССнинг XXVII съездида қабул қилинган «СССРни иқтисодий ва социал ривожлантиришнинг 1986 — 1990 йилларга ҳамда 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.

Бўлажақ 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 юртишни 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 *поршеньли ички ёнув двигателлари* дейилади. Поршеньли ички ёнув двигателлари энг кўп тарқалган иссиқлик двигателларидан ҳисобланади. Бу двигателлар ўзларининг ихчамлиги, юқори тежамкорлиги ва чидамлиги билан халқ хўжалигининг ҳамма соҳаларида кенг ишлатилмоқда. Шунинг учун поршеньли ички ёнув двигателларининг классификациясини ўрганиш бўлажак мутахассислар учун жуда зарурдир.

Поршеньли ички ёнув двигателларини қуйидаги белгиларига қараб классификациялаш мумкин.

1. Вазифасига қараб:

а) стационар шаронгда ишлатиладиган двигателлар;

б) трактор, автомобиль ва бошқа транспорт воситаларида ишлатиладиган транспорт двигателлар.

2. Қўлланиладиган ёқилғисига қараб:

а) енгил 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 дизелъ двигателлари.
4. Аралашмани алангалантириш усулига қараб:
 - а) электр учқуни билан алангалантириладиган карбюраторли газ двигателлари;
 - б) сиқилишдан қизиган ҳаво ёрдамида ўз-ўзидан алангалантириладиган дизелъ двигателлари;
 - в) форкамерали - аланга билан алангалантириладиган дизелъ двигателлари.
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» шаклида жойлаштирилган;
 - г) юлдузшаклида 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 солиштира кўрсаткичлари

Ички ёнув двигателларининг ишлаб чиқариш сифатини белгилашчи кўрсаткичлар қуйидагилардир:

1. Конструкцияси ҳамма элементларининг мустаҳкамлиги ва дамлиги.

2. Иссиқлик энергиясини механик энергияга айланиш жараянининг такомиллашганлик даражаси. Бу эса, қувват бирлигини олтин учун вақт бирлигида сарф бўлган ёқилғи миқдорини белгилашчи ёқилғи тежамкорлиги (солиштира ёқилғи сарфи) билан баҳоланган.

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

4. Двигателни ишончли юргизилиши.

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

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

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

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

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

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 — тактлилиқ коэффициенти;

i — цилиндрлар соки.

Поршеннинг ўртача тезлиги

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

ёки

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

Шунинг учун (1) формула қуйидаги кўринишга эга бўлади:

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

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

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

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

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 ўзида айланишлар частотасини ошириб) кейинги пайтларда кенгроқ қўлланилмоқда.

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

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

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

Двигателнинг литр массаси, унинг конструкциясининг, такомиллашганлигини, ясаиш 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 қув- вати, кВт/дм ²	Литр қуввати, кВт/л	Литр массаси, кг/л	Солиштирма массаси, кг/кВт
Қарбюраторли: енгил 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 ДВИГАТЕЛЛАРНИНГ НАЗАРИЙ ЦИКЛЛАРИ

1-§. Ассий 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, чуқки 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 сиғимини ўзгармас деб қабул қилинади.

Назарий циклларни термодинамик ҳисоблаш, реал двигателларнинг эҳтимол тутилган максимал қуввати ва тежамкорлигини аниқлашга имкон беради, бу эса жуда катта амалий аҳамиятга эгадир. Назарий цикллар термодинамиканинг иккинчи қонунига айнан мос келадиган энг оз миқдордаги йўқотишларга эга. Демак, газарий 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 гурпуага бўлиш мумкин:

а) ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш циклида ишлайдиган двигателлар;

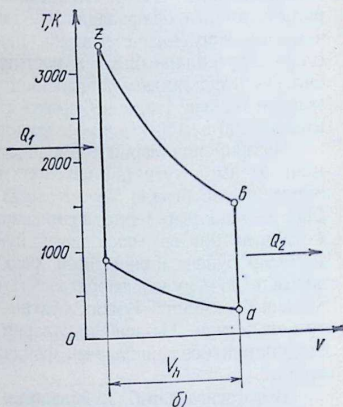
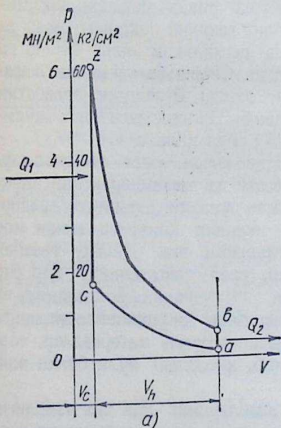
б) ўзгармас босимда иссиқлик бериш циклида ишлайдиган двигателлар;

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 чизиги) адиабатик ўтиб, сиқишга сарф бўлган механик энергия тўлалигича сиқилувчи газнинг ички энергиясини ортиришга сарф бўлади.

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.

Поршеньни 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 такрорланиб 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 коэффициенти (ф.и.к.) билан баҳоланади. Термодинамика курсидан маълумки, ўзгармас ҳажмда иссиқлик бериш билан ўтадиган назарий циклнинг термик ф.и.к. қуйидаги формула билан топилади:

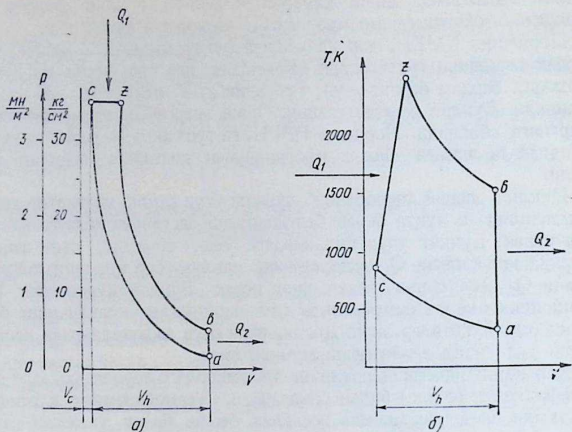
$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \quad (7)$$

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 цикллари 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 берилади.

Диаграммадаги ас чизиғи 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:

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

Юқоридаги иккала циклнинг 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 кўрсатишнинг мураккаблиги туфайли автотракторлар учун ишлаб чиқарилмайди.

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

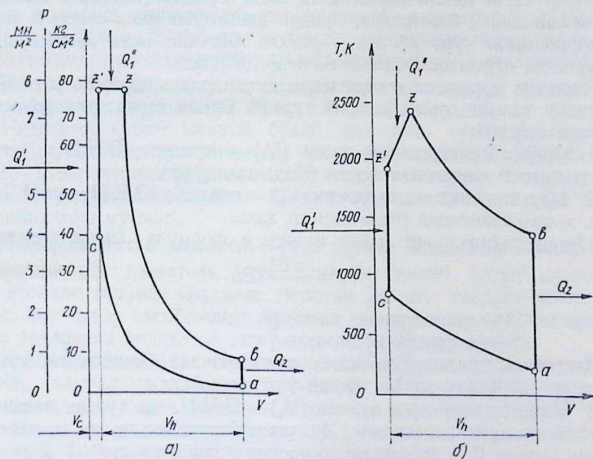
Аралаш цикл кўриб чиқилган иккала назарий циклларнинг умумлашгани бўлиб, бунда ишчи жисмга узатилувчи (Q_1) иссиқликнинг бир қисми (Q_1') ўзгармас ҳажмда ва қолган қисми (Q_2^{II}) ўзгармас босимда берилади (3-расм).

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

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

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 оралиғидаги 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. 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

5-§ Ассий 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 оралигидаги масофага айтилади, бу тирсакли валнинг ярим айланишига тўғри келади ва *S* ҳарфи билан белгиланади.

Ишчи циклнинг би. 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 иқорисиди 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:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S_{\text{л}}$$

Бунда, D — цилиндрнинг диаметри, дм;

S — поршень йўли, дм.

Двигатель цилиндрлари ишчи ҳажмларининг йиғиндисига, унинг *литражи* дейилади ва $V_{\text{л}}$ билан белгиланади.

3. Цилиндрнинг тўла ҳажми (V_a) — П.Ч.Н. да турган поршень тубининг иқорисиди 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 ёқилғи 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 коэффиценти (α) ни, иссиқликни ажралиб чиқиш коэффиценти (ϵ) ни, тўлдириш коэффиценти (η_v) ни, индикатор ф. и. к. (η_i) ни, қолдиқ газлар коэффиценти (γ) ни, политроник сиқиш ва кенгайиш кўрсаткичлари (n_1, n_2) ни, босимнинг кўтарилиш тезлиги ($d\phi/d\alpha$) ни, босимнинг ортиш даражаси (λ) ни, дастлабки кенгайиш даражаси (ρ) ни, индикатор диаграмманинг тўлиқ-маслик коэффиценти (v) ни, ўз-ўзидан алангаланишнинг кечикиш даври (ϕ) ни ва двигателнинг бошқа кўрсаткичларини аниқлашга ҳамда тақсимлаш, ёндириш ва ёқилғи узатиш системалари органларининг тўғри ишлаётганлигини баҳолашга имкон беради.

Индикатор қувват маълум бўлиб, двигател 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 двигателни лойиҳалаш мумкин.

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

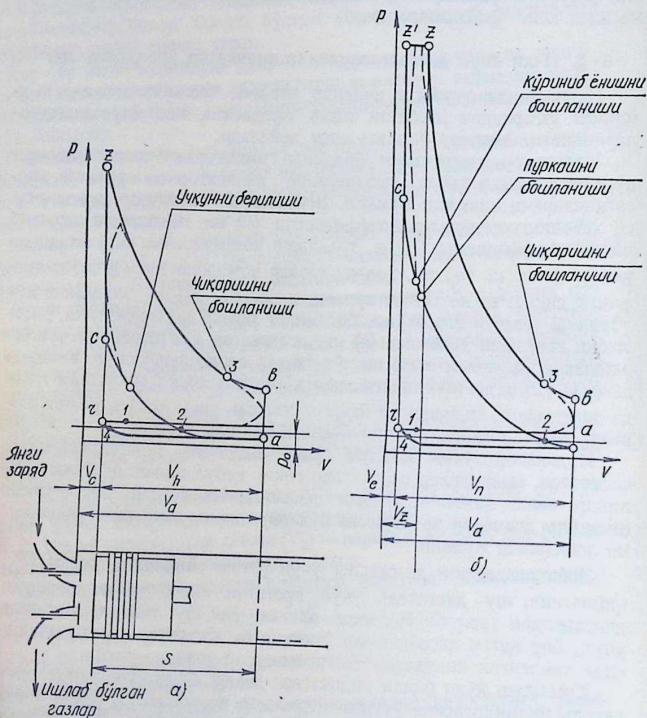
Ҳисоблаш йўли билан индикатор диаграммаси қурилганда, двигател цилиндрларида ўтувчи жараёнлар ва ҳодисалар билан у ёки бу даражада яқиндан танишиш имконияти туғилади. Шунинг учун индикатор диаграммасини олишнинг шу иккинчи усулини кенгроқ ўрганиш биз учун кўпроқ мақсадга мувофиқдир.

Двигател цилиндрларида амалга оширилувчи физик-химиявий 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-рasm, а, б, в, г) ra — чизиги киритиш, ac — сиқиш, cz ($cz'z$) ёғиш, zb — кенгайиш ва bg — чиқариш жараёнларининг ўтишини ифодалайди.

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-рasm. Ички ёнув двигателларининг индикатор диаграммалари:

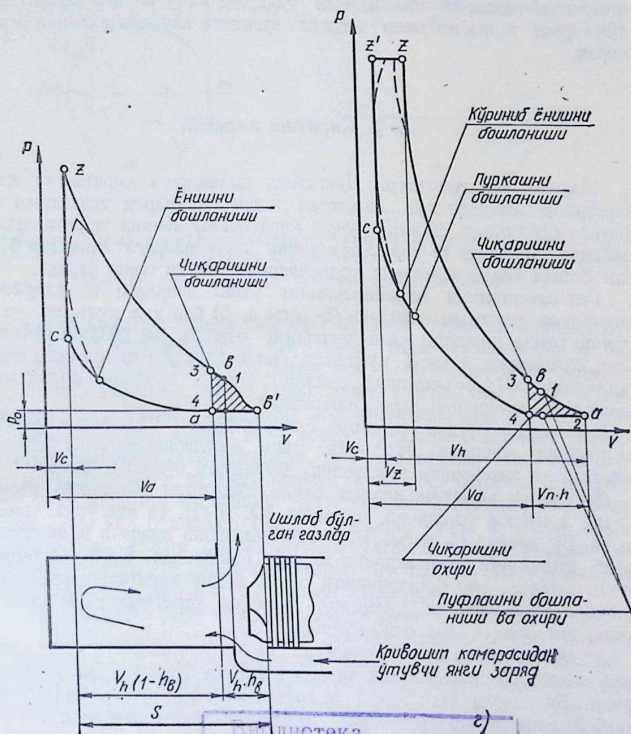
- а) — тўрт тактли карбюраторли двигателъ; б) — тўрт тактли дизели; в) — кри-
вошип камерада пуфловчи икки тактли двигателъ; г) — дам бериб тозаловчи
масос ёрдамида пуфловчи икки тактли двигателъ;
—— назарий диаграмма;
..... — ҳақиқий диаграмма.

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 асосий ва ёрдамчи жараёнлари

Поршенли двигателларнинг ҳақиқий пикллари 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 белгилловчи $2 - c - z - 3$ чизиғи двигателни неча тактли бўлишидан қатъи назар бир хилдир. Ёрдамчи жараёнларни белгилловчи $3 - 1 - 4 - a - 2$ чизиғи 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 унга янги заряд билан тўлдириш жараёнларини ташкил қилишга алоҳида аҳамият бериш керак.

§- §. Киритиш жараёни

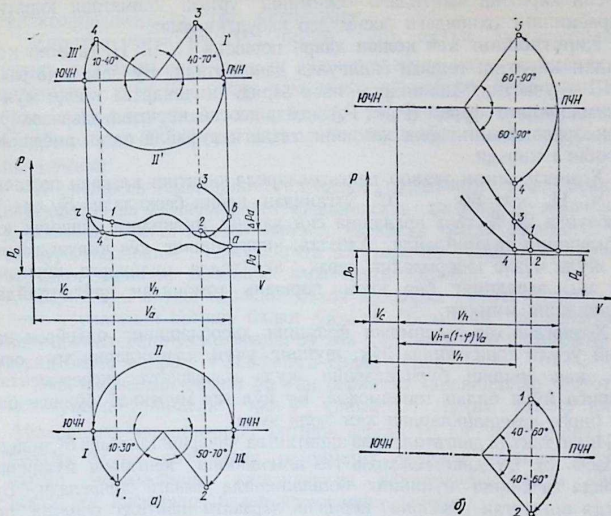
Умумий маълумотлар. Двигатель цилиндрига киритилган янги заряднинг миқдори кўп жиҳатдан ишчи цилиндри тозаланиш сифатига боғлиқдир. Шунинг учун киритиш жараёнини таҳлил қилиш пайтида, чиқариш ва газ алмашилиш жараёнларига алоқадор бўлган бошқа барча комплекс ҳодисаларни ҳисобга олиш керак.

Газ алмашилиш жараёнларининг ўтиш давлари ва уларнинг индикатор диаграммаларидаги (5- расм а, б) бир хил нуқталар — чиқариш ҳамда киритиш клапанларининг очилиш ва 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 давларига 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 эртaroқ оча бошланишига сабаб, асосий киритиш даври бошлангунча янги зарядни цилиндрга бемалол киритиши учун иложи борича каттарoқ 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 тўларoқ тозалаш амалга оширилади.



5- расм. Газ аламиниин жаръналарни ўлчи даярлари ва уларнинг индикатор диаграммалари

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

Асосий киритиш даври тирсакли 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 бошлаганида, 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 фазасининг 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-рasm, а, III — участка) цилиндрга янги заряд, цилиндр ва ташқи муҳит босимларининг фарқи ($P_a < P_0$) ҳамда асосий киритиш даври охиридаги аралашманинг ёки ҳавонинг тезлиги туфайли олган 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 назарий усули топилганича йўқ, шунинг учун клапанларни эрта очилиб, 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-рasm, б). Бу двигателларда газ алмашиниш, кенгайиш йўлининг охирида ва сиқиш йўлининг бошланишида амалга оширилади. Бу пайтда ишланган газларни, поршень ҳаракати пайтида очилган чиқариш дарчелари орқали чиқиб кетиши, цилиндрни дам берувчи насосда (қривошип 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 алмашинишини жуда мураккаблаштириб юборади.

8.1 Киритиш жараёнининг кўрсаткичлари

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

Тўлдириш коэффициентининг қиймати бир қатор омилларга боғлиқ бўлиб, уларнинг асосийлари қуйидагилар: киритиш жараёнининг охиридаги (P_a) босим ва ҳарорат (T_a), қолдиқ газларнинг (γ) коэффициенти, қолдиқ газларнинг (P_q) босими ва ҳарорати (T_q).

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

тугаши ҳисобига келиб чиқадиған ўзгаришлар тажрибада олинған коэффициентлар билан баҳоланади.

Киригиш охиридаги (P_a) босим. Тўрт тактли двигателнинг киригиш системаси янги зарядни ўтишига жуда катта қаршилиқ кўрсатганлиги учун (P_a) босим ҳаммавақт атмосфера босимидан кичик бўлади. Пуфлаш билан ишлайдиған двигателлар бундан мустасно бўлиб, уларда (P_a) босим атмосфера босимидан анча юқори бўлиши мумкин.

Киригиш системасининг гидравлик қаршилиги ҳаво тозалагич карбюратор ва клапанларнинг қаршилигига ва уларни ифлосланиш даражасига, сўриш коллекторининг узунлиги ҳамда кесимига, ундаги бурилишларнинг озкўплигига ва уларнинг радиусига, трубопровод деворларининг текислик даражасига боғлиқ.

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

Газ тақсимлаш фазаси ва уни берилған 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 киригиш вақтининг қисқариши билан изоҳланиши мумкин.

Карбюраторли двигателларда нагрукани камайиши, дроссель заслонкасининг ёпилиши билан боғлиқ бўлғанлиги сабабли, табиики P_a ни камайишига олиб келади.

Киригиш 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.

Киригиш охиридаги P_a босимнинг қийматига таъсир қилувчи смилларнинг ниҳоятда кўплиги ва киригиш пайтида ҳосил бўлдиған гидравлик ҳодисаларнинг мураккаблиги, ΔP_a нинг қийматини назарий йўл билан аниқлашни жуда қийинлаштириб юборади. Тўлдиришда босимни йўқотилишини тахминан аниқлаш учун бир қатор эҳтимолликларга йўл қўйған 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 киригиш системасининг қаршилиқ коэффициентлари бўлиб, уларнинг йиғиндиси тажриба маълумотлари [15] бўйича 2,5 ... 4,0 га тенгдир. $C_{\text{кир}}$ — зарядни, киригиш системасининг энг кичик кесимидаги ўртача тезлиги бўлиб, унинг қиймати $C_{\text{кир}} = 50 \dots 130$ м/с. ρ_k — киригишда заряднинг зичлиги, кг/м³.

Экспериментал материаллардан шу нарсă 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 ҳаёдаш насосидан чиқувчи ҳавонинг 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.

Дам 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.

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

Киритиш охирида цилиндрда бўлган газларнинг массаси қуйидагича топилади:

$$M_a = M_k + M_y \quad (11)$$

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

M_y — янги сўриб олинган заряднинг массаси, кг.

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

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

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

Янги заряднинг M_y массасини [тўлдириш коэффициенти формуласидан фойдаланиб топамиз:

$$\eta_v = M_y / M_0$$

Бундан

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

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_n 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:

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

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

$$T_a = \frac{T'_0}{1 - \frac{P_r}{\epsilon \cdot P_a} \left(1 - \frac{T'_0}{T_r} \right)} \text{ K} \quad (13)$$

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 $T_0 = 273 + 15 = 288 \text{ K}$ 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 камаяди. 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 йўллариининг 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 . . . 420 K
Дизеллар учун 320 . . . 360 K.

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 . . . 350K 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:

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

Келтирилган нисбатдан кўриниб турибдики, γ қийматини камайтириш учун қолдиқ газлар (M_r) массасини камайтириш (цилиндрда 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:

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

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

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

(15) ифодадан кўриниб турибдики, сиқиш 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 ёрдамида ҳисобланмасдан, тажриба маълумотлари асосида баҳолабди.

Чиқариш жараёнига алоқадор бўлган бошқа маълумотлар шу босбнинг 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_a), 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:

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

Тўлдириш коэффицентининг умумий тенгламасини келтириб чи-

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

$$M_a \cdot \bar{\mu}_{cv_a} \cdot T_a \cong M_r \cdot \bar{\mu}_{cv_r} \cdot T_r + M_{\eta} \cdot \bar{\mu}_{cv_{\eta}} \cdot T_o$$

Бунда, $\bar{\mu}_{cv_a}$, $\bar{\mu}_{cv_r}$ ва $\bar{\mu}_{cv_{\eta}}$ — 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_{η} қийматларини қўямиз:

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

Тенгламанинг чап ва ўнг томонларини V_c га бўлиб ва $\frac{\bar{\mu}_{cv_a}}{8314} \cong \frac{\bar{\mu}_{cv_r}}{8314} \cong \frac{\bar{\mu}_{cv_{\eta}}}{8314}$ га тенг деб қабул қилиб олгандан сўнг тенгламаи 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 камаё бошлайди. Шунинг учун цилиндрни ишлаб бўлган газлардан тўлароқ тозаланишига ва демак, P_r босимни камайитиришга 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 камаёди 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.

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 чизиги $a-2$ тикроқ ўтади ва унинг кўрсаткичи адиабата кўрсаткичидан катта ($p_1' > k_1$) бўлади.

Поршень П. Ч. Н. дан Ю. Ч. Н. га ҳаракатланганда ишчи жисмнинг ҳарорати кўтарилади, цилиндр деворлари билан заряд ўртасидаги иссиқлик алмашинуви эса ҳароратлар фарқи камайганлиги учун озаёди. Политропа кўрсаткичи p_1' ўзининг қиймати бўйича адиабата кўрсаткичининг қиймати k_1 га яқинлашади. Маълум вақтдан кейин ишчи жисмнинг 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 берила бошлайди (3 — с участкаси).

Шундай қилиб, реал двигателлардаги сиқиш политропик жараён бўлиб, унинг кўрсаткичи (p_1') бутун сиқиш чизиги давомида ўзгарувчан қийматга эга бўлади.

Ишчи циклини амалда ҳисоблашда ўзгарувчан қийматга эга бўлган кўрсаткични қўллаш ишни анча қийинлаштириб юборади. Шунинг учун политропик сиқишнинг ҳақиқий ўзгарувчан кўрсаткичи (p_1'), ўртача ўзгармас кўрсаткич (p_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 p_1 кўрсаткичи дейилади. Ўзгармас кўрсаткичли политропик сиқиш жараёнининг тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

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

Сиқиш жараёнининг кўрсаткичлари. Қелтирилган тенгламадан фойдаланиб, сиқиш жараёнини баҳоловчи кўрсаткичларни, яъни сиқиш охиридаги P_c босим ва T_c ҳароратни, шунингдек политропик сиқишнинг ўртача кўрсаткичи (p_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 қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

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

ёки

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

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

$$P_c = P_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1} = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} \quad \text{МПа} \quad (18)$$

Сиқиш охиридаги босим карбюраторли двигателларда 0,5 ... 1,2 МПа [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 массаси ($M_c \cong M_a$) ўзгармас деб қабул қилган ҳолда (газни сиқиш пайтида ножибликлардан ўтиб кетишини ҳисобга олмай), биринчи тенгламани иккинчисига бўлиб ва $p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1}$ эканлигини унутмасдан сиқиш охиридаги T_c ҳарорат аниқланади:

$$T_c = T_a \frac{P_c \cdot V_c}{P_a \cdot V_a} = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} \quad \text{К} \quad (19)$$

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 ишлашни 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 n_1 кўрсаткичи. Аввал айтиб ўтилганидек, кўрсаткичнинг ўртача қиймати, адиабата ва изотерма кўрсаткичлари қийматларининг оралиғида бўлади.

Айланишлар частотаси 3000 ... 3200 ай/мин гача бўлган двигателларни ҳисоблашда ва уларни лойиҳалашда n_1 ни тахминий аниқлаш учун, профессор В. И. Петровнинг эмпирик формуласидан фойдаланиш мумкин:

Карбюраторли двигателлар учун:

$$n_1 = 1,41 - 100/n \quad (20a)$$

Дизеллар учун

$$n_1 = 1,41 - 100/n - (0,01 \dots 0,02) \quad (20b)$$

Бу ерда, n — тирсакли валнинг айланишлар частотаси, ай/мин.

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

$$n_1 = \lg \frac{P_2}{P_1} / \lg \frac{V_2}{V_1} \quad (20в)$$

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

Политропик сиқишнинг ўртача n_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, n_1 кўрсаткич ҳам ўзгаради. Тахминан бир хил шаронгта бир камерали дизель, олди камерали ва уюр камерали дизелларга нисбатан каттарoқ n_1 га эга бўлади.

Двигатель совитилувчи юзасининг катталашуви иссиқликни кўпроқ йўқотишга, демак n_1 кўрсаткични камайишига сабаб бўлади. Мисол учун тузилиши, 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 n_1 кўрсаткич юқори бўлади.

Фақат айланишлар частотаси билан фарқ қилувчи икки двигателнинг айланишлар частотаси юқори бўлганида n_1 ҳам катта бўлади. Чунки бундай двигателда сиқиш жараёни тез содир бўлиб, совитиш системасига ҳамда ножиписликлар орқали қартерга ўтиб кетувчи иссиқлик миқдори камаяди.

Эксплуатацион омиллар. Двигателларнинг ишлаш шаронтида ҳам n_1 қиймати ўзгариши мумкин. Мисол учун, двигателни ўта совитилиши иссиқликни жуда кўп йўқотилишига, демак n_1 ни камайишига олиб келади.

Поршень группаси деталлари ейилганда газ катерга кўплаб ўта бошлайди ва n_1 ни камайтиради. Двигателнинг тезлик ва нагрукка режимларининг ўзгариши ҳам n_1 қийматига таъсир қилувчи омиллардан ҳисобланади. Юқоридаги омилларга нисбатан олганда, бензинли двигателларда n_1 қиймати 1,30 . . . 1,38, дизелларда эса 1,32 . . . 1,40 чегарасида ўзгаради.

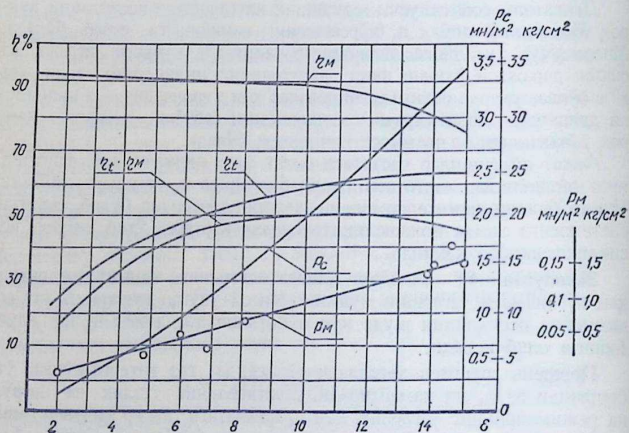
10-§. Сиқиш даражасини қабул қилиш

Умумий маълумотлар. Сиқиш даражаси (ϵ) двигатель ишлаш 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 даражасини 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 холос.

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 камаёди. Шунинг учун двигатель кўрсаткичларига сиқиш даражасини таъсири тўғрисидаги аниқ тасаввурни $\eta_t \cdot \eta_m$ кўпайтмаси беради.

Диаграммадан кўриниб турибдики, берилган карбюраторли двигатель учун мўътадил сиқиш даражаси ($\eta_t \cdot \eta_m$ нинг энг катта қиймати) тахминан 11 ва 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 , p_m , η_t , η_m ва η_{tm} ларнинг ўзгариш графиги.

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

Карбюраторли двигателларда ە ни каттароқ қабул қилиш, аралашмани детонация билан ёнишига олиб келса, дизелларда ишқаланишни енгишга 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 очик кўринган портлаш характериға эға бўлади.

Детонацион ёнишдан аввал учқун берилиши ҳисобига нормал *m* ёниш бошланади. Бу пайда цилиндрдаги ҳали ёниб улгурмаган аралашма қисмининг ҳарорати ва босим тез кўтарилади. Бунда аралашманинг алангадан энг узоқда жойлашган қисмининг ёнишга химиявий тайёрланиши, унга аланга етиб келгунча тугайди. Натижада аралашманинг 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 алангаланishi натижасида босим ва ҳароратнинг оний кўтарилиши ҳамда урилувчи тўлқин ҳосил қилиши билан ўтувчи бундай нормал бўлмаган ёниш жараёниға *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, поршеньларнинг тубини қуйишиға ва подшипникларни емирилишиға

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 орттириб 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 орттириш учун уларга баъзида антидетонаторлар қўшилади. Антидетонаторлар бу «Этил суюқлиги» (Э. с.) деб аталувчи жуда заҳарли молдалардир.

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 ал- калларга эга) + Э. с.	53	64	68	70	71

Э с л а т м а: ЦТМ — марганецнинг цикlopentadienил трaктep бopили, янги ишлаб чи-
қилган 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;

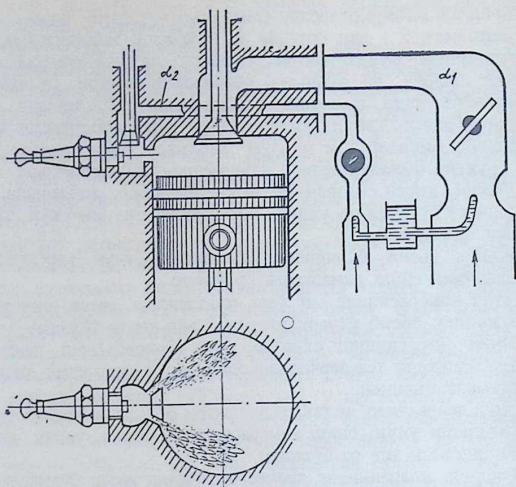
6. Свечаларни иложи борича ёниш камерасининг энг қизиган жойига яқинроқ жойлаштирилиши каби талаблар қўйилади.

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 диаметрға эга бўлган кўп цилиндрли двигателларни қўллаш гоёси ҳам қисман шу билан изоҳланиши мумкин.

Эксплуатацион омиллар. Ёнувчи аралашманинг таркиби, двигателнинг тезлик ва нагрузка режимлари ҳамда бошқа эксплуатацион омиллар ҳам аралашмани 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



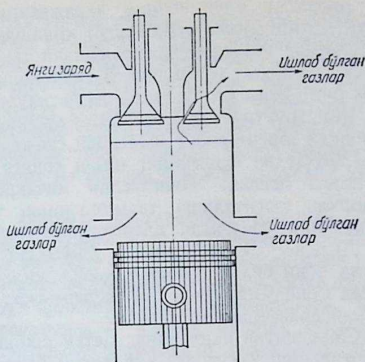
8-расм. Форкамерали — аланга билан ёндирилувчи карбюраторли двигателнинг схематик тузилиши.

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 тахмиган 10 бирликка камайтиради.

Кейинги йилларда карбюраторли двигателларни ўта камбағаллашган аралашмада ишлатиш, яъни ўта камбағал аралашмани форкамерадан чиқувчи аланга билан ёндириш ғояси илгари сурилмоқда. Б. 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. Сиққиш 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 ёндирулувчи карбюраторли двигателларда сиққиш 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 кенгайтиш охирида дарчада (9-расм), сўнгра эса мажбурий чиқариш пайтида клапандан (дарчал

клапанли чиқариш) чиқарилганда, чиқариш клапанининг ҳарорати 50 ... 80° гача камайиши исботланган. Бундай двигателларда, сиқиш даражасини нисбатан бир бирликкача 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 тузилиши.

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 суоқлик 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 қўлладан келиб чиқадиган ҳамма афзалликларни йўққа чиқаради. Шунинг учун сиқиш даражасини мумкин бўлган қийматини янада ошириш, двигателсозлик 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 ҳоссаси юқори бўлиши керак.

Дизель ёқилғисининг ўз-ўзидан алангаланиш ҳоссасини 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 со-витулувчи юзаси энг оз бўлиб, кичик ϵ да ҳам ишончли юргизила-ди ва ҳамма иш режимларида двигателнинг нормал ишлаши таъмин-ланади.

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 шунча кичик босим ва ҳароратга эга бўлган шароитда тушади. Босим ва ҳароратни қамайиши 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 қийматларга эга бўлади:

Бензинли двигателларда	.5	.9 ва ундан юқори
Газ билан ишловчи двигателларда	.5	.10
Бир камерали дизелларда	.13	.16
Икки камерали дизелларда	.17	.20

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 алмашиниши 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 суёқ ёқилғи буғланиши ва унинг буғи ҳаво билан етарлича аралашини 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. Суёқ 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 заҳарли газлар ҳосил бўлмаслиги керак.

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

Цилиндрда бир цикл давомида C, H₂, S ва O₂ дан таркиб топган (3-жадвал) ёқилғи ёнади деб фараз қилайлик.

3-жадвал. Мотор ёқилғиларининг таркиби ва ҳиссасари

Ёқилғи	Ёқилғи таркиби (процентларда)						Ёқилғининг со- лиштирма ёниш иссиқлиги.		Молекуляр массаси (таҳминий)
	углерод C	водород H ₂	кислород O ₂	олтингугурт S	қул	намлик	юқори Q _ю	пастки Q _п	
Керосин	84,9	14,4	0,7	—	ҳаммаси бў- либ 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, водовород учун 8 кг, олтингугурт учун 1 кг кислород керак бўлади. У ҳолда 1 кг (C, H, 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):

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

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 коэффиценти* дейилади ва 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 алангала ниш, яъни ёниш чегаралари мавжуддир. Бу бензин учун $\alpha = 0,5$ ва $\alpha = 1,3$ чегарасидир (дрессель заслонкаси тўла очик 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 солиштирма 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 коэффиценти
Бензинли	0,8 - . . . 1,15
Кривошип камерадан пуфловчи катализаторли	1,8 . . . 2,5
Автотрактор дизеллари	1,2 . . . 1,65

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

лил қилишни анча қийинлаштириб қўяди. Шунинг учун ёниш 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 эртaroқ 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 кифоядир. Иккинчи даврнинг бошланиш нуқтаси диаграммада К. Ё. Б. билан ифодаланган.

Иккинчи даврнинг охириги 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 камая бошлайди. Босимнинг тушиш даврида, яъни кенгайиш жараёни пайтида ўтади-ган 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 бўлакчаларининг парчаланиши, қизиши ва буғланиши, оғир углеводородларни ёниши мумкин бўлган енгил углеводородларга бўлинниши 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 $\downarrow$ бойитилиши ёки кам-

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

Двигатель нагрукасининг камайиши, дроссель заслонкасининг ёпилишига боғлиқлиги учун цилиндрни янги заряд билан тўлдириш камаёди. 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 нагрукаларда аралашмани анча бойитишга тўғри келади.

Кичик нагрукка режимларида 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 камаёди. Бу эса ўз навбатида, учқун билан аралашмани тезроқ алангаштириш учун қулай шароит ҳосил қилиб ёнишнинг I даврини қисқартиради.

Двигатель тирсакли вали айланишлар частотасининг ортиши билан ёниш жараёнига ажратилган вақт камаёди, 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. Бирок ёниш даврининг узунлиги, айланишлар частотасининг ортиши билан катталашиши мумкин.

Газ тақсимлаш органларининг (клапанлар киритиш патрубкларининг) 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 унинг иҳчамлаштириш, 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 катталашини ёнишнинг II даврини 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 1° 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.

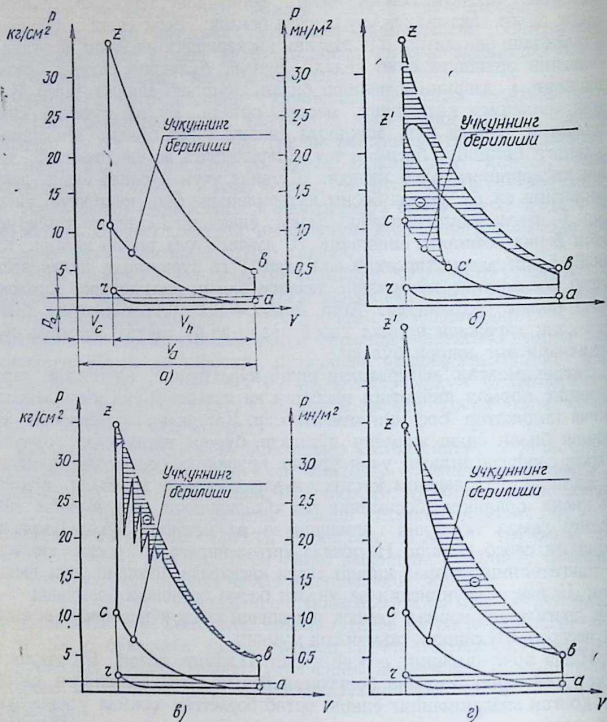
Экспериментал материаллар шунини кўрсатадики, қаттиқлик даражасининг нормал қийматига нисбатан катталашини ёки кичиклашини ўртача индикатор босимни камайтиради. Қаттиқлик даражасининг камайиши билан ёниш жараёни чўзилади, бунинг натижасида иссиқлик кўпроқ сарфланганлиги учун ўртача индикатор босим ҳам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

Ёнишнинг II даврида қаттиқлик даражасининг нормадан кўпайиши қисқа оралиқда босимнинг тез кўтарилишига, деталларнинг ёйилишига ҳамда иссиқлик алмашинуви ва механик йўқотишларнинг ортишига сабаб бўлади. Натижада ўртача индикатор босим камаяди ва двигателнинг хизмат қилиш даври қисқаради. Шунинг учун ёнишнинг II даври узунлигини ва ундаги босим ортишини бошқариш билан двигателни нормал юмшоқ ишлашини ҳамда кўрсаткичларни етарли чегарада 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 шаронтда, 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 двигателларда 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 бўлиши эришиш мумкин.

Ёниш турлари. Юқорида карбюраторли двигателларда ёниш жараёнининг нормал ўтиши қисқача қараб чиқилди. Эксплуатация шaroитида, 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 заслонкаси тўла очиқ ҳолатда, кичик айланишларда ишлатилганда;

совитиш системасидаги суюқликнинг 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 ... 1100K) 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 кўриниб 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 kifойадир. 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-

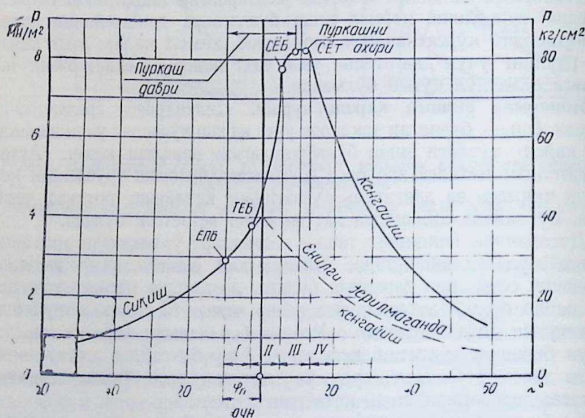
рилишини илгарилаш бурчагини тўғри ўрнатиш, свеча иссиқлик р жимини ва «калил сонини» тўғри танлаш керак. Шунингдек, экс луатация шаронтида двигателни узоқ вақт катта нагрузкада ва ў бой аралашмада ишлашига, совитиш системасидаги суюқлик ҳарор тини ортиқча кўтарилишига, поршень туби ва ёниш камераси дево ларида эса қуйқум ҳосил бўлишига йўл қўймаслик керак. Двиг телнинг ёниш камерасидаги деталларининг ҳарорати, аралашман сиқиш жараёни пайтида учқун берилгунча ўз-ўзидан алангалани кетмайдиган чегарада бўлиши лозим.

11.1. Дизелларда ёниш жараёни

Дизелларда ёниш олдидан камеранинг турли қисмларида ёқилг ва ҳаёснинг нисбати бир хил бўлмаслиги, ёниш жараёнига маълум даражада таъсир қилади. Бу эса ўз навбатида, двигатель қувватини қисман камайишига ва тежамкорлигини бироз ёмонлашишига оли келиши мумкин. Дизелларда аралашма ҳосил қилиш вақти, карбюр атсрли 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 ҳа вода тез ва тўла ёниши учун ёқилғи илжи борича майда парчалан ган ҳамда ёниш камерасидаги қизиган ҳавода бир хил тақсимланган бўлиши керак. Дизеллардаги аралашма ҳосил қилиш жараёни ке йинги бобларда ёритилган.



12-расм. Дизеллардаги ёниш жараёнини, тирсакли валнинг бурилиш бур чаги 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.) 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 охирги 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, ҳажмни 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 якунланади. 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 кислороди 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 ортишига олиб келади ва шу билан ёнишнинг биринчи, яъни ушланиб туриш даври тугайди.

Ёнишни ушланиб туриш даврining давом этиши 0,002 ... 0,00 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 ҳаводан нисбатан совуқроқ пуркалган ёқилғига берилиш интенсивлигига;

ишчи аралашмадаги ёқилғи, кислород ва инерт газларнинг нисбатига боғлиқдир.

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

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

Лекин ёнишнинг бу даври қисқа бўлса ҳам ярамайди, чунки бунда цилиндрга пуркаладиган ёқилғи ҳаво билан етарли даражада аралашиб улгуриши керак. Шу сабабли, ҳозирда автотракторларда 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 камаёди. 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 кирилаётган янги заряднинг тезлиги ва уюрма 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 ортганлиги 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 ошди. Пуркашнинг илгарилаш бурчаги жуда катта бўлганда дизель кўрсаткичлари ёмонлашди. Демак, ёқилғи пуркашнинг илгарилаш бурчаги мўътадил бўлиши керак.

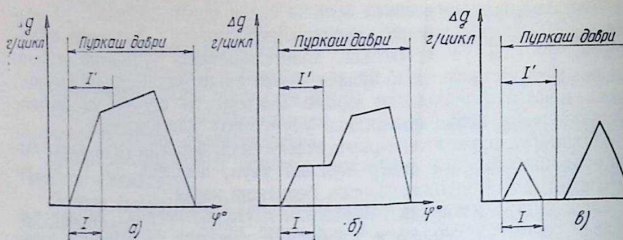
Дизелларда ёниш бошланган пайтда ҳам цилиндрга ёқилғи пуркаш ва аралашма ҳосил қилиш жараёнлари давом этади. Шунинг учун дизелларга аралашмани алангалаш чегараси деган тушунчани киритиб бўлмайди. Дизелларда ёниш бошланган пайтдаги ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини аниқлаш қийин, чунки у ёниш камерасининг 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 фўрсунка 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. пайтдаё бошлаб, то С. Ё. Б. ча ўтган даврда, босимнинг максимал кўтарилиш тезлиги $dp/d\alpha$, ёниш жараёнининг қаттиқлик даражасини белгилайди. Агар унинг ўртача қиймати $0,4 \dots 0,5$ МПа/град [$4 \dots 5$ 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 — поғоналаб; 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 алангаланишининг ушланиб туриб даврининг катта-кичиклигига, I ҳамда даврларда ёқилғининг берилиш характериға, ёқилғини парчаланиш сифатиға, шунингдек берилиш интенсивлигига боғлиқ.

Ёниш вақтининг ва бу вақтда бериладиган ёқилғи миқдорининг тез ёниш давриға таъсирини камайтириш ёки бутунлай йўқотиш учун ёқилғини берилиш қонуниятини ўзгартиришға тўғри келади. Бунға 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 катталашини билан (I участкаси), плунжернинг ҳаракат тезлиги ва ёқилғи пуркаш вақти ($I' > I$) ортганлиги учун цилиндрға пуркаладиган ёқилғининг миқдори жуда ошиб кетади. Ёнишнинг биринчи даврида цилиндрда қанча кўп ёқилғи тушса, тез ёниш даврида босимнинг кўтарилиш тезлиги шунча юқори бўлади. Демак, оддий усулда ёқилғи бериладиганда, ёниш I даврининг II давриға таъсири ниҳоятда каттадир.

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

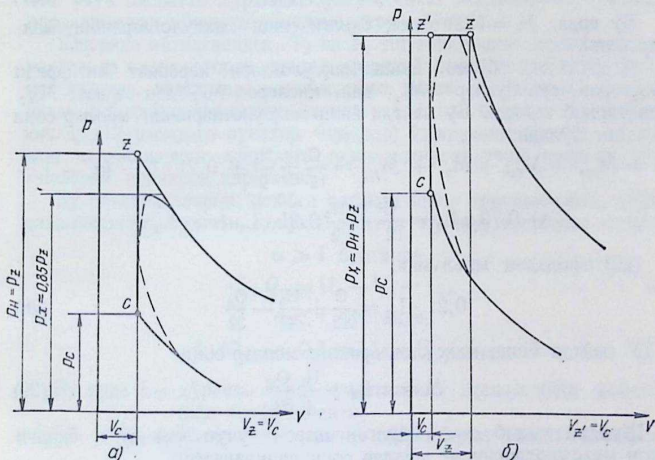
Поғоналаб ва айғиқса икки фазада ёқилғи пуркаш, юқори босимли ёқилғи насосларининг тузилиши анча мураккаблаштириш билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, улар ҳозирда ишлаб чиқарилаётган трактор ва автомобиль дизелларида қўлланилганича йўқ.

Секин ёниш даври. Тез ёниш даври тугганидан 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 коэффициенти $0,7 \dots 0,8$ га етади.

Ёниб бўлиш даври. Босимнинг тез тушиш пайтига тўғри келувчи ёнишнинг бу IV даври, карбюраторли двигателлардан фарқи 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 камаяди, заряд кўпроқ ёниш маҳсулотлари билан аралашиб кетади, ёриш ҳажм ортиб, босим ва ҳарорат тез тушиб бораётган шароитда ўтади.

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



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

— назарий жараён; — реал жараён.

Цилиндрда си фатли аралашма ҳосил бўлишига эришиш, пуркаш даврини камайтириш ва ёқилғи берилиши-нинг 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 коэффиценти;

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

M_r — қолдиқ газларнинг массаси, молларда.

Унинг қиймати, қолдиқ газларнинг γ коэффицентини 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 шаронт 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 топа-миз:

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

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 ёзиш-миз 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 ҳаро-рат ва P_z босимни ҳисоблаш мураккаблашади, чунки уларни аниқ-лаш 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 ўзгар-мас ҳажмда, дизелларда эса ўзгармас ҳажм ва ўзгармас босимда ўтади деб қабул қилинади. Аслида эса ёниш пайтида бу кўрсат-кичлар (12- расмдаги пунктир чизиқлар) ўзгарувчан бўлади. Ҳисоб-лаш натижаларини ҳақиқатга яқинлаштириш учун керакли туза-тишларни кейинроқ киритамиз.

Бу четлашишларни ҳисобга олганда ёниш тенгламасини, термо-динамиканинг биринчи қонунини 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 — кўриниб ёниш участкасида иссиқликдан фойдала-ниш коэффициенти;

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

ΔQ_n — кислород етишмаслиги ҳисобига ($\alpha < 1$) иссиқлик-нинг 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.

Нагруканинг 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 озяди. 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 ($Q_{пго} = 119950 \text{ кж/кг}$) маълум бўлган тақдирда ΔQ_n қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

Газларнинг кўриниб ёниш охиридаги ички энергияси қуйидагича топилади:

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

Ишчи аралашманинг сиқиш охиридаги ички энергияси қуйидагича аниқланади:

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

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

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

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 сўнггра $P = \text{const}$ шароитида (12-расм, б даги узлуқсиз чизиқлар) ўтади, деб фараз қилинади.

Бундай шароитда ёниш тенгламасини умумий кўринишда шундай ёзиш мумкин:

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

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 ифода-
лаб 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 тенгласини умумий кўринишда оламиз:

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

ёки

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

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

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

Келтирилган сўнгги ифодада T_z дан ташқари ўртача моляр иссиқлик сиғимлари 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 сиғимини ($V = \text{const}$ 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

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

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

Агар $\alpha = 0,8 \dots 1,0$ бўлса,

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

Агар $\alpha = 1,0 \dots 2,0$ бўлса

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

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

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

$$\beta \cdot B'_1 \cdot T_z^2 + \beta \cdot A'_1 \cdot T_z - S'_1 = 0 \quad (49)$$

Келтирилган квадрат тенгламани T_z га нисбатан ечиш билан дизеллардаги ёниш жараёнининг охиридаги ҳароратни топилади. Ёниш тенгламасидан фойдаланиб топилган ёниш охиридаги T_z ҳароратнинг қиймати, автотрактор дизеллари учун 1900 ... 2300 К ораллигида 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 (сиқилш 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 парчала-ниш сифатини танлаш билан λ ни исталган қийматини олишга эри-шилади.

12-§. Кенгайиш жараёни

Умумий маълумотлар. Ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган ис-сиқликни механик энергияга айлантириш учун хизмат қилувчи жа-раёнга *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 p'_2 адиабата кўрсат-кичи K_2 дан бироз кичик ($p'_2 < K_2$) бўлади. Бу шу билан изохла-ниши мумкинки, жараён бошланишида ёнишнинг давом этиши ҳи-سوبига цилиндр ичида ажралиб чиқаётган ва газга берилаётган ис-сиқликдан анча катта бўлади. Шунинг учун ҳақиқий кенгайиш чи-зиги ётиқроқ ўтади (15-расмдаги $z-1$ чизиги). Ёнишни давом этиши дизелларда анча кўп бўлади. Шунинг ҳисобига газларга иссиқлик-нинг берилиши, поршень П. Ч. Н. га қараб силжиб борган сари

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

$$P_z \cdot V_z^{n_2} = \text{const} \text{ ва } P_b \cdot V_b^{n_2} = \text{const}$$

ёки

$$P_z \cdot V_z^{n_2} = P_b \cdot V_b^{n_2}$$

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:

$$P_b = P_z \cdot \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{n_2} = P_z / \epsilon^{n_2} \text{ МПа [кг/см}^2\text{]} \quad (52)$$

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

$$P_b = P_z / \delta^{n_2} \text{ МПа [кг/см}^2\text{]} \quad (53)$$

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:

$$T_b = T_z \cdot \frac{P_b}{P_z} \cdot \frac{V_b}{V_z} = T_z \cdot \frac{1}{\epsilon^{n_2}} \cdot \frac{\epsilon}{1} = T_z / \epsilon^{n_2-1} \text{ К} \quad (54)$$

Дизеллар учун эса

$$T_b = T_z \cdot \frac{P_b}{P_z} \cdot \frac{V_b}{V_z} = T_z \cdot \frac{1}{\delta^{n_2}} \cdot \frac{\delta}{1} = T_z / \delta^{n_2-1} \text{ К} \quad (55)$$

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 ёнишнинг 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 созлаш, учқун берилишини (ёқилги пуркашни) илгарилаш бурчагини нотўғри ўрнатилиши каби эксплуатацион омиллар ҳам n_2 қийматига таъсир қилади.

Учқун берилишининг илгарилаш бурчагини ва карбюраторни тўғри созлаш 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 коэффиценти (ϵ) нинг қиймати билан узвий боғлиқдир.

Берилган двигателда ϵ коэффицент қанча катта бўлса, политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичи n_2 нинг қиймати ҳам шунча юқори бўлади. Бу кенгайиш пайтида ёнадиган ёқилги миқдорини ϵ коэффиценти 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.

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

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

n_x — двигатель тирсакли валининг ҳисоблаб топилган айланишлар частотаси.

Дизелларда политропик кенгайишнинг ўртача кўрсаткичининг 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 диаграммдан 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.

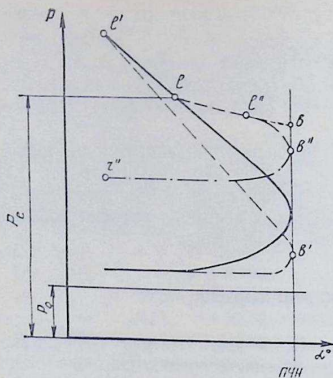
Цилиндрни ишлаб бўлган газлардан тозалаш, яъни чиқариш жараёнини шартли равишда уч даврга: дастлабки чиқариш, асосий чиқариш ва чиқаришнинг кеч қолиш даврларига бўлиш мумкин.

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 $0,4 \text{ МПа}$ (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 ҳисобига 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 клапаннинг 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 двигател 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 чизиги). 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 $P_t > P_e$ 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, цилиндри-ни ишланган газлардан тўлароқ тозалаш имкониятини беради. Бу даврни чўзиб юбормаслик керак, акс ҳолда ишланган газлар қайта-дан цилиндрга сўрилиши мумкин.

Чиқариш жараёнининг кўрсаткичлари. Двигатель цилиндрини ишланган газлардан тазаланишининг такомиллашганлик даражасини қолдиқ газлар коэффиценти γ билан баҳолаш қабул қилинган. Лекин бу коэффицент қиймати ўз навбатида бир қатор омилларга, жумладан, қолдиқ газлар P_t босими-га (чиқаришнинг охиридаги босим) ва T_t 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
		МПа	кг/см ²	к
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 бобнинг 4-§ ида қараб чиқилган.

Тўрт тактли двигателлар 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 двигателлар ўта бой аралашмада ишлаганида СО миқдори умумий ёниш маҳсулотларининг (ҳажми бўйича) 10 ... 12 % га, дизелларда эса ($\alpha < 1$ бўлса ҳам) 0,5 % га 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 қўлаганда 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 зарарсизлантириш 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 махсус аппаратлар—нейтрализаторлар қўйиш.

Цилиндрда камбағал аралашма ёнганда ёниш тўлиқ бўлиб, ишланган газларнинг заҳарлилиги камаюди. 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 махсус 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, машъала доимо ёниб туриши учун қўшимча ёқилғи сарф қилишга тўғри келади. Ушбу сабабларга кўра, алангали нейтрализаторларни кенг миқёсда қўллашга тавсия этиб бўлмайди.

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.

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 нейтрлизаторлар габарит ўлчамларининг кичиклиги ва хизмат кўрсатишнинг соддалиги бўйича бошқа нейтрлизаторлар орасида алоҳида ўрин эгаллайди. Етарли даражада актив, арзон ва камёб бўлган катализаторларнинг йўқлиги, бу нейтрлизаторларни кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, автомобилларнинг ёқилғи тежамкорлигини ортириш 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 камайитириш чоралари

Бугунги кунда юқори ишчи тезликларига эга бўлган, қувватли қишлоқ хўжалик тракторлари кўплаб ишлаб чиқарилмоқда, аммо бу тракторларда шовқин ва тебранишни камайитириш ёки бутунлай йўқотиш ҳамон конструкциялар олдидаги асосий муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Бу масалани ҳал қилишнинг биринчи даврида, кабинадаги шовқин ва конструкциядаги (пол, руль чамбараги, тортиқлар, педаллар, ўриндиқ ва бошқалардаги) тебранишларни талаб қилинган ҳаёфсиз нормалар даражасига келтириш, иккинчи даврида эса ҳамма камфортли шаронтни 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 газодинамик кучлар, ҳаракатдаги деталларнинг инерция кучлари, деталлардаги (клапанлар, поршенлар, шестернялар) ва бошқалардаги урилишлар, ёқилғи узатиш аппаратидаги гидродинамик кучлар, киритиш ва чиқаришда газларнинг пульсацияси ва бошқалар сабаб бўлади.

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

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

Двигателлар ва куч агрегатларида (манбаларида) механик йў 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 деталларнинг масса бўйича комплекташда, узелъ 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	Жараёнинг қаттиқлигини камайтириш (ёғиш камераси, ёқилғи узатиш қонуниятлари ва бошқаларни такомиллаштириш);
Илгарилама-қайтма ва айланма ҳаракат қилувчи деталларнинг мувозанатланган 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; дезакциал 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 тебраниш сундиргичлардан фойдаланиш;
Бир жинсли бўлмаган ишқаланиш кучлари	Ишлов тозаллигини яхшилаш, молашани яхшилаш.

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

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 кабиналарнинг акустик характеристикаларини яхшилаш билан боғлиқ бўлган тадбирлар, двигатель ва тракторни лойиҳалаш босқичида амалга оширилмоғи лозим.

III БОБ. ДВИГАТЕЛЬ ИШЧИ ЦИКЛИНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ

16-§. Асосий тушунчалар

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

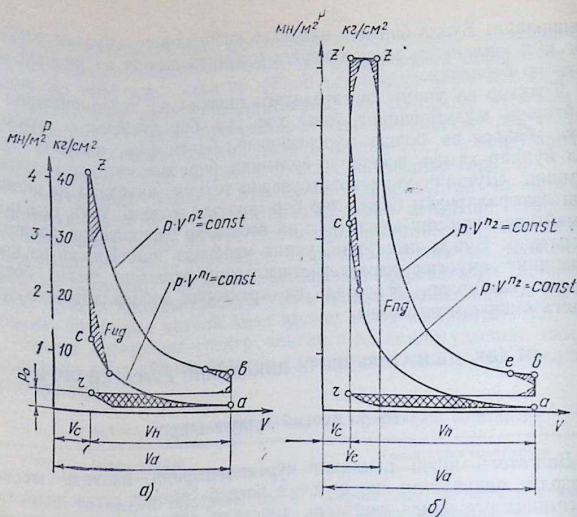
Ишчи циклнинг индикатор ва эффектив кўрсаткичларини алоҳида қараб чиқиш мақсадга мувофиқдир. Кўрсаткичларнинг биринчиси иссиқликдан фойдаланиш бўйича циклнинг такомиллашганлигини ва у билан боғлиқ бўлган жараёнларнинг ташкил этилиш сифатини кўрсатса, иккинчиси двигателнинг механик такомиллашганлик даражасини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

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

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

Ҳақиқий индикатор диаграмма ҳисоблаб қурилганидан (17-расм) с, 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 с нуқтасида, ёнишни бир вақтда ўтмасдан чўзилиши z^1 ва z нуқталарида ва чиқариш клапанини П.Ч.Н. га нисбатан эрта очилиши с 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 $F_{ид}$ юзасини диаграмманинг $\bar{V}_h$ асосига бўлиб ва индикатор диаграмманинг қуриш μ_p масштабига кўпайтириш билан назарий ўртача индикатор P'_i босимни топиш мумкин.

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

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:

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

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):

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

Политропик кенгайишда бажарилган иш (индикатор диаграммадаги zb участкаси):

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

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,a) формулага қўйиб ҳамда $V_h = (\varepsilon - 1) \cdot V_c$ эканлигини ҳисобга олиб, дизеллар учун P'_i ни ҳисоблашнинг энг сўнгги ифодасини оламиз:

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

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

$$P'_i = \frac{P_c}{(\varepsilon - 1)} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{2}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \quad (5)$$

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

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

Диаграмманинг тўлиқмаслик коэффициенти деб аталувчи ν коэффициент, ҳақиқий индикатор диаграммадаги «қайрилиш» ларни ҳисобга олади. Бу коэффициентнинг 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_i кўрсаткичини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\Delta P_i = P_r - P_a$$

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

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

Бу ерда h_b — поршень йўлининг цилиндри 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_i босимнинг қийматлари 7-жадвалда келтирилган.

Нагрузканинг озайиши билан P_i босим ҳам камаёди. Ўртача индикатор босимнинг энг кичик қиймати двигатель нагрузкасиз иш

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-камерада 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 енгилла, 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 е 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 илгариллаш бурчагини энг қулай ҳолатга қўйиш билан аралашмани Ю.Ч.Н. атрофида ёнишга 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 чегарагача (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 камаю бошлайди.

Индикатор қувват. Двигатель цилиндрида газларнинг кенгайишидан ҳосил бўладиган қувватга *индикатор* N_i *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:

$$Z_i = P_i \cdot V_h$$

Двигатель цилиндрида бир сек давомида бўладиган ишчи цикллар сони $\frac{2\pi}{\tau}$ га тенг бўлади. Бунда π — тирсакли валнинг бир сек даги айланишлар частотаси, 2π — бир сек да бўладиган поршень йўлларининг сони, τ — тактлилиқ 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:

$$N_{ih} = \frac{2 \cdot \pi}{\tau} P_i \cdot V_h \quad \text{вт}$$

Цилиндрлари сони i та бўлган двигателнинг индикатор қуввати қуйидагича аниқланади:

$$N_i = \frac{2}{\tau} \cdot P_i V_h \cdot \pi \cdot i \quad \text{вт} \quad (61)$$

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

$$N_i = P_i \cdot V_h \cdot \pi \cdot i / (30 \tau) \quad \text{кВт} \quad (62)$$

Агар P_i ни кг/см² да, V_h ни л. да ва π ни айл/мин да олсак, у вақтда индикатор қувватни эски (метрик система) бирликда топамиз:

$$N_i = P_i \cdot V_h \cdot \pi \cdot i / (225 \cdot \tau) \quad \text{о.к.} \quad (63)$$

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 ҳажмидан олинадиган 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 двигателларида¹ 50 ... 57 кВт/л [70 ... 80 о.к./л] часасида бўлади. Юк автомобилларининг двигателлари енгил автомобил 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 аввал иссиқлик, сўнггра 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 принципиал 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:

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

Z_i ва Q_1 — кж/кг да ифодаланган.

Эски бирликда

$$\eta_i = AZ_i/Q_1$$

Бунда A — ккал/кг, Z_i — 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:

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

Тўла нагрузкада ишлаётган карбюраторли двигателларда индикаторий ф.и.к. 0,28 ... 0,38, тўрт тактли дизелларда 0,42, ... 0,48, икки тактли дизелларда эса 0,32 ... 0,43 оралиғида бўлади. Дизелларда сиқиш даражасининг юқорилиги цилиндрга киритилган иссиқликнинг кўпроқ қисмини индикатор ишга айланишига ва демек қийматини анча катта бўлишига сабаб бўлади.

Агар реал двигателнинг тузилишини ва ишчи циклининг ўтиши такомиллаштириш билан иссиқликнинг қўшимча йўқотилишини нисбатан камайтиришга эришилса, бу пайтда назарий ва реал двигателларда иссиқликдан фойдаланиш бир хил бўлиб қоларди. Ҳозир бунинг иложи йўқ. Шунинг учун реал двигатель ишчи цикли назарий двигатель ишчи циклига яқинлашиш даражасини, яъни таққий циклнинг 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:

$$\eta_n = \eta_i / \eta_t \quad (6)$$

Двигателни синаш натижасида олинган η_i ва ҳисоблаш йўли билан топиладиган η_t коэффицентларни солиштириш шуни кўрсатадики, қулай лойиҳаланган 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 солиштира 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 солиштира 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 солиштира 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.

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

Двигатель тўла нагрузкада ва турли айланишлар частотасида ишланганда ишчи циклларнинг 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 циклнинг 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 уярма 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 алмашиниш 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 алмашинишга 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 нагрукаси камайганда, газ алмашиниш жараёнларига 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 нагрукка камайганда ёқилғи берилиши озайтирилади ва шунинг учун ишчи цикли бироз камбағалроқ аралашмада ўтади. Цилиндрда камбағал аралашма ёнганида, иссиқликдан фойдаланиш ошганлиги сабабли, дизелларда нагрукка камайганда индикатор ф. и. к. ортади.

Тўла нагрукка 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 ортганлиги 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 келтиришига сарф бўлади. Қувватнинг бу сарф бўлган қисмини *механик йўқотишлар қуввати* деб атаймиз. Двигателнинг механик йўқотишларини икки груккага бўлиш мумкин: биринчи груккага 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 юзларининг катталиги, поршень ҳалқалари сонининг нисбатан кўплиги ва ишқаланувчи юзаларга таъсир қилувчи босимнинг катталиги ҳисобига деталларга тушувчи нагрузканинг ортиқлиги, бу двигателларда биринчи группа механик йўқотишларни карбюраторли двигателлардагига нисбатан анча (тахминан 50%) катта бўлишига сабаб бўлади.

Иккинчи группа йўқотишларига газ тақсимлаш механизми, сув, мой ва ёқилғи насоси, вентилятор, генератор ва тақсимлагич каби двигателнинг қўшимча механизмларини ҳаракатга келтириш билан боғлиқ бўлган йўқотишлар киради. 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:

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

Индикатор ва эффектив қувватлар маълум бўлганда, уларнинг ифодаларидан фойдаланиб ўртача индикатор P_i ва эффектив 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:

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

Механик йўқотишларни ҳисоблашнинг бу усули ҳозирча энг тўғри усул саналади.

Иккинчи усул. Ҳар бир цилиндрни навбатма-навбат «узиш» билан механик йўқотишлар қувватини аниқлаш мумкин. Нагрузка остида ва n , ай/мин да ишлаётган i цилиндрли двигателнинг эффектив 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, тирсакли валнинг ҳамма цилиндрлари ишлаган пайтидаги айланишлар частотаси тикланса, у вақтда эффектив 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:

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

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 валини 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:

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

ёки

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

Дизелларда

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

ёки

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

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

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

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:

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

ёки

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

Двигателнинг механик ф.и.к. тирсакли вал айланишининг бурчак тезлигига, совитувчи суёқликнинг 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 коэффицентнинг 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_n нинг кичик қийматларида) 0,8 дан, катта айланишлар частотасида эса 0,7 дан ортмайди.

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

Совутувчи суёқликнинг 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.

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

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

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_i қувватдан механик йўқотишлар N_m қуввати ҳисобига камдир, яъни

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

Автотрактор двигателларининг эффектив қуввати кўпинча лаборатория шаронтида тажриба йўли билан топилади. Агар тормоз стенди тарозисининг кўрсатиши P (кг) ва тирсакли 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 тактглик коэффициент τ маълум бўлса, двигательнинг эффектив қувватини қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

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

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

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 тирсакли 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 солиштириа 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:

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

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 сиқиш 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 ғилдиракларга) 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

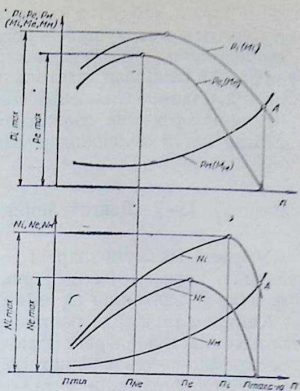
айланишларида ($n_{\max} \approx 10$) ишқаланишни енгигига ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўлади ($P_i = P_m$, $P_e = 0$, $N_i = N_m$, $N_e = 0$). Бундан ташқари $n_{\max} \approx 10$ айланишларида, кривошип-шатун механизмини қўшимча юкловчи инерция кучлари жуда ортиб кетишини ҳисобга 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.

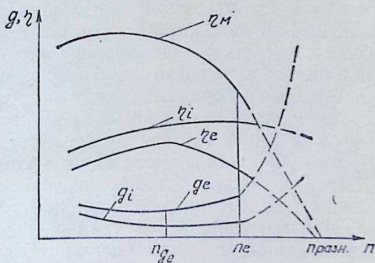
Эффектив қувват чизигининг (18-расм) максимумини белгилайдиган n_e айланишлар частотаси индикатор қувват чизигининг максимумига тўғри келадиган n_i дан кичикроқ бўлган айланишлар частотасига тўғри келади.

Двигатель тўла нагрузкада 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 манимал, ўрта айланишларда эса максимал қийматга эга бўлади (19-расм).

Ўзгармас айланишлар частотасида ишлаётган двигателда нагрузка камайиши билан совитиш системасига бериладиган нисбий иссиқлик, механик йўқотишларнинг ортишига ўхшаб ортади, чиқарилувчи газлар билан иссиқликни йўқотилиши эса озроқ камаяди. Натижада нагрузка 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. Солиштирама ёқилғи 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_e) нинг тахминан 50% ига тўғри келадиган айланишлар частотасида ҳосил бўлади. Айланишлар частотасининг ортиши, механик йўқотишларнинг 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 ишнинг таннархини 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 қимматларига 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 коэффициенти 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 мўтадил 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 ε ошганда аралашманинг босим ва ҳарорати кўтарилганлиги учун детонация ҳосил бўлиш имконияти тезлашади. Шунинг учун карбюраторли двигательларда сиқиш даражасини мўтадил ($\varepsilon \approx 11$) чегарасигача ошириш, бу двигательларда детонацияга қарши кураш нечоғлиқ тўғри ҳал қилинганлигига боғлиқ. Дизелларда эса сиқиш даражасини ошириш эффектив қувватга деярли таъсир қилмайди, чунки бу двигательларда амалда ε 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 двигателнинг хизмат қилиш даврини қисқартиради, чунки деталлар бу вақтда тезроқ ейилади ва уларнинг динамикавий ҳамда иссиқлиқ бўйича нарузкаси 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 двигателнинг 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 зичлиги оширилганда цилиндрга пурка-
лувчи ёқилғи массаси ҳам кўпайтирилганлиги учун двигатель
деталларининг иссиқлик бўйича ва механик зўриқиб ишлаши ортиб
кетади. Натижада пуфлашда босимнинг ошириш даражасини чеклаш-
га тўғри келади.

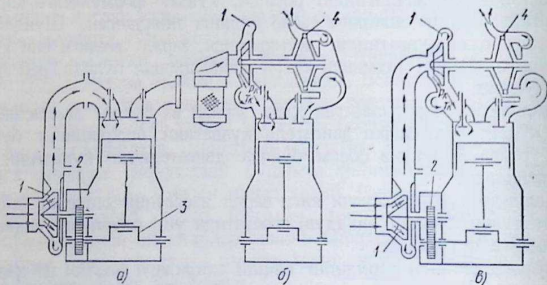
Пуфлаш билан ишлайдиган двигателларнинг ишчи жараёни мах-
сус адабиётда муфассал баён қилинган. Қуйидаги автотрактор дви-
гателларида пуфлаш қўллашнинг фақат асоси қараб чиқилади.

Пуфлаш системаси. Амалда механик ҳаракат олиб ишловчи ком-
прессорли, турбокомпрессорли ва комбинациялаштирилган пуфлаш
системалари мавжуддир. Механик ҳаракат олиб ишловчи компрессор
(20-расм, а) ишлатилганда у оширилувчи узатма орқали двигатель
тирсакли 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 кўтариледи. Шунинг
учун баъзи бир двигателларда, цилиндрни ҳаво массаси билан кўп-
роқ тўлдириш мақсадида, киритиш системаси билан компрессор ора-
лиғига совитгич (холодильник) қўйилади.

Пуфлаш учун ҳажм-роторли ва марказдан қочма лапаткали ком-
прессорлар энг кўп қўлланилади.

Ҳозирги кунда $P_{\text{рум}}$ типдаги 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 ор-
тиш даражасини ўсиши билан адиабатик ф. и. к. тез камаё бошлай-
ди ва $\pi_k = 2$ да $\eta_{\text{ад}} = 0,5$ га тенг бўлиб қолади. Шунинг учун бу
компрессорлар босимнинг ортиш даражаси унчалик юқори бўлмай-
диган пайтларда ишлатилади.



20-расм. Двигателларда пуфлаш системаси:

а — ҳаракат олиб ишловчи компрессор билан; б — турбокомпрессор билан;
в — комбинацияли.
1 — компрессор; 2 — орттирилувчи узатма; 3 — тирсакли вал; 4 — трубо-
компрессор

Тезкор двигателларда юқори айланишли марказдан қочма ёки ўқли компрессорлар ишлатилади. Бу компрессорларда адиабатик ф. и. к. анча катта ($\eta_{ад} = 0,7 \dots 0,8$) 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 η_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 қўшимча мақсадлар учун сарф бўлади. Лекин суёқ ёқилғидан автотрактор двигателларида, айниқса бензинли двигателларда унумли фойдаланилаётгани йўқ. Маълумки, нефть маҳсулотларидан оқилона ва тежамкорлик билан фойдаланиш халқ хўжалигида муҳим аҳамиятга эга бўлган масаладир.

Суёқ 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 манбандан (масалан, электр манбандан, маховик двигателли двигателдан ва ҳоказо) фойдаланиш билан;

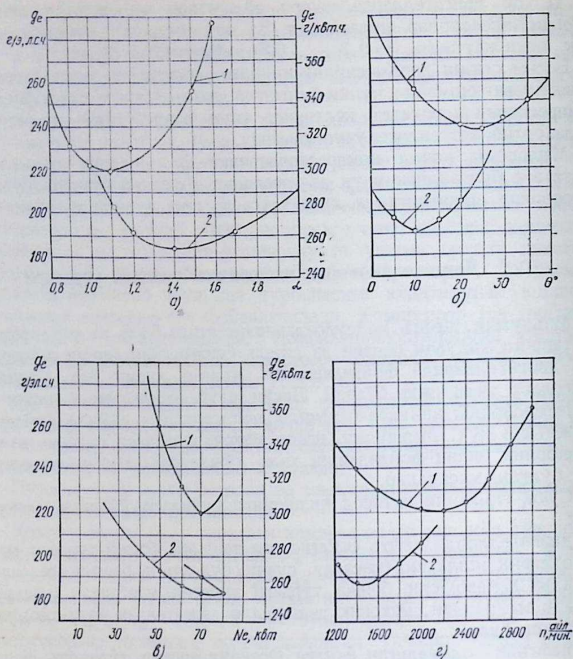
нефтьдан олинадиган ёқилғи фракцияларидан тўлиқроқ фойдаланиш (масалан, кўп ёқилғида ишлайдиган двигателларни кўплаб ишлаб чиқариш) билан;

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

Суёқ 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 суёқ 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 қатор эксплуатацион ва конструктив омилларга боғлиқ.

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



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

а — ёқилғи тежамкорлигининг ўзгариши; б — ёқилғи пурқашининг 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 чиқишига 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 ёқилғи 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 ёқилғи тежамкорлигини ортқича кўтариб бўлмайди.

Двигателда ёқилғи ёки учқун фақат мўтадил 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 ёнув двигателларида геометрик сиқиш даражасини ўзгармаслиги ҳисобига аралашманинг физикавий сиқилиши, цилиндрдаги аралашма массасининг камайиши билан озаёди. 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 двигателларни 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 бошлаёди. Нагрукка камайганда рейка йўлининг қисқартирилиши натижасида пуркаш вақти озайиб ёқилғи пуркашнинг тамомланиши ю. ч. н. га яқинлашади. Бунда ёниш энг қулай шароитда ўтиб, двигательда 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).

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

Конструктив омилар. 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 ϵ 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 ϵ 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: двигателда 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 эффектив солиштирма ёқилғи сарфини катта айланишларда ортиб кетишига, асосан, механик йўқотишларнинг кўпайганлиги сабаб бўлади. Шунинг учун катта айланишлар частотасида эффектив 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 айнққса аҳамиятлидир.

21.3. Двигателнинг ишига муҳитнинг таъсири

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

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

Тракторлар турли операцияларни бажарётганида, 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), вентилатор 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 ортқича 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 шаронти, айниқса, ҳаво билан совитиладиган двигателларнинг иссиқлик ҳолатига ва цикл кўрсаткичларига жиддий таъсир қилади. Шунинг учун ҳар қандай шаронтда ҳам двигатель иссиқлик ҳолатининг ва цикл кўрсаткичларининг турғунлигини таъминлаш мақсадида, ҳаво тозалагични иложи борида 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 вентилаторлар қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

8-жадвал. Ташқи муҳит шаронтининг ҳаво зичлигига таъсири

Ҳаво босими	Ҳаво ҳарорати, С,					
МПа	0	10	20	30	40	50
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 юргатиш 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 совитладиган 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 тақсимлашини баҳоловчи иссиқлик балансини тажриба йўли билан, яъни двигателни лабораторияда махсус стендда 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_1 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 кўриниши 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 қўшмча 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 ($G_c \cdot M_r \cdot \bar{\mu}_{cr} \cdot T_r$), цилиндрга янги заряд билан киритилган иссиқликнинг ($G_c \cdot M_1 \cdot \bar{\mu}_{cr} \cdot T_0$) айирмаси сифатида тахминий топиш мумкин, яъни

$$Q_r = G_c \cdot M_r \cdot \bar{\mu}_{cr}'' \cdot T_r' = G_c \cdot M_1 \cdot \bar{\mu}_{cr} \cdot T_0 \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}]: \quad (88)$$

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;

$\bar{\mu}_{cr}''$ ва $\bar{\mu}_{cr}$ — ёниш маҳсулотлари ва янги заряднинг ўзгармас босимдаги ўртача иссиқлик сифимлари, ж/(кмоль · К) [ккал/(кмоль · К)];

T_r' ва T_0 — ишланган газларнинг чиқариш трубаси 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 узатиловчи иссиқлик миқдори анча катта бўлиб чиқади.

Бу ерда тўғридан тўғри ҳавога ва мойлаш системасига берилувчи, ножипсликлардан картерга ўтиб кетувчи ёки бошқа шунга ўхшаш иссиқлик йўқотишлар ҳам Q_c га қўшилади, чунки бу йўқотишларни ($q_{\text{кол}}$) аналитик усул билан ҳисоблашнинг иложи йўқ. Энди двигателнинг иссиқлик баланси якуний тенгламасини қуйидаги кўринишларда ифодалаш мумкин:

иссиқлик бирликларида

$$Q_0 = Q_c + Q_m + Q_{\text{ч}} + Q_r + Q_c \text{ ж/с} \quad [\text{ккал/соат}] \quad (91)$$

нисбий бирликларда

$$1 = \frac{Q_c}{Q_0} + \frac{Q_m}{Q_0} + \frac{Q_{\text{ч}}}{Q_0} + \frac{Q_r}{Q_0} + \frac{Q_c}{Q_0} \quad (91a)$$

ёки процентларда

$$100 \% = q_c + q_m + q_{\text{ч}} + \Delta q_{\text{ч}} + q_r + q_c$$

Бунда $q_c = q'_c + q_{\text{кол}}$ бўлиб, q'_c — совитиш системасига берилган иссиқлик, $q_{\text{кол}}$ — 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 Шундан:	30 ... 38	42 ... 52
	двигателда фойдали ишга айланган Q_c иссиқлик	24 ... 32	35 ... 40
	ишқаланишни енгилга ва ёрдамчи механизмларнинг ҳаракатига сарф бўлган Q_m иссиқлик	6 ... 8	8 ... 12
2.	Совитувчи муҳитга бериладиган Q_c иссиқлик	20 ... 35	18 ... 23
3.	Ишланган газлар билан ташқарига чиқиб кетадиган $Q_{\text{ч}}$ иссиқлик	30 ... 40	30 ... 40
4.	Чала ёниш ҳисобига сарф бўладиган $\Delta Q_{\text{ч}}$ 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 $\epsilon = 16$; тактлик коэффициент $\tau = 4$; 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 $\Delta t = 15 \text{ С.}$ чиқариш 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 ёқилғини тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий 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:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n = 1,45 \cdot 0,5 = 0,725 \text{ кмоль}$$

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 химиявий коэффициенти:

$$\rho_0 = M_2 / M_1 = 0,7503 / 0,725 = 1,032$$

Қиритиш жараёни. Қиритишда заряднинг зичлиги:

$$\rho_k = P_0 \cdot 10^6 / (R_{x_{ж}} \cdot T_0) = 0,1 \cdot 10^6 / (287 \cdot 283) = 1,21 \text{ кг/м}^3$$

Бу ерда $R_x = 287 / (\text{кг} \cdot \text{град})$ — ҳаво учун солиштирма газ доимийлиги.

Қўйидагиларни 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 қиритиш системасининг қаршилиқ коэффициенти бўлиб, уларнинг йиғиндиси тажриба маълумотлари [15] бўйича 2,5 ... 4,0 га тенгдир.

$C_{\text{кир}}$ — зарядни, қиритиш системасининг энг кичик қисмидаги ўртача тезлиги бўлиб, унинг қиймати

$$C_{\text{кир}} = 50 \dots 130 \text{ м/с.}$$

У ҳолда двигателга киришда босим йўқотилиши:

$$\Delta P_a = (c^2 + \xi_{\text{кир}}) (c^2_{\text{кир}} \cdot \rho_k \cdot 10^{-6}) / 2 = 3,25 \cdot 75^{-2} \cdot 14 \cdot 10^{-6} / 2 = 0,011 \text{ МПа.}$$

Қиритиш жараёнининг охиридаги босим:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a = 0,1 - 0,011 = 0,089 \text{ МПа}$$

Тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = T_0 (\varepsilon_v [P_a] - [P]) / [T_0 + \Delta T] (\varepsilon - 1) [P_0] = 288 (16 \cdot 0,089 - 0,115) / [(288 + 15)(16 - 1) \cdot 0,1] = 0,83$$

Қолдиқ газлар [коэффициенти:

$$\gamma = P_r \cdot T_0 / [P_0 \cdot T_r \cdot \eta_v \cdot (\varepsilon - 1)] = [0,115 \cdot 288 / (0,1 \cdot 900 \cdot 0,83 (16 - 1))] = 0,03$$

Киришти жараянининг 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 жараяни. 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:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} = 0,089 \cdot 16^{1,36} = 3,88 \text{ K}$$

Сиқиш охиридаги ҳарорат:

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1} = 320 \cdot 16^{1,36 - 1} = 884 \text{ K}$$

Ёниш жараяни. Ёниш охиридаги ҳароратни ёниш жараянининг дизель учун иссиқлик баланси тенгласидан фойдаланиб топиш мумкин:

$$\beta \cdot \overline{\mu}_{c_{P_z}} \cdot T_z = (\overline{\mu}_{c_{v_c}} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + 8)]$$

Дизелларда суюқ ёқилғининг ёниш маҳсулотлари учун ўзгармас босимдаги ўртача молекуляр иссиқлик сифими қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned} \mu_{c_{P_z}} &= (20,2 + 0,92/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_z + 8,314 = \\ &= (20,2 + 0,92/1,45) + (15,5 + 13,8/1,45) \cdot 10^{-4} \cdot T_z + 8,314 = \\ &= 29,149 + 0,0025 T_z^{\text{KJ}} / (\text{кмоль} \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

Сиқиш охиридаги (қолдиқ газларнинг таъсирини ҳисобга олмасдан) заряднинг (ҳавонинг) ўртача молекуляр иссиқлик сифимини топиш:

$$\begin{aligned} \mu_{c_{v_c}} &= 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 884 = \\ &= 21,7^{\text{KJ}} / (\text{кмоль} \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

Қолдиқ газларнинг моллар сони:

$$M_u = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n^v = 1,45 \cdot 0,03 \cdot 0,5 = 0,0216 \text{ кмоль}$$

Сиқиш охирида ёнишгача бўлган газларнинг моллар сони:

$$M_c = M_1 + M_u = 0,725 + 0,0216 = 0,7466 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сони

$$M_z = M_2 + M_u = 0,7503 + 0,0216 = 0,772 \text{ кмоль}$$

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 тенгласига қўйиб, ёниш охиридаги ҳарорат аниқланади:

$$\begin{aligned} \beta \cdot \mu_{ср} \cdot T_F &= (\mu_{св} + 8,314 \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] = \\ &= 1,035 (29,149 + 0,0025 \cdot T_F) \cdot T_F = (21,7 + 8,314 \cdot 1,85) 884 + \\ &\quad + 0,85 \cdot 42500 [1,45 \cdot 0,5 (1 + 0,03)] \end{aligned}$$

Тенгламани T_z га нисбатан ечиб, топамиз:

$$T_F = 2264 \text{ К}$$

Ёниш жараёни охиридаги босим:

$$P_z = \lambda \cdot P_c = 1,85 \cdot 3,88 = 7,18 \text{ МПа}$$

Дастлабки кенгайиш даражаси:

$$\rho = \beta \cdot T_F / \lambda \cdot T_c = 1,035 \cdot 2264 / 1,85 \cdot 882 = 1,44$$

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:

$$P_b = P_z / \delta^{n_2} = 7,18 / 11,1^{1,36} = 0,325 \text{ МПа}$$

Кенгайиш охиридаги ҳарорат:

$$T_b = T_z / \delta^{n_2 - 1} = 2264 / 11,1^{1,36 - 1} = 1218 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий (диаграммадаги қайрилишларни ҳисобга олмагандаги) ўртача индикатор босими

$$\begin{aligned} P'_i &= \frac{P_c}{(\epsilon - 1)} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \\ &= \frac{3,88}{16 - 1} \left[1,85 (1,44 - 1) + \frac{1,85 \cdot 1,44}{1,26 - 1} \left(1 - \frac{1}{11,1^{1,36 - 1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{16^{1,36 - 1}} \right) \right] 0,99 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Индикатор диаграмманинг қайрилишларини ҳисобга олувчи ва тўлиқмаслик коэффициенти деб аталувчи коэффициентни $\gamma = 0,95$ деб қабул қилиб, циклнинг ҳақиқий ўртача индикатор босимини топилади:

$$P_i = P'_i \cdot \gamma - (P_c - P_a) = 0,99 \cdot 0,95 - (0,115 - 0,089) = 0,914 \text{ МПа}$$

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:

$$g_1 = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_p \cdot \eta_i) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,453) = 187 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

Двигателнинг эффектив кўрсаткичлари. Поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_p = S \cdot n_n / (3 \cdot 10^4) = 125 \cdot 2200 / (4 \cdot 10^4) = 9,6 \text{ м/с}$$

Ярим ажратилган ёниш камерали дизель учун ўртача [босимнинг механик йўқотишларга сарфланадиган қисми:

$$P_m = 0,105 + 0,013 \cdot C_p + 0,105 + 0,013 \cdot 9,6 = 0,214 \text{ МПа}$$

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:

$$g_e = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_p \cdot \eta_e) = 3,6 \cdot 10^3 / (42,5 \cdot 0,346) = 245 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

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:

$$V_L = 30 \cdot \tau \cdot N_{eH} / (p_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 58,8 / (0,7 \cdot 2200) = 4,6 \text{ л}$$

Цилиндрнинг ишчи ҳажми:

$$V_n = V_{L/I} = 4,6 / 4 = 1,15 \text{ л}$$

$S/D = 1,13$ 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:

$$M_e = 9550 \cdot N_{eH} / n_n = 9550 \cdot 58,8 / 2200 = 255 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Қутиладиган литр қуввати:

$$N_A - N_{eH}/V_A = 58,8/4,6 = 12,7 \text{ кВт/л}$$

Солиштирма поршень қуввати:

$$N_n = N_{eH}/(i \cdot F_n) = 58,8/(4 \cdot 0,947) = 15,4 \text{ кВт/дм}^2$$

Агар двигателнинг ёрдамчи жиҳозларсиз қуруқ массасини прототип дизель D-240 бўйича $G_{\text{кур}} = 420$ кг деб қабул қилсак, у ҳолда литр массаси:

$$q_A = G_{\text{кур}}/V_A = 420/4,6 = 91 \text{ кг/л}$$

ва солиштирма масса

$$q_N = G_{\text{кур}}/N_{eH} = 420/58,8 = 7,15 \text{ кг/кВт}$$

23. 2. D-204 Т трактор дизелининг иссиқлик 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 $N_{eH} = 73,5 \text{ кВт} = 100 \text{ л.с.}$; номинал айланишлар частотаси $n_H = 2200$ айл/ман; сиқиш даражаси $\epsilon = 18$; тактглилик коэффициенти $\tau = 4$; ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти $\alpha = 1,7$. Дизель ёқилғиси «Л» (ГОСТ 305—82); ёқилғининг пастки солиштирма ёниш иссиқлиги $Q_n = 42500 \text{ кж/кг} = 10000 \text{ ккал/кг}$; ёқилғининг ўртача элементар таркиби $C = 0,857$; $H = 0,133$; $O = 0,01$. Ташқи муҳит параметрлари: $P_0 = 0,1 \text{ МПа} = 1,0 \text{ кг/см}^2$ ва $T_0 = 288 \text{ К}$.

Қатор дизелларни синаш натижаларидан фойдаланиб қуйидагиларни қабул қилиб оламиз: заряднинг қизиши $\Delta T = 10 \text{ С}$; чиқариш охиридаги босим $P_n = 0,8 \cdot P_K = 0,8 \cdot 0,17 = 0,136 \text{ МПа} = 1,36 \text{ кг/см}^2$; қолдиқ газларнинг ҳарорати $T_n = 800 \text{ К}$; компрессордан чиқувчи ҳавонинг ҳарорати $T_K = 350 \text{ К}$.

Ишчи жисмининг параметрлари. 1 кг ёқилғи тўла ёниш 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:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n = 1,7 \cdot 0,5 = 0,85 \text{ кмоль}$$

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 коэффициенти

$$\beta_0 = M_2/M_1 = 0,8835/0,85 = 1,04$$

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:

$$\eta_v = T_k (\epsilon \cdot P_a \cdot P_q) / [T_k + \Delta T] (\epsilon - 1) \cdot P_k] = 350 (18 \cdot 0,148 - 0,136) / [350 + 10] (18 - 1) \cdot 0,17] = 0,86$$

Қолдиқ газлар коэффициенти:

$$\gamma = P_k \cdot T_k / [P_k \cdot T_q \cdot \eta_v (\epsilon - 1)] = 0,136 \cdot 350 / [0,17 \cdot 800 \cdot 0,86 (18 - 1)] = 0,024$$

Киритиш жараёнининг охиридаги ҳарорат:

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T}{1 - \frac{P_q}{P_a \cdot \epsilon} \left(1 - \frac{T_k + \Delta T}{T_q}\right)} = \frac{350 + 10}{1 - \frac{0,136}{0,148 \cdot 18} \left(1 - \frac{350 + 10}{800}\right)} = 373 \text{ К}$$

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:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{\text{срз}} \cdot T_z = (\bar{\mu}_{\text{свс}} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)]$$

Дизелларда ёниш маҳсулотлари ўртача молекуляр иссиқлик сифими:

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_{\text{срз}} &= (20,2 + 0,92/\alpha) + (15,5 + 13,8/\alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_f + 8,314 = \\ &= (20,2 + 0,92/17) + (15,5 + 13,8/17) \cdot 10^{-4} \cdot T_f + 8,314 = \\ &= 29,05 + 0,00236 \cdot T_f \text{ кж/(кмоль} \cdot \text{К)} \end{aligned}$$

Сиқиш охиридаги заряднинг (ҳавонинг) ўртача молекуляр иссиқлик сиғими:

$$\bar{\mu}_{cv_c} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 1040 = 21,97 \text{ кж/(кмоль к)}$$

Қолдиқ газларнинг моллар сони:

$$M_q = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n = 1,7 \cdot 0,024 \cdot 0,5 = 0,0204 \text{ кмоль}$$

Ёнишгача, сиқиш охирида бўлган газларнинг моллар сони:

$$M_c = M_1 + M_q = 0,85 + 0,0204 = 0,8704 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сони:

$$M_z = M_2 + M_z = 0,8835 + 0,0204 = 0,904 \text{ кмоль}$$

Ишчи аралашма молекуляр ўзгаришининг ҳисобий коэффициенти:

$$\beta = M_z/M_z = 0,904/0,8704 = 1,037$$

Иссиқликдан фойдаланиш даражасини $\xi = 0,85$ га тенг деб қабул қиламиз. Ёниш босимининг максимал қийматини чеклаш учун босимнинг кўтарилиш даражасини, пуфлашли дизелларда пуфлаш-сизларига қараганда камроқ ($\lambda = 1,6$) қиймати қабул қилинади.

Ҳисоблаб топилган ва қабул қилинган қийматларни ёниш тенгламасига қўйиб, дизель учун ёниш охиридаги ҳароратни аниқланади:

$$\begin{aligned} \beta \cdot \bar{\mu}_{ср_z} \cdot T_z &= (\bar{\mu}_{cv_c} + 8,314 \cdot \lambda) \cdot T_c + \xi \cdot Q_n / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] = \\ &= 1,037 (29,05 + 0,00236 \cdot T_z) T_z = (21,97 + 8,314 \cdot 1,6) 1040 + \\ &\quad + 0,85 \cdot 42500 / [1,7 \cdot 0,5 (1 + 0,024)] \end{aligned}$$

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:

$$\delta = \varepsilon / \rho = 18 / 1,36 = 13,2$$

Двигателнинг берилган параметрлари учун политропик кенгайиш ўртача кўрсаткичини $n_2 = 1,25$ деб қабул қиламиз.

Кенгайиш охиридаги босим:

$$P_v = P_z / \delta^{n_2} = 11,9 / 13,2^{1,25} = 0,47 \text{ МПа}$$

Кенгайиш охиридаги ҳарорат:

$$T_v = T_z \delta^{n_2-1} = 2195 / 13,2^{1,25-1} = 1155 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий ўртача индикатор босими:

$$P_i' = \frac{P_c}{(\varepsilon - 1)} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] =$$

$$= \frac{7,4}{18 - 1} \left[1,6 (1,36 - 1) + \frac{1,6 \cdot 1,36}{1,25 - 1} \left(1 - \frac{1}{13,2^{1,25 - 1}} \right) - \frac{1}{1,35 - 1} \left(1 - \frac{1}{18^{1,35 - 1}} \right) \right] = 1,32 \text{ МПа}$$

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:

$$G_e = g_e \cdot 10^{-3} \cdot N_{e_n} = 206 \cdot 10^{-3} \cdot 73,5 = 15,2 \text{ кг/соат}$$

Цилиндрнинг асосий ўлчамлари ва двигателнинг солиштирма кўрсаткичлари. Двигателнинг литражи:

$$V_A = 30 \cdot \tau \cdot N_{e_n} / (P_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 73,5 / (1,03 \cdot 2200) = 3,89 \text{ л}$$

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 моменти:

$$M_e = 9550 \cdot N_{e_n} = 9550 \cdot 73,5 / 2200 = 320 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Кутиладиган литр қуввати:

$$N_A = N_{e_n} / V_A = 73,5 / 3,89 = 18,8 \quad \text{кВт/л}$$

Солиштира 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 T бўйича $G_{кур} = 510 \text{ кг}$ деб қабул қилсак, у ҳолда, литр массаси:

$$g_A = G_{кур} / V_A = 510 / 3,89 = 131 \quad \text{кг/л}$$

ва солиштира массаси;

$$g_N = G_{кур} / N_{e_n} = 510 / 73,5 = 6,94 \quad \text{кг/кВт}$$

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 $n_n = 3200 \text{ айл/мин.}$; сиқиниш даражаси $\epsilon = 8$; тактлик коэффициенти $\tau = 4$; ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти $\alpha = 0,95$.

Ёқилғи АИ-93 бензини (ГОСТ 2084—77); ёқилғининг пастки

солиштира ёниш иссиқлиги $Q_n = 43930 \text{ кж/кг} = 10500 \text{ ккал/кг}$; ёқилғининг ўртача элементар таркиби ва молекуляр массаси:

$$C = 0,855, H = 0,145, \mu_g = 115 \text{ кг/кмоль.}$$

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 $P_q = 1,15 \cdot P_0 = 1,15 \cdot 0,1 = 0,115 \text{ МПа} = 1,15 \text{ кг/см}^2$; қолдиқ газлар ҳарорати $T_q = 1000 \text{ К}$.

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:

$$M_1 = \alpha \cdot L_n + \frac{1}{\mu_g} = 0,95 \cdot 0,516 + \frac{1}{115} = 0,4987 \text{ кмоль}$$

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:

$$\beta_0 = M_2 / M_1 = 0,532 / 0,4987 = 1,06$$

Кириш жароёни. Кириш 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

$$\Delta P_a = (C^2 + \xi_{\text{кир}}) \cdot C_{\text{кир}}^2 \cdot \rho_k \cdot 10^{-6} / 2 = 3,5 \cdot 95^2 \cdot 1,189 \cdot 10^{-6} / 2 = 0,0187 \text{ МПа}$$

Кириш жароёнининг охиридаги босим:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a = 0,1 - 0,0187 = 0,0813 \text{ МПа}$$

Тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = T_0 (\epsilon \cdot P_a - P_q) / [(T_0 + \Delta T) (\epsilon - 1) \cdot P_0] = 293 \cdot (8 \cdot 0,0813 - 0,115) / [(293 + 10) (8 - 1) \cdot 0,1] = 0,75.$$

Қолдиқ газлар коэффициенти.

$$\gamma = P_c \cdot T_0 / [P_0 \cdot T_c \cdot \eta_v (\varepsilon - 1)] = 0,115 \cdot 293 / [0,1 \cdot 1000 \cdot 0,75 (8 - 1)] = 0,064$$

Киритиш жараёнининг охиридаги ҳарорат:

$$T_a = \frac{T_0 + \Delta T}{1 - \frac{P_c}{P_a \varepsilon} \left(1 - \frac{T_0 + \Delta T}{T_c}\right)} = \frac{293 + 10}{1 - \frac{0,115}{0,0813 \cdot 8} \left(1 - \frac{293 + 10}{1000}\right)} = 343 \text{ К}$$

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:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} = 343 \cdot 8^{1,38 - 1} = 746 \text{ К}$$

Ёниш жараёни. Ёниш охиридаги ҳароратни, карбюраторли двигатель учун ёниш тенгламасидан ($\alpha < 1$) фойдаланиб топилади:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{cvz} \cdot T_z = \bar{\mu}_{cvc} \cdot T_c + \xi \cdot (Q_n - \Delta Q_n) / [\alpha \cdot L_n (1 - \gamma)]$$

Карбюраторли двигателларда 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 сони:

$$M_c = \alpha \cdot \gamma \cdot L_n = 0,95 \cdot 0,064 \cdot 0,516 = 0,0314 \text{ кмоль}$$

Ёнишгача сиқиш охиридаги бўлган газларнинг моллар сони:

$$M_c = \alpha \cdot L_n + M_c = 0,95 \cdot 0,516 + 0,0314 = 0,53 \text{ кмоль}$$

Газларнинг ёнишдан кейинги моллар сони:

$$M_z = M_2 + M_c = 0,532 + 0,0314 = 0,5634 \text{ кмоль}$$

Ишчи аралашма молекуляр ўзгаришининг ҳисобий коэффициенти:

$$\beta = M_z / M_c = 0,5634 / 0,53 = 1,06$$

Иссиқликдан фойдаланиш даражасини $\xi = 0,82$ га тенг деб қабул қиламиз.

Ёнишнинг химиявий тўлиқмаслиги ҳисобига йўқотилган иссиқ-ликнинг миқдори:

$$\Delta Q_n = 119950 (1 - \alpha) \cdot L_n = 119950 (1 - 0,95) \cdot 0,516 = 3086 \text{ кж/кг}$$

Ҳисоблаб топилган ва қабул қилинган қийматларни ёниш тенг-ламасига қўйиб, карбюраторли двигатель учун ($\alpha < 1$) ёниш охири-даги ҳарорат аниқланади:

$$\beta \cdot \bar{\mu}_{cvz} \cdot T_z = \bar{\mu}_{cvz} \cdot T_c + \xi (Q_n - \Delta Q_n) / [\alpha \cdot L_n (1 + \gamma)] = 1,06 (20,87 + 0,00286 \cdot T_z) \quad T_z = 21,47 \cdot 746 + 0,8 (43930 - 3086) / [0,95 \cdot 0,516 (1 + 0,064)]$$

Тенгламани T_z га нисбатан ечиб, топамиз:

$$T_z = 2720 \text{ К}$$

Ёниш охиридаги 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 охиридаги 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 охиридаги босим: $P_b = P_z | e^{n_2} = 5,57 / 8^{1,28} = 0,39 \text{ МПа}$. Кенгайиш охиридаги ҳарорат $T_b =$

$$= T_z | e^{n_2 - 1} = 2720 / 8^{1,28 - 1} = 1520 \text{ К}$$

Двигателнинг индикатор кўрсаткичлари. Циклнинг назарий ўртача индикатор босими:

$$P_i' = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \frac{1,44}{8 - 1} \left[\frac{3,88}{1,28 - 1} \left(1 - \frac{1}{8^{1,28 - 1}} \right) - \frac{1}{1,38 - 1} \left(1 - \frac{1}{8^{1,38 - 1}} \right) \right] = 0,986 \text{ МПа}$$

Индикатор диаграмманинг тўлиқмаслик коэффициентини $\nu = 0,93$ деб қабул қилиб, циклнинг ҳақиқий ўртача индикатор босими топилади:

$$P_i = P_i' \cdot \nu - (P_c - P_a) = 0,986 \cdot 0,93 - (0,115 - 0,0813) = 0,882 \text{ МПа}$$

Индикатор ф. и. к.

$$\eta_i = P \cdot \alpha \cdot L_n' / (Q_n \cdot \rho_k \cdot \eta_k) = 0,882 \cdot 0,95 \cdot 14,957 / (43,93 \cdot 1,189 \cdot 0,75) = 0,342$$

Ёқилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$g_1 = 3,6 \cdot 10^3 / (Q_n \cdot \eta_1) = 3,6 \cdot 10^3 / (43,93 \cdot 0,342) = 240 \text{ г/(кВт} \cdot \text{с)}$$

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.

$$\eta_m = P_e / P_i = 0,712 / 0,882 = 0,81$$

Эффектив ф. и. к.

$$\eta_e = \eta_1 \cdot \eta_m = 0,342 \cdot 0,81 = 0,28$$

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:

$$V_L = 30 \cdot \tau \cdot N_{eH} / (P_e \cdot n_n) = 30 \cdot 4 \cdot 110 / (0,712 \cdot 3200) = 5,2 \text{ л}$$

Цилиндрнинг ишчи җажми:

$$V_h = V_L / 1 = 5,8 / 8 = 0,725 \text{ л}$$

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 моменти:

$$M_e = 9550 \cdot N_{eH} / n_n = 9550 \cdot 110 / 3200 = 330 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Кутиладиган литрли қувват:

$$N_{\text{л}} = N_{\text{ен}}/V_{\text{л}} = 110/5,8 = 18,95 \text{ кВт/л}$$

Солиштирма поршень қуввати:

$$N_{\text{п}} = N_{\text{ен}}/(F_{\text{п}} \cdot i) = 110/(0,753 \cdot 8) = 18,4 \text{ кВт/дм}^2$$

Агар ∇ двигателнинг ёрдамчи ускуналарсиз қуруқ массасини прототип ЗИЛ-130 бўйича $G_{\text{ур}} = 640$ кг деб қабул қилсак, у ҳолда литр массаси:

$$g_{\text{л}} = G_{\text{ур}}/V_{\text{л}} = 640/5,8 = 111 \text{ кг/л}$$

ва солиштирма массаси:

$$g_{\text{N}} = G_{\text{ур}}/N_{\text{ен}} = 640/110 = 5,82 \text{ кг/кВт}$$

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 $P_{\text{а}}$ ҳамда $V_{\text{а}}$, сиқиш охиридаги $P_{\text{с}}$ ва $V_{\text{с}}$, ёниш охиридаги $P_{\text{з}}$ ва $V_{\text{ч}}$, кенгайиш охиридаги $P_{\text{в}}$ ва $V_{\text{в}}$, чиқариш охиридаги $P_{\text{з}}$ ва $V_{\text{ч}}$, 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 ораліқ нуқталарнинг координатларини 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 ораліқ қийматлари жойлаштирилади.

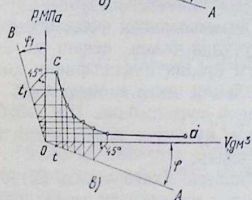
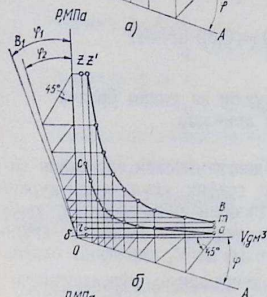
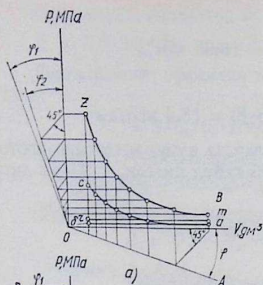
2. Ҳажм ва босимлар учун қуйидаги шартлар асосида μ_v ва μ_p масштаблар белгиланади:

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 $\mu_p = 0,02 \dots 0,025 \text{ МПа/мм}$; дизеллар учун $\mu_p = 0,03 \dots 0,04 \text{ МПа/мм}$.

3. Қабул қилинган масштаблар асосида $V_{\text{с}}$, $V_{\text{з}}$, $V_{\text{а}}$ ҳажмларнинг, шунингдек $P_{\text{а}}$, $P_{\text{о}}$, $P_{\text{с}}$, $P_{\text{з}}$, $P_{\text{в}}$, $P_{\text{ч}}$ босимларнинг чизиқли қийматлари топилади ва координата ўқларида характерли нуқталарнинг (а, с, з; з', в, ч) ўринлари белгиланади.

4. «С» нуқтадан бошлаб, ас политропик сиқиш чизиги қурилади. Бу, 22-расм, в да кўрсатилганидек, Брауэр усули билан олиб бо-



22-р. расм. Карбюраторли (а) ва дизель (б) двигателларининг, шунингдек сиқиш (в) ва кенгайиш (г) жараёнининг 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 (пастдан ўтказилган ОА чизикдан фойдаланиб) ордината ўқидан чапдан φ_2 бурчак остида янгидан ОВ₁ чизик ўтказилади. Бурчак (φ_2) нинг қиймати қуйидагича 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 «з» ёки «с» ва «z — z'», «в» ва «г» нуқталарини, расмда кўрсатилганидек, тўғри чизиклар ёрдамида бирлашти-

рилади. Бу нинг учун абсцисса ўқидан пастдан $\varphi = 14 \dots 20^\circ$, ордината ўқидан чапдан эса φ_1 бурчак остида чизиклар ўтказилади. Бурчак φ_1 нинг қиймати қуйидагича 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 қуйидагича амалга оширилади:

«С» нуқтадан ордината ўқига тик тушириб, ундан шу ўққа 54° бурчак остида ОВ чизиги билан кесишгунча нур ўтказилади ва кесишган t_1 нуқтадан тик чиқарилади. Сўнгра «С» нуқтадан абсцисса ўқига тик туширилиб, уғи ОА чизигига ҳам 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 чизик ўтказилади. Иккала чизикнинг кесишган нуқтаси политропик сиқиш чизигининг устида ётувчи нуқтадир. Ушбу усул билан ораллиқ нуқталарни топишни «а» нуқтага ҳам 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. Планиметр ёрдамида индикатор диаграмманинг $\overline{m.s.z'}$ з.в.м. фойдали кэси $F_{u.d}$ топилади. Бу кэси диаграмманинг S га тенг бўлган эссига бўлиб ва босим масштаби μ_p га кўпайтирилиб, назарий ўртача индикатор босимнинг чизмадан олинган қиймати P'_i топилади:

$$P'_i = \frac{F_{u.d}}{S} \cdot \mu_p \text{ МПа [кг/см}^2\text{]}$$

Бу қийматни ҳисоблаб топилган P'_{i-x} билан солиштириб, индикатор диаграмманинг қуриш аниқлиги топилади. Босимлар орасидаги фарқ 3 ... 4% дан ортимаслиги керак.

IV БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАҒИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

25-§. Асосий тушунчалар

Автомобиль дигателининг ўзига хос хусусиятларидан бири шундаки, у тезлик режими кенг диапазонда ўзгарган ҳолда ишлайди. Нагрузкеси ва тирсакли вагининг айланишлар частотаси қандай бўлишидан қатъи назар автотрактор дигатели иш шарситларида турғун ишлаши керак.

Маълумки, трактор қишққ хўжалик ишлагини бажараётганда дигателининг нагрузкеси узлуксиз ва сезиларли даражада ўзгариб туради.

Трактор ёки автомобиль ишлатилганида дигателининг қуввати куч узатмасидаги ишқаланишларни, йўл ва ҳаво қаршиликларини енгишга кетишидан ташқари баландликка чиқаётганида, жойидан қўзғалаётганда, юришни тезлатаётганда ва ҳоказоларда пайдо бўладиган қўшимча қаршиликларни енгишга ҳам сарф бўлади. Шу сабабли автотрактор дигатели маълум миқдорда ортиқча қувватга эга бўлиши керак. Бундан ташқари дигател иш шароитларида тежамли ишлаши ҳам керак.

Трактор (шунингдек автомобиль) учун дигател, 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 синаш жуда қийин. Бундай синовлар махсус, яъни дигателнинг вақт бўйича ўзгарувчи нагрузка ва тезлик режимларида ишлашини имитация қилувчи ниҳоятда мураккаб 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 стениди асбоби ёрдамида синалаётганда танлашни мумкин. Бундай кўрсаткичларга дизелларда ёқилғи сарфи ва ёқилғи пуркаш бошланишининг илгарилаш бурчаги, карбюраторли двигателларда эса аралашма таркиби ва учқун берилишининг илгарилаш бурчаклари 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 ёнишни 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 силжи-тиш ва ёқилғи сарфини ошириб дизель ишлашида иккита ўзига хос режимни ажратиш мумкин (расмдаги штрихли ординаталарга қаранг).

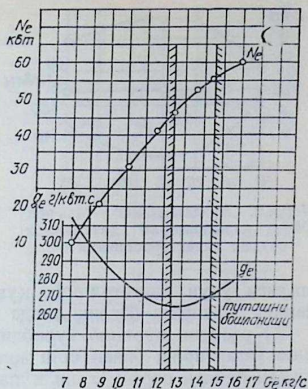
Биринчи режим ёқилғи сарфи g_{emin} бўйича айниқса тежамкор-роқдир. У ёқилғини тўла ёни-ши билан характерланади ва ёниб бўлган газларни тутунсиз бўли-ши кузатилади, лекин двигатель ҳали максимал қувват ҳосил қилмайди. Автотрактор дизеллари учун бу режимга, ҳаво ортиқчалик коэффициентининг $\alpha = 1,4 \dots 1,6$ бўлган чегараси тўғри келади.

Иккинчи режимда двигатель максимал N_{emax} қувват ҳосил қи-лади. Бу ҳолда тахминан $\alpha = 1,2$ га тенг бўлиб, чиқариш трубаси-дан кўпинча кучли тутун чиқиши кузатилади. Кучли тутун чиқиши ёқилғи сарфининг ортганлиги, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини озаётганлигини ва аралашма ҳосил бўлишининг ёмонлашганлиги ҳи-собиға ёнишнинг тўлиқ эмаслиги билан тушунтириш мумкин. Шу-нинг учун двигательнинг ёқилғи тежамкорлиги бу пайтда ёмонлаша бошлайди.

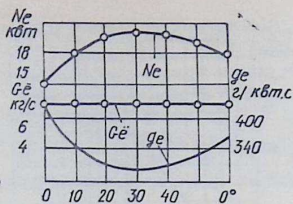
Ёқилғини чала ёниши натижасида двигатель деталларининг ис-сиқлик бўйича зўриқиши ортади, поршень ҳалқаларининг коксла-ниши учун қулай шароит ҳосил бўлиб, деталларнинг ейилиши ор-тиб кетади. Бу эса двигатель кўрсаткичларининг янада ёмонла-шишига сабаб бўлади. Шунинг учун рейка йўли максимал қувват олинадиган чегарадан эртароқ чекланиши керак.

Двигателнинг техник шартлар билан белгиланган номинал қувва-тини ҳосил қиладиган ёқилғи сарфини оптимал ҳолатга созлаш, g_{emin} ва N_{emax} созланишларининг оралиғида бўлиши керак.

2. Аралашманинг таркиби бўйича карбюраторли двигателнинг созлаш характеристикаси. Характеристика аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган ҳолатни аниқлашга ва карбюраторни шу оптимал ҳолатга созлашга имкон беради. Шунингдек, бу характе-ристика ёрдамида карбюраторли [двигателнинг 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 олин-

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 боришига олиб келади.

Карбюратори G_{eI} соатли ёқилғи сарфига созланган двигатель энг кўп тежамкорлик билан ишлайди. Бу вақтда ҳавонинг ортиқчалик коэффициенти бирдан ошади ($\alpha_{теж} = 1,05 \dots 1,10$). Бундай шароитда аралашма тўлиқ ёниб, ёнишда ҳосил бўлган иссиқликнинг кўп қисми ишга айланади. Бу эса ўз навбатида ёқилғининг солиштирма сарфини озиётишига ва демак, двигатель тежамкорлигининг юқори бўлишига олиб келади.

Карбюратор бироз бойроқ ($\alpha_k \cong 0,8$) аралашма ҳосил қилишга созланган тақдирда (24-расмдаги G_{eII} нуқта), двигатель максимал $N_{e\max}$ қувват ҳосил қилади, чунки аралашмани бундай таркибда ёқилғи энг юқори тезлик 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 камаёди. Ёқилғининг солиштирма сарфи эса бироз кўтарилади.

Двигатель иши карбюратор энг юқори тежамкорликка созланган (G_{eI}) режимида, максимал $N_{e\max}$ қувватга созланган (G_{eII}) режимига ўтганида, қувватнинг ортиши, солиштирма ёқилғи сарфининг ортишига нисбатан секинроқ бўлади. Масалан, двигатель дроссель заслонкаси тўла очик ҳолатда ишлаётганида, 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 режимидагига нисбатан янада бойроқ аралашмага созлаш қувватини кўтарилишига, тежамкорликни ёмонлашувига ва двигатель деталларини кўп ейилишига сабаб бўлади. Ҳаво етишмаслиги ҳисобига ёқилғининг химиявий чала ёниши

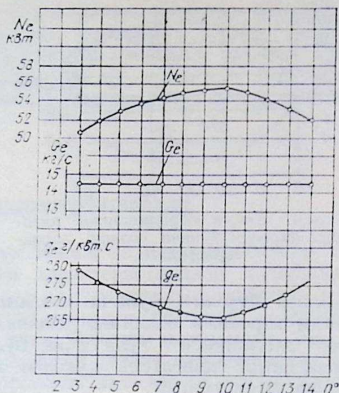
двигатель тежамкорлигини камай-тириб юборади. Ҳавонинг ортиқ-чалик коэффициенти $\alpha = 0,4$ дан кичик бўлганида цилиндрдаги ишчи аралашма умуман аланга-ланмайди. Шунинг учун карбюратор бош жиклерининг игнаси-ни, двигатель максимал қувват бера оладиган ёки бўлмаса у энг юқори тежамкорлик билан иш-лай оладиган ҳолатга созланиши керак.

3. Ёқилғини пуркаш бошла-нишининг илгарилаш бурчаги бўйича дизелни созлаш характе-ристикаси. Ёқилғи пуркаш бош-ланишининг оптимал илгарилаш бурчагини аниқлаш мақсадида олинадиган созлаш характери-стikasi 25- расмда келтирилган. Агар ёқилғи берилишининг ил-гарилаш бурчагини, двигатель иш режимига нисбатан автоматик равишда бошқариб туриладиган мос-лама бўлса, бу характеристика шу қурилманиннг ишини назорат қи-лиш мақсадида олинади.

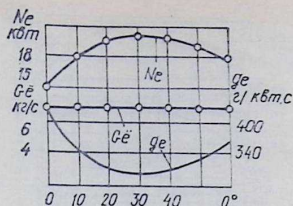
Пуркаш бошланишининг оптимал илгарилаш бурчагида дизель максимал қувват ҳосил қилиб, энг юқори тежамкорликка эришади, чунки бу характеристикани олишда тирсакли валнинг айланишлар частотаси ҳамда ёқилғи насоси рейкасининг ҳолати оптимал ва ўз-гармас бўлади. Шу сабабли ёқилғининг соатли сарфи G_a амалда аввалги ҳолатида қолганлиги учун солиштирма ёқилғи сарфи қув-ватга тескари функция сифатида ўзгаради.

Ёқилғи ўз вақтидан кеч берилганда (пуркашнинг кечикиши) унинг кўп қисми поршень Ю. Ч. Н. дан ўтганидан кейин цилиндрга пур-калади. Бу вақтда ёниш жараёнининг асосий қисми кенгайиш йўлида— поршень устидаги бўшлиқ ҳажми ортаётган шароитда ўтади. Шу-нинг учун газларнинг ёниш пайтида ҳосил қиладиган босим ҳамда ҳарорати камаяди, иссиқликнинг йўқотилиши эса ортади. Демак, ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан кеч пуркалганда эффектив қувват ка-майиб, двигателнинг тежамкорлиги ёмонлашади.

Агар ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан эрта берилса (пуркашнинг илгарилashi), у кичик босим ва ҳароратга эга бўлган ҳали сиқилжараёни давом этаётган муҳитга пуркалади. Цилиндрда нормал ара-лашма 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 дыва-гель қаттиқ ишлайди. Демак, ёқилғи цилиндрга ўз вақтидан эрта



25- расм. Ёқилғи пуркаш бошланиши-нинг илгарилаш бурчаги бўйича ди-зелни созлаш характеристикаси.



26-расм. Учқун берилишининг илгарилаш бурчаги бўйича созлаш 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 қийматига созланиши керак.

4. Учқун берилишининг илгарилаш бурчаги бўйича созлаш характеристикаси. ГАЗ-21 двигателяли тирсакли 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 биноан 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 камаёди, ёниб бўлган газлар билан иссиқликнинг йўқотилиши эса кўпаяди. Булар таъсирида двигатель ўта қизиб кетади ва индикатор ф. и. к. камаёди. Двигатель кеч алангаланиш билан ишлаганда, ёнган газларда углерод оксининг миқдори 4 ... 5 марта ортиб кетади, поршень ҳалқалари ва цилиндрни ёйилиши кўпаяди. Шундай қилиб, учқун ўз вақтидан кеч берилганда двигатель эффектив қуввати 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 шароитда ёнади. Шу сабабли ёнишдан ҳосил бўлган энергиянинг бир қисми поршеннинг Ю. Ч. Н. га томон ҳаракатига қўшимча ҳосил бўлган қаршилиқни 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 алангаланиши 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 тирсакли валининг айланишлар частотаси ортиши, сиқилиш даражаси ёки нагруканинг камайиши ва аралашманинг бойитилиши билан учқун берилишининг оптимал илгарилаш бурчаги катталаштирилиши керак.

27-§. Асосий характеристикалар

Автотрактор двигателлари учун тезлик ва нагрузка бўйича олинadиган характеристикалар асосий характеристикалар ҳисобланади. Бу характеристикалар ёрдамида ҳар хил режимда ишлаётган двигателни динамик ва иқтисодий нуқтан назардан баҳолаш мумкин.

Дроссель заслонкасини тўла очик (ёқилғи насосининг энг кўп ёқилғи бериш) ҳолатига қўйиб олинadиган тезлик характеристикасини *ташиқи*, бошқариш органларини (дроссель заслонкаси ёки насоснинг) оралиқ ҳолатларига қўйиб олинadиган характеристикаларни эса *қисмий тезлик характеристикалари* деб аталади.

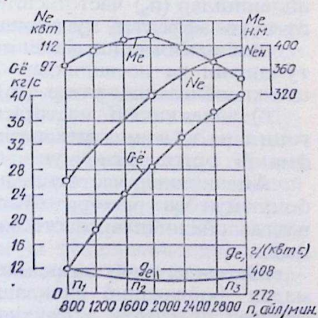
Автомобиль двигатели иш шаронтларида дроссель заслонкасининг фақат очик ҳолатидагина эмас, балки кўпинча оралиқ ҳолатларидаям ишлаганидан, улар учун ҳам ташқи, ҳам қисмий тезлик характеристикалари олинади.

Трактор двигатели иш шаронтларида асосан тўла нагрузкада ишлаганлиги учун уларнинг фақат ташқи тезлик характеристикасини олиш етарлидир.

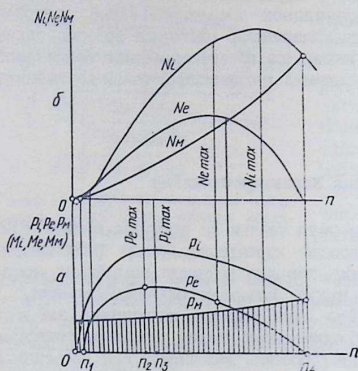
1. Карбюраторли двигателнинг тезлик характеристикаси. Тезликлар характеристикаси двигателнинг динамик ва иқтисодий кўрсаткичларни аниқлашга имкон беради ҳамда синалаётган двигателнинг тежорарлигини, нагрузка ортишига сезгирлигини баҳолайди.

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 очик 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 тез-лик характеристикаси асосий кўрсаткичларининг ўзгариш характери.

частотасидан, максимал буровчи $M_{e\max}$ 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 ($M_{e\max}$) га тўғри келадиган айланишлар (n_2) частотасидан тортиб, то номинал ($N_{e\text{н}}$) қувватга тўғри келадиган айланишлар (n_3) частотасигача бўлган участкада, қуйидаги сабабларга кўра эффектив қувватнинг ортиши бироз секинлашади:

а) жараёнларнинг ўтишига ажратилган вақтнинг қисқарганлигидан, тўлдириш ва иссиқликдан фойдаланиш коэффициентларини камайиши ҳисобига индикатор (P_i) босимнинг камайганлиги учун;

б) айланишлар частотасининг ортиши билан ишқаланишни енгилга ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга босим сарфининг ортганлиги учун.

Айланишлар частотаси n_3 дан орттирилса, эффектив қувват камай бошлайди ва $P_i = P_m$ бўлганда, у нолга тенг бўлиб қолади. Бу вақтда айланишлар частотаси кутилган максимал n_4 қийматига эришади.

Юқоридаги айtilган маълумотларни 28-расмда келтирилган чизмадан фойдаланиб аниқлаш ҳам мумкин. (Бу характеристиканинг анализи двигатель эффектив кўрсаткичларини қараб чиқишда кўрилган эди).

Ўртача P_i 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 ўзгартришга тўғри келади.

Тегишли расмдан эффектив қувват чизмасида бир неча характерли участкаларни ажратиш мумкин. Масалан, двигатель катта нагрузка билан ишлаётган минимал турғун айланишлар (n_1) момент ҳосил бўладиган

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 двигателъ 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

$$M_e = A \cdot P_e \text{ ва } M_m = A \cdot P_m \quad (93)$$

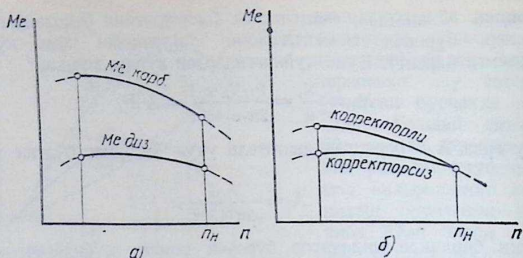
Тезликлар характеристикасидаги буровчи момент чизигидан фойдаланиб двигателънинг қисқа муддатли нагрузка ортганда пастки тезликка ўтмасдан уни енгиб ўтиш қобилиятини белгилловчи ва энг асосий динамик кўрсаткичи бўлган мослашиш коэффициентини аниқлаш мумкин. Бу коэффициент «К» ҳарфи билан белгиланиб, двигателъ максимал $N_{e\max}$ буровчи моментини максимал эффектив 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 двигателълар (трактор ва оғир юк автомобилларининг двигателлари) учун K нинг қиймати айниқса катта аҳамиятга эга.

Карбюраторли двигателлар 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 двигателларда турли иш жараёнларига ажратилган вақтни кўпайиши ҳисобига цилиндрни аралашма билан ортиқча тўлдирилишидир. Дизелларда эса айланиб тушиши билан плунжерли ёқилғи насосларнинг иш унуми камаяди.

Дизеллар мослашиш коэффициенти кўпроқ ошириш учун айланишлар частотаси пасайиши билан циклга ёқилғини кўпроқ берилишини таъминлайдиган махсус корректорловчи мосламадан фойдаланиш зарур. Бу пайтда нагрузка ортиши билан айланишлар частотаси



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 ... 1,35 гача ошишига, двигателнинг динамик сифатини анча яхшиланишига олиб келади.

Тезлик характеристикасидаги ёқилғининг G_e соатли сарф чизиги дастлаб тўғри чизикли (28- расм) характерга эга бўлади. Бунга айланишлар частотаси ортиши билан вақт бирлигида сўриш йўли сонининг кўпайганлиги ва карбюратор диффузоридаги сийракланишнинг кўпайганлиги сабаб бўлади. Айланишлар частотасининг бундан кейинги ортишида тўлдириш коэффициентининг камайиши ҳисобиغا 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, двигательнинг 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 p_3 частотадан максимал буровчи момент ҳосил қиладиган p_2 частоталар оралигида 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.ни созлаб туришга имкон берса, у ҳолда ҳар сафар тезлик ражими ўзгартирилгандёқилғи бериш бурчагига аниқлик киритиб борилади.

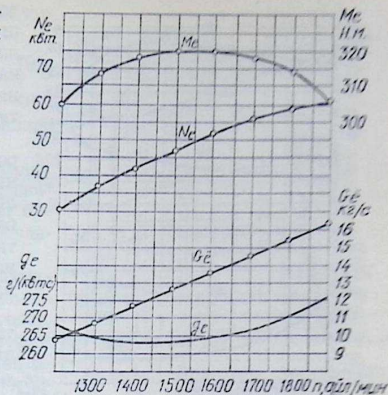
СМД-14 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси 30-расмда келтирилган. Дизель тезлик характеристикасининг ўзига хос хусусиятларидан бири шундаки, $M_e = f(n)$ чизиги ниҳоятда ётиқ ўтади, бунни камчилик деб ҳисоблаш мумкин, чунки бундай шаронтида мослашиш коэффиценти бирга яқин бўлади. M_e чизигини бундай ўтиши дизелнинг нуқсони 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 цилиндрни ҳаво билан тўлдириш коэффиценти η_v ортади. Айтилган омиллар (айниқса, ёқилғининг циклга берилишини камайтириши) шунга олиб келадики, дизель катта нагрузка шаронтида ишлаганида, айланишлар частотаси камайиши билан ўртача эффектив босим ва демак буровчи момент деярли ортмайди, жуда кичик айланишлар частотасида эса ҳатто бироз камаяди.

Ҳамма трактор дизелларининг ёқилғи насосларига қўйилаётган корректорлар ёрдамида юқорида айтилган камчиликларга бироз барҳам берилади.

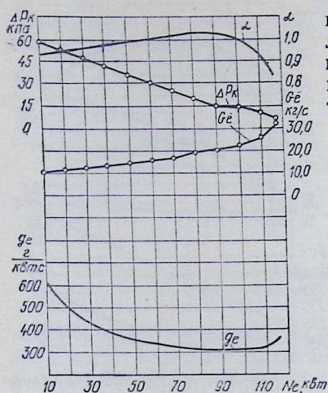
Дизелнинг тезликлар бўйича характеристикасида, айланишлар частотасининг ортиб бориши билан ёқилғининг соатли сарфи кўпайганлигини кўриш мумкин. Бу вақт бирлигида ёқилғи пуркаш сонининг ва ҳар бир циклга берилувчи ёқилғи массасининг ортиши билан тушунтирилиши мумкин. Катта айланишлар частотасида плунжер 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 шаронтида дроссель заслонкасининг тўла очикмас ҳолатларида ҳам ишлайди. Шунинг учун ташқи



30-расм. СМД-14 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси.



31- расм. Автомобиль двигателининг нагрузка бўйича характеристикаси.

тезлик характеристикасига қўшимча қилиб ўзгармас айланишлар частотаси ва дроссель заслонкасининг турли ҳолатларида нагрузка (дроссель) бўйича характеристика олинади.

Автомобиль двигатели иш шариотида 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_{emin} га мос келадиган нагрузка ҳамда двигатель салт ишлагандаги ёқилғининг соатли сарфи нагрузка бўйича олинган характеристикада (31- расм) кўрсатилган.

Нагрузка характеристикаси бўйича экономайзернинг ишга тушиши, G_e чизигини горизонтал ўққа нисбатан бурилиш, бурчагини ўзгарган пайтидаги қувватга тўғри келади. Шу пайтдан бошлаб солиштирма ёқилғи сарфи бирданига орта бошлайди.

Дроссель заслонкасининг тўла очик ҳолатида ёқилғининг солиштирма сарфи оз бўлиб, нагрузка камайиши билан қанчалик кам ўзгарса, карбюраторли автомобиль двигателининг иш шариотидаги тежамкорлиги шунчалик юқори бўлади. Катта нагрузка билан ишлайётган карбюраторли двигательнинг тежамкор бўлмаслигига экономайзернинг эрта ишга тушиши натижасида аралашманинг ўта бойиб кетиши сабабдир. Кичик нагрузкада тежамкорликнинг камайишига эса аралашманинг ўта камбағаллашиб кетиши сабаб бўлади.

4. Трактор двигателининг регуляторли характеристикаси. Трактор двигателлари учун нагрузка бўйича 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.

Двигателнинг салт юришдаги n_{-10} ва номинал қувватидаги n_n айланишлар частоталарини солиштириш билан регуляторнинг ноте-

кислик даражасини аниқлаш мумкин:

$$\delta = (n_c - n_n) / n_{\text{фрт}} \quad (95)$$

Бу ерда $n_{\text{фрт}} = (n_c + n_n) / 2$ — тирсакли валнинг ўртача айланишлар частотаси.

Нормал ишлаётган двигателда регуляторнинг нотекислик даражаси $\delta = 0,06 \dots 0,12$ оралиғида бўлиши, акс ҳолда регулятор созлаши керак.

Ушбу характеристикадан тирсакли валнинг номинал айланишлар частотасидаги эффектив қувват, ёқилғининг соатли ва солиштира 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.

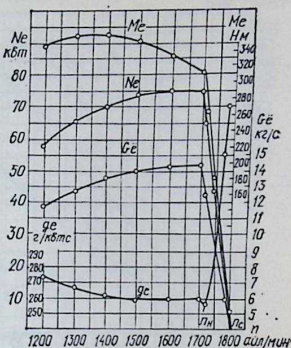
Ёқилғининг солиштира сарфи регулятор ишлаётган чегарада нагрзка тушиши билан бирдан ортиб кетади. Демак, тежамкорликни ошириш учун трактор двигателини иложи борица тўлароқ нагрзкалаш керак.

Одатда тўла нагрзкаланмаган двигатель кўрсаткичларини тахлил қилишда қувватга нисбатан қурилган (33- расм) регулятор характеристикасини 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 борица кўпроқ юкланиши керак. Бунда двигателнинг ёнилғи тежамкорлиги шунчалик юқори бўлади.

Текширишлар шунини кўрсатадики, машина- трактор агрегатларининг иш унуми кўп жиҳатдан нагрзуканинг ўзгариш характерига ва двигатель характеристикаларининг ўтишига боғлиқдир.

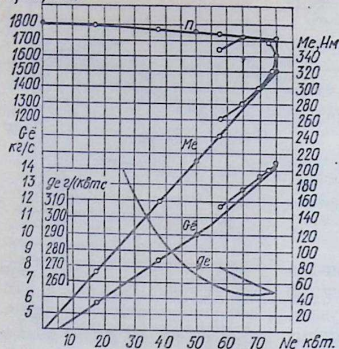
Шунинг учун трактор двигатели нагрзуканининг ўзига хос томонлари билан танишиб чиқамиз.

Трактор двигателининг ишлашига барқарор режимнинг таъсири. Маълумки, трактор қандай қишлоқ хўжалик операциясини бажармасин, унинг нагрзукаси узлуксиз ва сезиларли даражада ўзгариб туради. Қаршилиқ моментининг нотекислик даражаси δ_n ва ўзгариш даври T билан характерланувчи беқарор режим, двигатель тирсакли валининг айланишлар частотасини тебранишга (ўзгаришга) олиб келади.



32- расм. Дизелнинг регуляторли характеристикаси.

Паил/мин.

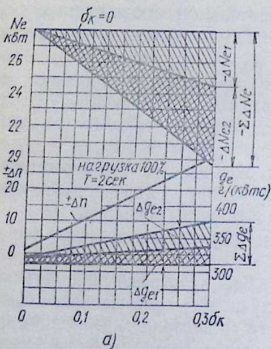


33- расм. Дизелининг қувватига нисбатан регуляторли характеристикаси.

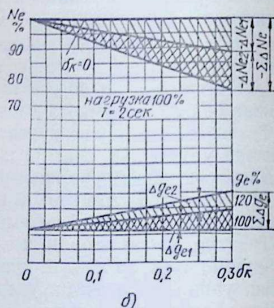
N_e ва $\varepsilon \Delta g_e$ ҳолатларида олинган.

Расмдан маълумки, беқарор характердаги нагруканинг нисбий таъсири дигатель регуляторда ишлаганида айниқса сезиларли бўлади. Масалан, $\delta_k = 0$ дан 0,3 гача ўзгарганда, регуляторда ишлаган дизелининг қуввати ва тежамкорлиги тахминан 25 % га, рейкаси маҳкамланган ҳолда ишлаганида эса тахминан 10 % га камайган.

Беқарор нагрукали дигательнинг ишлашига характеристика. Маълумки, трактор қишлоқ хўжалик ишларини бажараётганда унинг қаршилик моменти сезиларли даражада ўзгариб туради.



а)



б)

34- расм. Қувват ва солиштирма ёқилғи сарфини қаршилик моментининг нотекислик даражасини ўзгаришига нисбатан чизмаси.

дан $M_{кзр_2}$ гача ўзгарганда 2 двигателъ 1 двигателга нисбатан анча кичик (n_2) айланишлар частотасида ишлайди.

Қаршилик моменти ўртача қийматининг бундан кейинги ($M_{кзр_1}$) гача ортиши 2 двигателни ўчиб қолишига олиб келса, 1 двигателъ бу катта нагрукани n_2 айланишлар частотасида енгиб ўтади.

Ортиб кетган қаршилик моменти 2 двигателга эга бўлган трактор (берилган узатмада) бемалол енгиб ўтиши учун машина-трактор агрегатини $M_{кзр_1}$ га эмас, балки $M_{кзр_1} - \Delta M_k$ га асосланиб тузиш керак. Бу пайтда 2 двигателнинг ўртача эксплуатацион нагрукаси 1 двигателга нисбатан пастроқ, демак иш унуми ва тежамкорлиги камроқ бўлади.

Нагрузка ортганда уни енгиб ўтиш тирсакли вал айланишлар частотасини камайиши ҳисобига амалга оширилади. Вақтинча ортган қаршилик моменти енгиб 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 двигателъ айланишлар частотаси пасайиши билан қаршилик моменти ҳам камаяди. Мисол учун, плугнинг қаршилиги тракторнинг ҳаракат тезлигига боғлиқдир. Бу академик В. П. Горячкиннинг 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:

$$\begin{aligned} \Delta P &= G_n \cdot f' + a \cdot v \cdot k' + \varepsilon v^2 a v - (G_n f' + a v k' + \varepsilon v_1^2 a v) = \\ &= \varepsilon \cdot a \cdot v (v^2 - v_1^2) \end{aligned}$$

Юқоридаги ифодага $G_n f'$, v , a , ε , v ва v_1^* [қийматларини қўйиб ΔP топилганда кўрсатилган тупроқлар учун унинг қиймати 134 ва 178 кгга 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 исталган ҳолда ўтиши

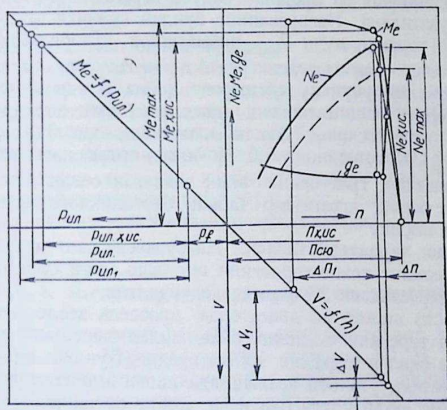
Юқорида (шу бобнинг 26-§ ида) кўрсатиб ўтилганидек, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентининг маълум қийматларидагина двигателнинг энг тежамкор ишлашига эришиш мумкин. Шунинг учун трактор двигателининг асосий ўлчамлари лойиҳалаш пайтида мана шу тежамкор режимда ишлашга асосланиб топилиши керак. Бунда цилиндр 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 олинадиган ортиқча қувват, қишлоқ хўжалик машина-қуролларининг вақти-вақти билан ортадиган қўшимча қаршилигини енгиш учун ишлатилади.

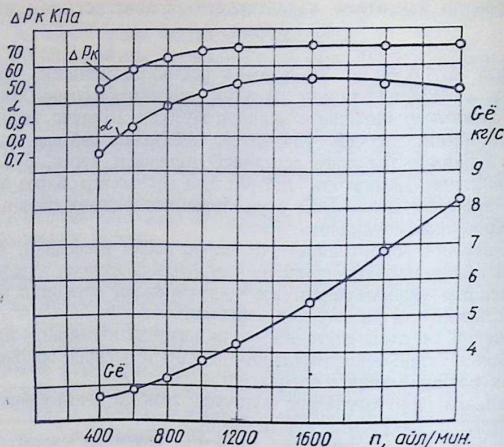
Замонавий трактор двигателларида нагрузка кўпайганда аралашманинг бойитилиши ёки насоснинг ёқилғи беришини орттирилиши автоматик равишда амалга оширилади.

Юқоридаги шартларга мос тушувчи трактор двигателининг характеристикаси 36-расмда кўрсатилган.

Ҳайдовда ишлаётган трактор двигатели максимал тежамкорликда $N_{e\text{ҳис}}$ ҳосил қилади дейлик. Шу ҳисобий қувватга мос тушувчи илмоқдаги тортиш кучи $P_{\text{ил,ҳис}}$ га тенг бўлсин. Нагрузка вақтинча ортганда корректор ишга тушади ва ишчи аралашмани бойитиб, қувватни ҳамда буровчи моментни, демак, тортиш кучини $P_{\text{ил}}$ 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. Нагрузканинг бундан кейинги қисқа муддатли ортишида тортиш кучи $P_{ил_1}$ қийматигача кўтарилиши мумкин, айланишлар частотаси ва тезлик эса Δn_1 ва Δv_1 га камаяди. 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 ($n_{хис}$) 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. Нагрузкасиз салт юришда ишлаётган двигателнинг тежамкорлигини аниқлаш учун олинadиган салт юриш характеристикаси 37- расмда келтирилган.

Нагрузкасиз 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- §. Ассвий 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 сиқниш 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 аралаштириш ҳамда буғланиши билан боғлиқ бўлган ишларни ўз ичига олади.

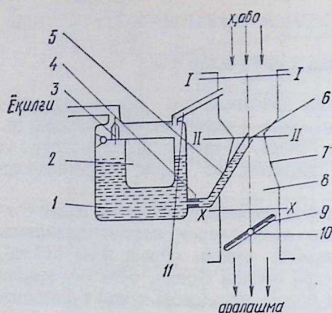
Ташқарида ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи бензинли двигателларда сарф бўлувчи ёқилғининг массасини дозаловчи, бензин ва ҳавонинг аралаштириши таъминловчи, шунингдек, двигатель цилиндрларига тушувчи аралашма массасини созловчи асбобга *карбюратор* дейилади.

Жиклёрли-тўзитгичли ва қалқович камерали биринчи карбюраторлар XX асрнинг бошларидан бошлаб двигателларга қўйила бошлаган. Ўшандан 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 енгил бўлади. Кириш қаршилиги энг кам бўлган горизонтал оқимли карбюраторларда тўлдириш коэффициенти юқори бўлади, аммо бу карбюраторларда ҳаво тозаловчи 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. Киритиш тактида поршень Ю. Ч. Н. дан П. Ч. Н. га ҳаракатланаётганида унинг юқорисидаги 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 жиклерли элементар карбюраторнинг схемаси:

1 — қалқовичли камера; 2 — қалқович; 3 — нинасимон клапан; 4 — ёқилғи жиклери; 5 — тўзитгич; 6 — чиқиш тешиги; 7 — диффузор; 8 — аралаштиргич камера; 9 — дроссель заслонкаси; 10 — заслонканинг ўқи.

Қалқовичли камерада 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 кирадиган тешикни очади. Қалқовичли камера юқорисидаги тешик камерани атмосфера билан боғлаб, босимни ўзгармас қилиб туради.

Диффузорда ҳавонинг тезлиги кескин ортиб, босими камаяди. Тузатгичдан 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 калагидан 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 бўлакчаларга 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 профилли мўтаъдилдан фарқ қилади.

Бу эса ўз навбатида ҳаракатдаги оқимнинг сиқилишига ва энг катта сийракланиш зонасини ҳаво оқими йўналиши бўйлаб силжишига олиб келади. Карбюратор диффузорида ҳаво оқимининг ҳаракати кенг режимлар диапазонида турболент характерга эга бўлади. Ҳавонинг интенсив уюрма турболент ҳаракати тўзигичдан чиқаётган ёқилғини яхши парчаланиши учун зарурдир.

Ўзлуксизлик 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 трубаининг 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 сууюқлик деб қараш, унинг зичлигини эса киритиш канали бўйлаб ҳаракатланаётганда 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:

$$\frac{W_I}{W_{II}} = \frac{f_{II}}{f_I} = \frac{d_{II}^2}{d_I^2} \quad (98)$$

Келтирилган тенгламадан кўриниб турибдики, оқим тезлиги берилган кесим диаметрлари квадратларига пропорционалдир.

Энергиянинг сақланиш қонунига асосан

$$E = E_x + E_{nI-x}$$

Бу ерда E_x — $x-x$ кесимдаги оқимнинг энергияси;

E_{nI-x} — қараб чиқиляётган участкада сууюқлик (ёки ҳаво) оқими энергиясининг йўқотилиши.

Ҳаракатдаги ҳавони сиқилмайди, деб фараз қилганимиздан фойдаланиб қараб чиқиляётган 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 коэффициенти.

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 чиқиляётган кесимлар орасидаги сатҳлар фарқи унчаллиқ 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 чиқиляётган 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

$$\Delta P_x = P_0 - P_x = \frac{W_x^2}{2g} \gamma_0 + \xi_{0-x} \cdot \frac{W_x^2}{2g} \cdot \gamma_0$$

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 (I — I кесим) участкадан, то қараб чиқиляётган X — X кесимгача бўлган ораликдаги гидравлик қаршиликни енгиш 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 белгиловчи 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 тўзигилишига 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:

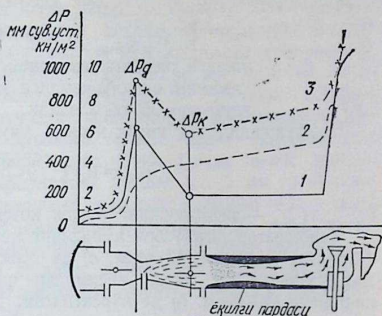
$$\Delta P_g / \Delta P_k = 2,0 \dots 2,2$$

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 чиқиляётган кесимдаги тезлик коэффициент

$$\mu_x = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{0-x}}}$$
 У киритиш йўлининг гидравлик қаршилиги ҳисобига тезликнинг йўқотилишини, шунингдек ҳавонинг сиқилувчанлиги эвазига киритиладиган тузатишларни ҳисобга олади.

Диффузорнинг энг кичик кесими учун

$$W_g = \mu_g \sqrt{2 \frac{\Delta P_g}{\rho_0}} \quad (102)$$

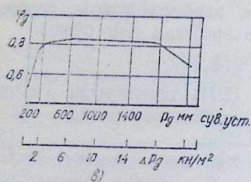
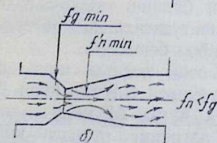
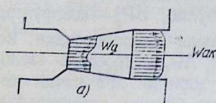
Бу ерда μ_g — диффузорнинг тезлик коэффиценти, $\mu_g = 0,8 \dots 0,9$.

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 коэффиценти 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 ($W_{ак}$ — ҳавонинг ара-лаштиргич камерасидаги тезлиги)

Тезлик коэффиценти оқим сиқилиши коэффицентига кўпайтмаси сарф коэффиценти φ_g дейилади:

$$\varphi_g = \alpha_c \cdot \mu_g$$

Агар диффузор ўтиш кесимининг минимал юзаси $f_g \text{ м}^2$, шу кесимдан ўтувчи ҳавонинг тезлиги W_d , м/с ва сарф коэффиценти φ_g маълум бўлса, 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 қўйилгандан кейин, топамиз:

$$G_x = \varphi_g \cdot f_g \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P_g \cdot \rho_0} \quad (104)$$

Эски бирликда

$$G_x = \varphi_g \cdot f_g \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \Delta P_g \cdot \gamma_0}$$

Бу ерда f_g — м^2 ; ΔP_g — кг/см^2 ; ρ_0 ва γ_0 — кг/м^3 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).

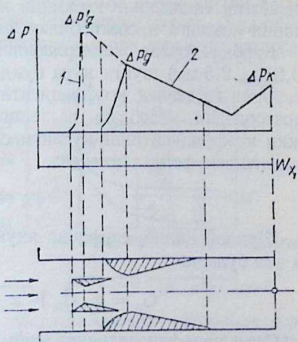
Диффузор диаметри камайтирилганда, гидравлик қаршилиқ ортиганлиги сабабли $\Delta P_g / \Delta P_k$ нисбатан камаяди. Бу нисбатни ошириш мақсадида, икки ва уч диффузорли карбюраторлар қўлланилади. Кичик диффузордан чиқишдаги ҳавонинг тезлиги, катта диффузордаги максимал тезликка яқин бўлиши керак. Бунинг 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.

Қўп диффузорли карбюраторларда сарфнинг йиғинди коэффиценти бир диффузорлиларга қараганда бироз кичикроқдир. Шунинг учун улар диффузорлари ўтиш кесимларининг йиғиндисини 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 энюраси кўрсатилган.

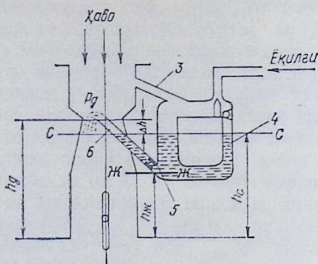
Эксплуатация шароитида диффузорларнинг ишлаш турғунлигига (φ_g ни $0,7 \dots 0,9$ чегарада сақланишига) диффузорни тайёрлаш технологияси ва унинг материали таъсир қилади. Мисол учун пластмассадан тайёрланган диффузорларни ишлатиш жараёнида юзасининг сифати ёмонлашиши ва оқибатда ҳаво тозалагич қоникқарсиз ишлаганида абразив ейилиш содир бўлиши мумкин. Карбюратор узоқ вақт ишлаганидан кейин, диффузор ўлчамлари ва ҳолатини даврий текшириб туриш талаб қилинади.

2. Ёқилғининг тўзигичдан оқиб чиқиши. Карбюратор орқали ёқилғининг ҳаракатланиш схемаси 42-расмда кўрсатилган. Қалқович шундай ўрнатилиши керакки, камерадаги ёқилғи сатҳи (h_0) тўзигичнинг оғзидан (h_1) камиди $\Delta h = 4 \dots 8 \text{ мм}$ пастда бўлсин. Тўзигич бундай жойлашса, двигатель ишламай турганда ёки автомобиль кўч қияланганда ёқилғи тўзигичдан ўз-ўзидан оқиб кетмайди.

Тажрибаларнинг маълумотларига қараганда, тўзигич учидagi сийракланиш диффузор девори ёнидаги сийракланишдан $20 \dots 25\%$ камдир. Шунга асосланиб



41- расм. Икки диффузорли карбюраторда сийракланиш энюраси.



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/с^2 .

Жиклёр орқали ёқилғининг оқиб чиқиш тезлиги двигателнинг ишлаш режимига боғлиқ бўлади ва $0 \dots 5$ м/с оралиғида ўзгаради.

Жиклёрдан оқиб чиқаётган ёқилғининг массасини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$G_{\text{ё}} = f_{\text{ж}} \cdot \alpha_c^1 \cdot \mu_{\text{ж}} \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{ё}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{ё}} \cdot g)}$$

Бу ерда α_c^1 — ёқилғи оқимининг сиқилиш коэффициентини;

$f_{\text{ж}}$ — жиклёр кесимининг юзаси, м^2 .

Ёқилғи оқимининг сиқилиш коэффициентини, жиклёрдан оқиб чиқаётган ёқилғининг кесимини жиклёр калибровка қилинган тешигининг юзасига нисбати билан аниқлаш мумкин.

Қарбюраторлар жиклёрларининг диаметрлари унчалик катта эмас ($0,6 \dots 2,5$ 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:

$$\varphi_{\text{ж}} = \mu_{\text{ж}} \cdot \alpha_c^1$$

Шундай қилиб, сарфнинг якуний тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$G_{\text{ё}} = \varphi_{\text{ж}} \cdot f_{\text{ж}} \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{ё}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{ё}} \cdot g)} \quad (106)$$

Сарф коэффициентининг қиймати жиклёрнинг тузилишига, шунингдек, ёқилғи оқиб чиқишини таъминловчи босимлар фарқига боғлиқ.

жиклёр орқали ёқилғининг оқиб чиқиш тезлигини аниқлаш мумкин:

$$W_{\text{ж}} = \mu_{\text{ж}} \sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{ё}}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{ё}} \cdot g)} \quad (105)$$

Бу ерда $\mu_{\text{ж}}$ — ёқилғининг оқиб чиқиш пайтидаги йўқотишни ҳисобга олувчи тезлик коэффициентини;

$\rho_{\text{ё}}$ — ёқилғининг зичлиги, кг/м^3 ;

ΔP_g — диффузорнинг энг кичик кесимидаги сийракланиш, мм.с.у.ст.

Жиклёр калиброғка 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 созлашларни 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.

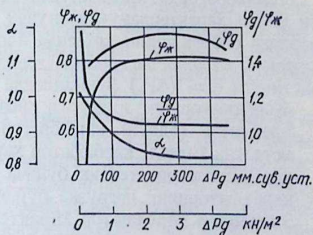
Мотор ёқилғисининг зичлиги катталашishi билан амалда унинг қовушоқлиги ҳам ортади. Ёқилғи ҳароратининг кўтарилиши билан эса унинг қовушоқлиги камаяди, бу эса сарф коэффициенти ва ёқилғи сарфининг сезиларли даражада ортишига олиб келади.

Двигатель ёқилғисини бир турдан қовушоқлиги бошқача бўлган иккинчисига алмаштирилганда ҳам карбюратор созланишини, яъни жиклёрларнинг ўтказиш қобилиятини ўзгартириш керак. Худди шу нуқтан- назардан ташқи муҳит ҳарорати сезиларли даражада ўзгарганда ҳам жиклёрлар ўтказиш қобилиятини ўзгартиришга тўғри келади.

3. Ҳаво ва ёқилғининг биргаликдаги оқиши. Кириш 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 $\varphi_{г}$ ҳамда $\varphi_{ж}$ ларни оддий карбюраторнинг диффузоридаги сийракланишни $\Delta P_{г}$ га боғлиқлиги.

Бу тенгламага (104) ва (106) тенгламалардан ҳаво ва ёқилғи сарфларининг қийматларини қўйиб топамиз:

$$\alpha = \frac{\varphi_g \cdot f_g \sqrt{2 \cdot \Delta P_g \cdot \rho_0}}{L_n \cdot \varphi_{ж} \cdot f_{ж} \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{е}} (\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{е}} \cdot g)}}$$

ёки

$$\alpha = \frac{1}{L_n} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\text{е}}}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_g}{\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{е}} \cdot g}} \quad (107)$$

$\frac{1}{L_n} \cdot \frac{f_g}{f_{ж}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\text{е}}}} = \text{const} = C$ деб қабул қилиб оламиз:

$$\alpha = C \sqrt{\frac{\Delta P_g}{\Delta P_g - \Delta h \cdot \rho_{\text{е}} \cdot g}} \cdot \frac{\varphi_g}{\varphi_{ж}}$$

Юқоридаги тенгламада $\Delta h \cdot \rho_{\text{е}} \cdot g$ нинг қиймати ΔP_g га нисбатан жуда кичик эканлиги учун уни эътиборга олмасдан ёзиш мумкин:

$$\alpha = C \cdot \frac{\varphi_g}{\varphi_{ж}} \quad (108)$$

Салт юришининг минимал айланишлар частотаси бундан мустаснодир. Чизмадан (43-расм) кўриниб турибдики, ΔP_g кўпайиши билан, яъни ҳаво сарфи ва двигатель нагрузкаси ортиши билан $\varphi_g/\varphi_{ж}$ нисбат камаяди ва кичик нагрузка шароитида тез озайиб, анча катта ΔP_g кам ўзгаради. Тенглама (108) дан кўринадики, ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини α сарфлар коэффициентларининг нисбатига пропорционал равишда ўзгаради, демак двигателнинг нагрузкаси (ёки ΔP_g) ортиши билан элементар карбюраторда ёнувчи аралашма бойишди. Аралашманинг бойиши кичик ва ўрта нагрузкаларда жуда тез ўтиб, катта нагрузкаларда секинлашади.

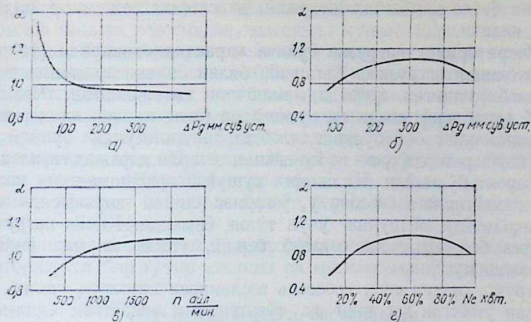
29. 1. Карбюратор характеристикалари

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 нагрузка 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 $\Delta P_g = 80 \text{ мм.с.у.ст} = 0,008 \text{ кг/см}^2$ да бирга тенг бўлиб, ΔP_g нинг бундан кейинги ортишида аралашманинг бойиш интенсивлиги камаяди ва анча катта нагрузка-



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 шаронтда исталган карбюратор бой аралашма тайёрлаб бериши керак.

Диффузордаги сийракланиш кўпайиб борган сари, ҳавонинг ҳаракат тезлиги ортиб, ёқилғининг тўзилиши яхшиланади. Бундай шаронтда 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. Тирсакли валнинг кичик айланишлар частотасида диффузордан ўтувчи ҳавонинг тезлиги камайганлиги сабабли ёқилғининг тўзигилиши ёмонлашади. Бундай шаронтда ёқилғининг киритиш труба-си, 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 шаронтда 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 шаронда карбюраторда ҳаво ва ёқилғининг етарли даражада аралашмиш 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 тахлили шуни 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 юргизиш 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 нагрузкаси (салт ишлаш режимида) ва тирсакли валнинг кичик айланишлар частотасида ишлаганида, цилиндрга ёзгина 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 қўшимча 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 исталган 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;

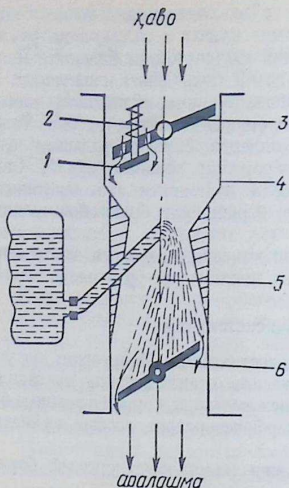
асосий иш режимларида двигателни аралашма билан таъминловчи асосий дозалаш (компенсациялаш) системаси;

энг катта нагруккага ўтилганда аралашмани бойитиб берувчи бойитгич (экономайзер) системаси;

дроссель заслонкаси тез очганда (нагрукка бирданига ортганда) аралашмани бойитиб берувчи тезлатгич системаси.

Юргизиб юбориш системаси. Ташқи муҳитнинг ёки цилиндр деворларининг ҳарорати юқори бўлганда, карбюраторли двигателни юргизиш енгил 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 енгиллаштириш 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 заслонка-сининг схемаси;

1 — автоматик клапан; 2 — пружина; 3 — ҳаво заслонка; 4 — ҳаво киритиш патрубogi; 5 — аралаштиргич камера; 6 — дроссель заслонкаси.

рузкаси ва тирсакли вал кичик айланишлар частотасида ишлаган-да, сифатли аралашма тайёрлаб бериш учун хизмат қилади. Кўрсатил-ган режимларда двигателни 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 бўй-лаб чиқиш тешигига келади. Ёқилғи салт ишлаш системасининг ка-наллари бўйлаб ҳаракатланганда, унга жиклёр 4 орқали кирган ҳаво аралашиб, эмулсия ҳосил қилади. Чиқиш тешигида конуссимон рост-лаш винти ўрнатилган. Бу винтнинг ҳолати ўзгартирилганда, эмуль-сия ўтадиган чиқиш тешигининг ўтказиш кесими ўзгаради, бу эса ёнувчи аралашма массасининг ўзгаришига олиб келади.

Баъзи конструкциядаги карбюраторларда ростлаш винти салт иш-лаш системасининг ҳаво жиклери тешигига ўрнатилади, бу ҳолда ёқилғини эмульсиялаш учун киритиладиган ҳавонинг массаси ўзгар-тирилади.

Ёнувчи аралашмани ортиқ-бойитмаслик учун ҳаво заслонка-сига пластина шаклидаги авто-матик клапан ўрнатилади. Бу клапан пружина ёрдамида бер-ҳолатида сақланади ва двигател ишга тушиб, ҳаво сарфи ҳамда айланишлар частотаси орта бош-лаши билан кучайган сийракла-ниш таъсирида автоматик равишда очилади. Двигатель маълум дара-жада қизиганда, клапандан ўтаёт-ган ҳаво массаси етарли бўлмай қолганлиги учун ҳаво заслон-каси тўла очиб қўйилиши керак. Акс ҳолда ёнувчи аралашманинг ҳаддан ташқари бойиши натижа-сида аралашма ёнмай, двигатель ўчиб қолиши мумкин.

Двигателни юргизиш пайтида, аралаштиргич камерасида тўла сийракланиш ҳосил қилиш мақ-садида, ҳаво ва дроссель заслон-калари тортқи ҳамда ричаг юрит-малари орқали туташиб, ҳаво заслонкаси ёпилганда дроссель заслонкаси $10 \dots 12^\circ$ га очилади.

Салт ишлаш системаси. Салт ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

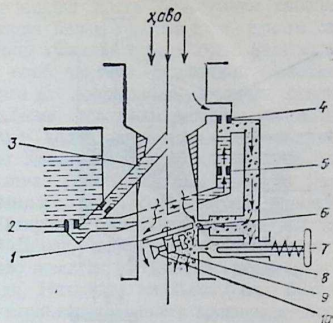
ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

ишлаш системаси двигатель наг-

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 берила бошлайди. Бу икки системанинг биргаликда ишлаши натижасида, кичик ва ўрта нагрузкаларда, карбюратор характеристикасини мақсадга мувофиқ ҳолда ўтишига 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:

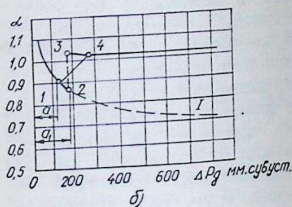
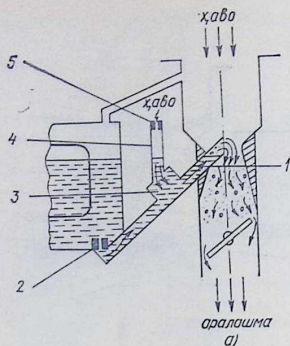
1 — дроссель заслонкаси; 2 ва 3 — асосий дозалаш системасининг жиклери ва тўзигичи; 4 — ҳаво жиклери; 5 — салт ишлаш жиклери; 6 — салт ишлашдан кичик нагрузкага равон ўтишни таъминловчи тешик; 7 — ростлаш винти; 8 — чiqиш тешиги; 9 — винт; 10 — тирак.

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 мумкин. Сийракланиш ортиши билан двигателни сифатли аралашма билан таъминлаш учун аралашмани камбағаллаштириб бориш керак. Лекин диффузордаги сийракланиш ортганда, оддий карбюратор аралашмани камбағаллаштирамайди ва оқибатда соатли ёқилғи сарфи кўпайиб кетади.

Шундай қилиб, тежамкор ишлаётган двигатель карбюраторидан, сийракланиш ортиши билан аста-секин камбағаллашиб борувчи аралашма олиши керак.

Аралашмани исталган ҳолда камбағаллашишига эса, унинг таркибидаги ёқилғи массасини камайтириш йўли билан эришиш мақсадга мувофиқдир. Ёнувчи аралашмани, унга қўшилувчи ҳаво массасини кўпайтириш йўли билан камбағаллаштириш мумкин эмас, чунки унинг массаси, берилган двигатель учун, дроссель заслонкасининг очиқлик даражасига ва тирсақли валнинг айланишлар



47- расм. Ёқилғиси пневматик тормозланадиган карбюраторнинг (а) схемаси ва унинг (б) характеристикаси:

1 — түзитгич пайчаси; 2 — асосий ёқилғи жиклери; 3 — ҳаво камераси; 4 — ҳаво трубкаси; 5 — ҳаво жиклери.

частотасига бoрлиқ. Улар эса ўз навбатида нагрузка йўл қаршилиғи 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 қуйдаги 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. Кўпчилик автотрактор двигателларининг карбюраторларида турғун ишловчи ва ҳаракатланувчи қисмлар кам бўлган, ёқилғини пневматик усулда тормозлаш системаси ишлатилади. Бу усул асосий ёқилғи жиклери олдидаги сийракланишни сунъий камайтиришга асосланган. Бундай карбюраторнинг схемаси 47 (а) да кўрсатилган.

Двигатель ишламаётганда ва дроссель заслонкаси тўла ёпиқ бўлганда, қалқовучли камерада ҳамда түзитгичнинг найчасида ёқилғининг сатҳи бир хил бўлади. Двигатель, дроссель заслонкаси очилда бошлаган ҳолда ишлаганда, диффузорда сийракланиш ҳосил бўлиб, ёқилғи түзитгичдан диффузорга тушади, түзнийди 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 осяди. Каналдаги сийракланишни камайтириш учун эса ҳаво жиклёрли канал ўрнатилган. Бу канал ва ҳаво жиклёри ёрдамида ҳаво камерасидаги, яъни асосий ёқилғи жиклёр олдидagi 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 бошлайди. 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 бўлмаганида карбюраторнинг характеристикаси, оддий карбюратордаги каби 1 кўринишга эга бўларди.

Диффузордаги сийракланиш а қийматига эга бўлганда (1-нуқта) тўзитгичдан ёқилғи оқиб чиқа бошлайди. Сийракланиш ортган сари тўзитгичдаги ёқилғи сатҳи камаяди ва сийракланиш a_1 га тенг бўлганда, ҳаво канали ишга тушиб камерадаги сийракланишни осяйтиради.

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 бўламин.

Карбюраторларнинг мавжуд конструкцияларида тўзитгичнинг трубкасига эмульсион трубка ўрнатилади. Эмульсион трубканинг тешиклари бир неча қатор 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 бссими атмссфера босимига тенг бўлади.

ма а нуқтагача, карбюратор оддий карбюратор каби ишлаганлигидан бойиб боради. Сўнгра сийракланиш $\Delta p_{\text{дн}}$ дан ортганда пластиналар очилади. Ҳавонинг бир қисми диффузорни четлаб ўтиб аралашмага қўшилиши сабабли, ёнувчи аралашма камбағаллашади. Пластиналар эластиклигини таълаш йўли билан аралашманинг камбағаллашишини талаб қилинган характерда 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 сизга 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 очиқ бўлганда ҳамда жуда кичик

айланишлар частотасида, диффузордаги сийракланиш нихоятда кам бўлади ва ёқилғи түзитгичдан бутунлай оқиб чиқмайди. Ўша пайтда сийракланиш дроссель заслонкасининг орқасида ўзининг энг катта қийматига яқин бўлади.

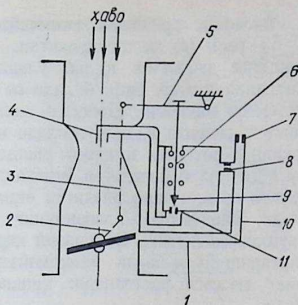
Бу режимларда двигателни таъминлаш учун, аралаштиргич камеранинг дросселдан пастга жойлашган қисми канал орқали қалқовучли камера билан боғланади. Каналга салт ишлашнинг ёқилғи жиклёрини ўрнатиш билан қалқовучли камерадан берилувчи ёқилғи массасини дозалашга эришилади. Ҳаво жиклёрни ёрдамида каналдаги ва салт ишлашнинг жиклёрни олдидаги сийракланиш камайтирилади.

Дроссель заслонкаси каттароқ очилганда унинг орқасидаги, демак салт ишлаш системасининг каналидаги сийракланиш камаяди ва бу система орқали ёқилғи узатиш осяди. Ёнувчи аралашманинг ўта камбағаллашишига йўл қўймаслик учун, асосий ёқилғи жиклёрни билан дозаловчи нина оралиғидаги тирқчишни катталаштириш керак. Бунга нина билан боғланган тортқичлар ҳамда дроссель заслонкасининг ўқида ётувчи сургич ўрнатиш билан эришилади. Дроссель заслонкаси очилганда у билан кинематик боғланган деталлар қўзғалиши ҳисобига дозаловчи нина кўтарилади ва асосий ёқилғи жиклёрни 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 — түзитгич; 6 — пружина 7 — ҳаво жиклёрни; 8 — ёқилғи жиклёрни; 9 — дозаловчи нина; 10 — дозаловчи канал; 11 — асосий ёқилғи жиклёрни.

Механик юритмали экономайзер. Бундай карбюраторнинг схемаси 51-расм (а) да тасвирланган. Экономайзернинг жиклёрни асосий жиклёрга параллел қилиб уланади. Дроссель заслонкаси озроқ очилганда клапан ёпиқ бўлади ва бу пайтда фақат асосий дозалаш системаси ишлайди. Дроссель заслонкаси 85 ... 90% очилганда, рычаг таъсирида клапан очилади ва энди экономайзернинг жиклёрни орқали тўзитгичга 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.

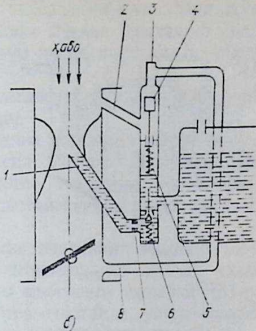
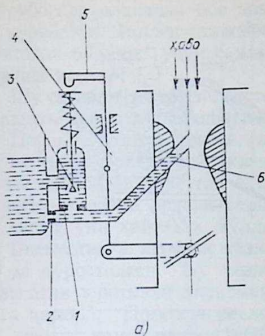
Поршеннинг штогидаги пружина поршень юқорига қараб ҳаракат қилганда сиқилади.

Дроссель заслонкаси ёпилиб, унинг орқасидаги сийракланиш катта бўлганда, поршень цилиндрининг юқори қисмидаги вакуум ҳисобига ушлаб турилади. Двигатель нагрузкаси ортиб, дроссель заслонкаси тўла очилганда, унинг орқа бўшлиғидаги сийракланиш кескин камаёди. Бу ҳолда поршенга икки томондан таъсир қилувчи босимлар фарқи пружина ҳосил қиладиган кучдан кам бўлиб қолади, шунинг учун поршень пастга тушади ва штокнинг учи клапанининг стерженини босади. Клапан очилади ва экономайзернинг жиклёрни ҳамда тўзитгич 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 ишончлилиги юқоридир. Лекин бу экономайзерларда аралашма бойитилишининг бошланиши фақат дросселнинг очиклик даражасига боғлиқ.

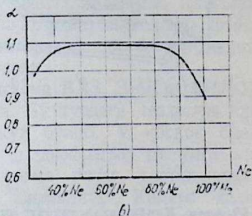
Пневматик юритмали экономайзерларнинг ишга тушиши, дроссель заслонкасининг орқасидаги сийракланишни камайиши билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, дроссель заслонкаси қия очик ҳолатида ҳам айланишлар частотасининг камайиши билан экономайзер ишлайди. Шунинг учун баъзи бир ($K = 21$, $K = 82$, $K = 84$) карбюраторларда механик — пневматик, яъни комбинациялашган юритмали экономайзерлар қўлланилади.

Сўнгги йилларда баъзи карбюратор моделларида экононостат деб аталувчи махсус бойитувчи система ишлатила бошлади. Экономайзер каби экононостат ҳам двигатель тўла нагрузкада ишлаганда, лекин ҳаво сарфи катта бўлган ҳолларда ёнувчи аралашмани бойитиб бериш учун хизмат қилади. Экононостат 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—тўзитғич;
 б: 1—тўзитғич; 2—Соғловчи канал; 3—цилиндр; 4—поршень; 5—пружина; 6—экономайзер клапани; 7—экономайзер жикллери; 8—Соғловчи канал.

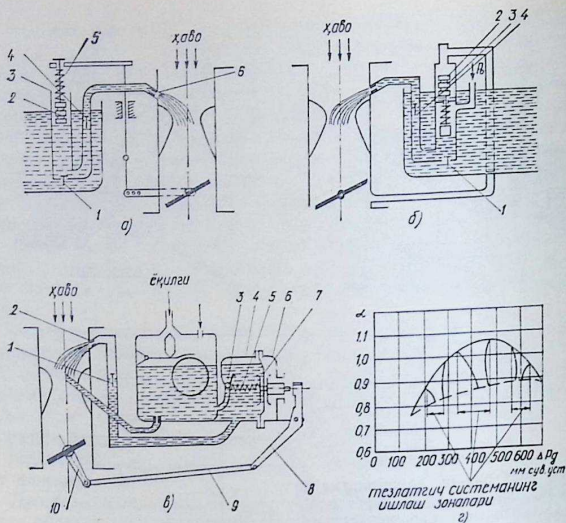


бевосита қалқовучли камерада махсус жиклёр, канал ва тўзитғич орқали диффузорнинг юқори қисмида жойлашган ҳаво киритиш патрубогига йўналтиради.

31.3 Тезлатғич система

Автотрактор двигателларини ишлатиш жараёнида, кўпинча айланишлар 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.

Тезлатғич системаси дроссель заслонкасини тез очганда аралашмани $\alpha = 0,7 \dots 0,9$ гача бойитиб бериш учун хизмат қилади. Тезлатғич системада механик, пневматик, механик-пневматик ва диафрагма типдаги юритмалар қўлланиши мумкин. Бу юритмалар



52-расм. Карбюратор тезлатгич системаларининг (а, б, в) схемалари ва (г) характеристикаси:

а: 1 — клапан; 2 — поршень; 3 — цилиндр; 4 — ҳайдаш клапани; 5 — қайтаргич пружина; 6 — тезлатгич жиклери. б: 1 — клапан; 2 — поршень; 3 — цилиндр; 4 — ҳайдаш клапани. в: 1 — ҳайдаш клапани; 2 — тезлатгич жиклери; 3 — шарикли клапан; 4 — камера; 5 — пружина; 6 — қопқоқ; 7 — диафрагма; 8 — рычаг; 9 — тортқи; 10 — дроссель заслонкасининг дастаси.

экономайзер юритмасига мослаштирилиб ёки алоҳида қилиб ўрнатилади.

Механик юритмали тезлатгич 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 кўтарди 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 тўлдиради.

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 ишончлилиги 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 рычаг, тортқи орқали дроссель заслонкасининг рычаги 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 оқимиغا эргашиб, у билан жадал аралашади ва ўз-ўзидан алангаланadi.

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, ёқилғи 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 диапазонида 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. Шунини ҳисобга олиб, юргизишда цилиндрга ортирилган миқдорда ёқилғи берилиши;

ёқилғи, юқори босимли ёқилғи насосига тушиш шартидан ниҳоятда сифатли бўлиб тозаланган бўлиши керак.

Автотрактор дизелларини ёқилғи билан одатда қуйидаги қисмлардан:

талаб қилинган миқдордаги ёқилғини сақлаш бакидан;

ёқилғига қўшилиб қолган сувни тиндириш сиз заррачалардан самарали тозалаш учун комплектидан;

бакдан ёқилғини филтрлар системаси ёқилғи насосга етказиб берувчи кичик насосидан;

ёқилғини форсункаларга ҳайдаб берувчи юқори босимли насосдан;

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 ҳоссалари, камера юзасининг шакли, ўлчамлари ва ҳарорати, тўзитгичнинг жойланиши ва ёқилғи оқимини йўналиши таъсир қилади. Пуркалиш босимини ҳозирдаги (10,0 . . . 17,5 МПа) 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 зарядининг массасида тақсимлаш учун қуйидаги усуллар қўлланилади:

1. Биринчи томондан ёниш камерасининг шакли ва ўлчамларини иккинчи томондан эса ёқилғи машъаласининг жойланиши, сони, ўлчамлари ҳамда шакли билан ўзаро мослаш.

2. Тўзитилган ёқилғи зарраларини яхшилаб аралаштириш учун сиқилш бўшлиғида интенсив уюрма оқим ҳосил қилиш.

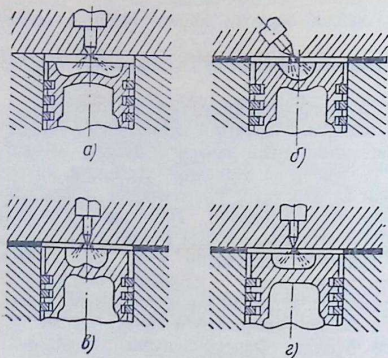
Ёқилғини ҳаво зарядида тақсимлашнинг юқоридаги усулларни амалга ошириш учун тузилиши турли хил бўлган кўп сонли ёниш камералари яратилган бўлиб, уларни қуйидаги группаларга бўлиш мумкин:

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.

ҳажмий аралашма ҳосил қилиш;
пардали (деворолди) аралашма ҳосил қилиш;
ҳажмий-пардали (комбинациялашган) аралашма ҳосил қилиш.

Ҳажмий аралашма ҳосил қилиш катта диаметрли ва саёз бир бўшлиқли ёниш камераларида қўлланилади. Улар учун ёниш камерасининг d_k диаметрини, цилиндр D_c диаметрига нисбати $0,75 \dots 0,85$ га тенг бўлган ҳолати характерлидир. Бундай ёниш камераси одатда поршень тубида жойлашиб, бунда

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 уюмасининг роли унчалик катта бўлмайди. Бу турдаги ёниш камераларига ёқилғини пуркаш учун сопло тешикларининг сони $5 \dots 7$ та бўлган тўзигичлар 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 ($d_k/d_c = 0,3 \dots 0,75$) 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 $d_k/D_c = 0,615$ 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 ҳосил

сил қилишда түзйтишнинг бир жинслилигига, талаб қилинган даражада майдаланишига ва ёқилғи оқимини соплло тешигидан етарлича узоқланишига эришиш керақ. 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 соплло тешикларининг диаметри ва сонини, тангенциал уюрма энергияси билан тўғри боғлаб қабул қилинганида сифатли аралашма ҳосил бўлишига ҳамда энг кам $[D_{\text{емилу}} = 225 \dots 240 \text{ г/кВт}]$ солиштира ёқилғи сарфига, шунингдек, двигателнинг енгил юргизилишига эришилади. Ҳажмий усулда аралашма ҳосил қилиш билан ишловчи бу дизеллар учун нисбатан қаттиқ ишлаш ($\Delta P / \Delta \varphi = 0,7 \dots 1,2 \text{ МПа/град}$) характериладир, 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 бурчақ остида ёниш камерасининг деворига йўналтирилади. Бунда қалинлиги 0,01 ... 0,015 мм бўлган юққа ёқилғи пардаси ҳосил бўлади. Пардали аралашма ҳосил қилишнинг асосий шартларига қуйидагилар киради: ёниш камерасида оқим ҳаракатланган вақтда буғланадиган ёқилғи массасини камайтириш учун, соплло 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 керақ.

Ёқилғининг буғланиши учун керақ бўладиган иссиқлик, пардали аралашма ҳосил қилишда асосан поршендан берилиб, унинг ҳарорати 450 ... 620 К чегарасида бўлмоғи керақ. 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 ёмонлаштирамаган 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 соплло тешиклари битта ёки иккита бўлган түзитгичлардан 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 $\Delta p / \Delta \phi = 0,3 \dots 0,45$ МПа/град ва циклниң 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 фойдаланилганидан 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 камераниң 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 алангаланишни ушлаб туриш даврида ҳаво билан бирга силжишидир, чунки ёқилғи ҳарорати нисбатан кичик бўлган деворолди зонасига пуркалади. Шунингдек, $d_k / D_{ц}$ нисбатида зарядни ёниш камерасига ўтишида нисбатан кичик тезлигига эришилади ва заряд ҳаракат тезлигининг $20 \dots 30$ м/с га етадиган бу ижобий хусусияти майтириш ва сопло тегишлар қўллаш имконини (қўқни цилиндр ўқида) ўз навбатида келтиришга ёрдам бериб олиб чиқиш ва ушбу тирқиш 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 борича 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, масол учун ВТЗ дизеллари оиласида 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.

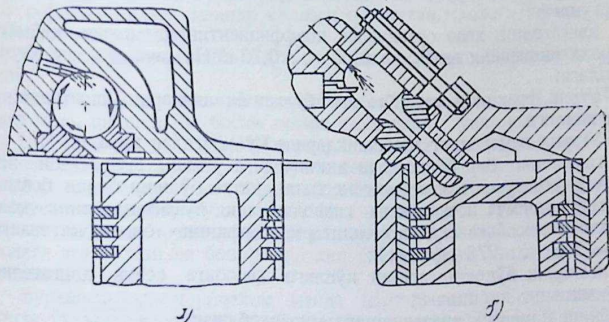
Лекин бунда поршень ва цилиндр каллаг и юзаларига қурум ўтириб қолганда бу двигателларнинг ўзаро урилиб кетиш хавфи туғилади, шунинг учун двигателлардан фойдаланиш жараёнида бу тирқишни доимо текшириб-тозалаб туриш керак бўлади.

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 ($\Delta P/\Delta \Phi = 0,5 \dots 0,8$ МПа/град) билан тежамкорлик [$d_e = 230 \dots 245$ 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 каллагиди (баъзида эса цилиндр блогиди ва асосий камера тўғридан-тўғри цилиндрда — поршень билан цилиндр каллаг и оралиғида жойлашади. Иккала камера бир-бири билан катта ўтказиш кесимида 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, сиқиш пайтида ёрдамчи камерага ўтувчи зарядини интенсив уюрма ҳаракатга келтириб, аралашма ҳосил бўлишини яхшилайди. Ёниш бошлангандан кейин бу каналлардан қайтиб ўтувчи заряд асосий камерада ҳам уюрма ҳаракат ҳосил қилиб, цилиндрдаги ҳаво билан ёқилғининг ёниб улгурмаган қисмини сифатли аралаштиришга 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 захарлилиги, бир камерали дизеллардагига қараганда камроқ бўлади.

Бу дизелларда ёқилғи оқимининг энергияси (пуркалиш 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 қуйидаги 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_c ни 0,65 ... 0,75 МПа гача ортиши мумкинлиги;

турли фракцион таркибга эга бўлган ёқилғиларни ишлатишнинг мумкинлиги.

Уюрма камеранинг камчиликларига қуйидагилар киради:

газларнинг бир бўшлиқдан иккинчисига ўтиши, шунингдек, иссиқлик ўтказувчи юзаларнинг нисбатан катта бўлиши билан боғлиқ бўлган қўшимча иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларнинг мавжудлиги ҳисобига ёқилғи солиштира сарфининг бироз катталиги ($q_{де} = 245 \dots 275$ 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 коэффициентининг 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 камерада отилиб чиқаётган аланга поршень билан цилиндр каллагига оралғини иложли борица 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 нагрузканинг 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 соплоли тўзитгичдан фойдаланиш ҳамда ёқилғи узатиш аппаратурасининг ишлаш шароитини

енгиллаштириш учун, пуркалиш босимини камайтиришнинг 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 биروز катталиги [$\rho_e = 260 \dots 300$ г/(кВт. с)];

двигатель каллаги тузилишининг мураккаблиги.

Олд камерали дизелларни юргизишни енгиллаштириш учун оширилган ($\epsilon = 20 \dots 21$) сиқил даражаси қўллаш ва двигателни юргизишдагина ишлатиладиган чўланма свечалардан фойдаланиш мумкин.

Ватанимизда ишлаб чиқарилган КДМ-46, КДМ-100, Д-35, Д-36 ва бошқа дизелларда олд камерали аралашма ҳосил қилиш ишлатилган.

34-§. Турли аралашма ҳосил қилиш усуллари 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 тешikli тўзитгичлар ишлатилади. Албатта бундай кичик диаметрли 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 ўзгариши бир камерали дизель кўрсаткичларига кўпроқ таъсир кўрсатади.

5. Бир камерали дизеллар ўзгарувчан нагрузка ва тезлик режим-ларига ёмон мослашгандир. Бу дизелларнинг иши оширилган қат-тиқлик даражаси билан характерланади.

6. Газларнинг бир камерадан иккинчисига ўтиши билан боғлиқ бўлган иссиқлик ва гидродинамик йўқотишларни бир камерали ди-зелларда йўқлиги, бу двигателларнинг анча тежамкор ишлашига олиб келади.

7. Юқоридаги 6- пунктда кўрсатилган сабабларга кўра, бир ка-мерали 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 тайёр-лаш анча мураккаб бўлиб, иш жараёнида ишдан чиқиши бир каме-рали дизелларга қараганда анча кўпроқ учрайди.

10. Анча кичик пуркалиш босимида ишлаши ўзгарувчан режимга кўпроқ мосланганлиги, ёқилғи сифатига бўлган талабни юқори эмас-лиги ва нисбатан юмшоқ ишлаши, бир тешикли с тандарт форсункалар-дан фойдаланиш мумкинлиги ҳамда юқори айланишлар частотасида сифатли аралашма ҳосил қилиб, ҳавонинг кичикроқ ортиқчалик ко-эффицентидида ишлаши — уюрма ва олд камерали дизелларнинг асо-сий 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-жад-валда 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 каме-рали дизелларда форсунка, икки камералиларга қараганда майдароқ тўзитиши керак. Уюрма ва олд камерали дизелларда форсунканинг иши анча енгиллашади, чунки уларда ёқилғининг майдалаб тўзити-лиши ва аралашлиши, ёқилғининг (олд камерада) ёки уюрма ҳаракат-нинг (уюрма камерада) энергияси ҳисобига амалга оширилади.

Форсункалар икки асосий: очиқ ва ёпиқ турга бўлинади. Очиқ форсункаларнинг тузилиши (55-рasm, а) содда бўлади. Очиқ фор-сунка орқали ёқилғи пуркаш тўзитғич ичидаги босим, цилиндрдаги босимдан юқори бўлганда бошланади. Босимлар фарқи шундай бў-лиши керакки, у тўзитғичнинг сопло тешикларининг қаршиликлари-ни енга олсин. Диаметри 0,15 ... 0,20 мм бўлган сопло тешикла-рига ёқилғи канал орқали келтирилади.

Очиқ форсункалар тузилиши содда бўлишига қарамай кенг тарқалмагандир. Бунга асосий сабаб, айланишлар частотаси ва нагрузка камайиши билан ёқилғининг тўзитилиш сифати тублан ёмонлашади; пуркалишнинг бошланиши ва тугаши етарлича аниқликд бўлмайди, оқибатда ёқилғи оқиб, сопло тешигида қурум ҳосил бўлишига олиб келади. Бу сабабларга кўра ёниш жарёни ёмонлашти туташ бошланади ва дизел ишининг асосий кўрсаткичлари камаяди. Насос форсункаларда кўпинча ёпиқ клапан-соплоли (55-расм, б) тўзитгич ишлатилиб, клапан босим $4,0 \dots 6,5$ МПа га етгандагина очилади. Бу босим пуркалиш босимидан анча кам бўлганлиги учун кўпинча бундай форсункаларни ҳам *очиқ форсункалар* дейилади.

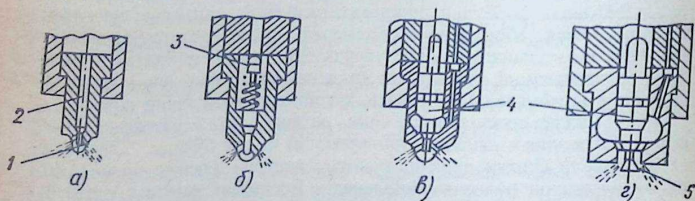
Ёпиқ форсунканинг хусусияти шундан иборатки, унда сопло тешигини беркитадиган орган — нина бор (55-расм, в, г). Бу нина цилиндрга ҳар гал ёқилғи пуркалганда очилиб, бошқа пайтда сопло тешигини беркитиб туради. Ёпиқ форсункада ёқилғи доимо бир хил босим билан пуркалиб, дизелнинг иш режимига (айланишлар частотаси ва нагрузкасига) 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 нагрузкаланади. Ёқилғи пуркалишнинг бошланиш босимини, бинобарин ёқилғининг сопло тешикларидан 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 $0,15 \dots 0,45$ мм ли $5 \dots 7$ 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 режимида 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 учида 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 қаршиликлар бўлмаган муҳитга сиқиб чиқарилган ҳолатга тўғри келади. Ҳақиқатда эса, ёқилғи системасида содир бўладиган ҳодисалар, баъзи сабабларга

10-жадвал. Ишчи жараённинг асосий кўрсаткичлари

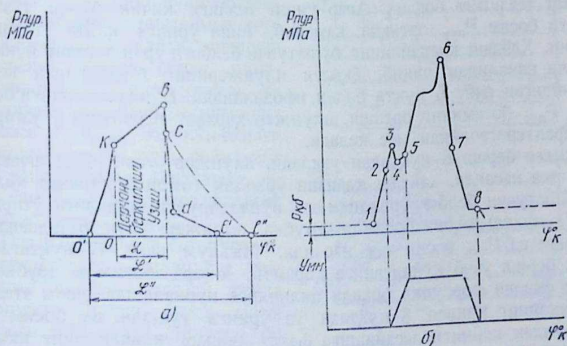
Ёниш камералари	Аралашма ҳосил қилишнинг тури	P_e	D_e	P_z	λ	$\Delta P/\Delta \varphi$
		МПа	г/(квт с)	МПа		МПа/град
Ажратилмаган	Ҳажмий ва ҳажмий-пардали	0,7...0,8 0,7...0,8	226...255 220...240	7...8 6...7	1,8...2,5 1,6...1,8	0,4...1,2 0,25...0,4
Ажратилган уюрма камера	—	0,7...0,85	255...290	6...7	1,6...1,8	0,25...0,4
Ажратилган олд камера	—	0,65...0,76	260...300	5...6	1,4...1,6	0,20...0,35

дан ψ гача ўзгаради. Чизмада в нуқтанинг ҳслати берилаётган ёқил-
ғининг массасига боғлиқ. Плунжер ва бу пайтда юқори чекка ҳолат
П—П дан ўтиб, пастга қараб ҳаракатлана бошлайди.

Шуни таъкидлаш керакки, ҳақиқатда бўшатувчи белбоғ плунжер-
нинг устидаги ёқилғининг босими таъсирида ҳайдаш клапани ўрин-
дигининг йўналтирувчи каналидан бироз эрта чиқади ва шунинг
учун ёқилғи штуцерга б нуқтадан эмас, балки илгарироқ ўта бош-
лайди. Плунжернинг гильзасидаги узиш дарчасидан ёқилғи оқими-
нинг дросселланиши натижасида ёқилғи узатиш в нуқтадан анча ке-
йин тўхтайди, яъни ёқилғи бериш назарий ҳолатга қараганда реал
шароитда узокроқ вақт давом этади. Плунжер устидаги ёқилғи бо-
сими юқори босимли насоснинг ва форсунканинг конструктив хусу-
сиятларига ҳамда ёқилғи системасининг ишлаш режимига боғлиқ.

**Очиқ форсунканинг юқори босимли насос билан биргаликдаги
характеристикаси.** Форсунка орқали ёқилғи пуркаш характеристика-
си тўзитғич соплосининг олдидаги босим P_c ва пуркаш даврида ци-
линдрдаги босим $P_{ц}$ нинг айирмаси билан аниқланади, яъни $P_{пур} =$
 $= P_c - P_{ц}$. Очиқ форсунканинг юқори босимли ёқилғи насоси билан
биргаликдаги характеристикаси 57-расм (а) да кўрсатилган.

Чизмада О нуқтаси билан плунжернинг юқори қирраси ва гиль-
задаги дарчаларни беркитган пайт, яъни ёқилғи беришни назарий
бошланиши ифодаланган. Ҳақиқатда эса, ёқилғининг чиқиш даража-
ларида дросселланиши ҳисобига анча эртароқ, яъни О' нуқтада бош-
ланади ва бу пайтда дарчаларнинг беркилиши К нуқтага тўғри
келади. Ёқилғининг квс оралиғида пуркалиш босими плунжер тезли-
гининг ўзгариш характериға (56-расм) айландириб келади ва С нуқ-
тада плунжер ўзининг винтсимон қирраси билан чиқариш дарчаси-
ни очади, яъни ёқилғининг назарий узилиши содир бўлади. Демак,
ёқилғининг узатилиши шу нуқтада тўхташи пуркаш даври з бўлиши



57-расм. Очиқ (а) ва ёпиқ (б) форсункалар учун пуркаш босими-
нинг, шунингдек, ёпиқ форсункалар нинасининг силжиши «у» ни ўз-
гариши.

керак. Хайдаш клапанида бўшатувчи белбоғ бўлмаганда ёқилғи узатиш узоқ давом этиб, фақат l'' нуқтада тугайди ва пуркаш даври (l') чўзилади, бунда цилиндрга охирида тушувчи ёқилғи паст босимда берилганлиги учун ёмон парчаланади. Бунга йўл қўймаслик учун очиқ форсункали ёқилғи насосларининг хайдаш клапанларига бўшатувчи белбоғ ўрнатилади. У ҳолда клапан d нуқтада ўриндиғига ўтириб, ҳақиқий ёқилғи узатиш l' нуқтадан тўхтайди ва пуркаш даври (l') 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 биргаликдаги характеристикаси. Ёпиқ форсунканинг юқори босимли ёқилғи насоси билан биргаликдаги характеристикаси 58-расм (б) да келтирилган.

Чизмада горизонтал штрихли чизик хайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи ўтирганидан кейин, юқори босимли трубкада олдинги циклдан қолган босим $P_{кб}$ ни характерлайди, хайдаш 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 $P_{плр}$ ортқича камайиб, нина ўрнига қайта ўтириши мумкин. Хайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи ўриндиқнинг йўналтирувчи каналидан чиқиб, ёқилғи плунжернинг бўшлиғидан кела бошлайдиган пайт 5 нуқта билан ифодаланади. Бундан кейинги босқичда $P_{плр}$ босимнинг ортиши, плунжер ҳаракат тезлигининг ўзгариши характерига айнан мос келади.

Ёқилғи бериш 6-нуқтадан узилади, плунжер усти бўшлиғидаги босим тез пасаяди, хайдаш клапани ўриндиқ томонга ҳаракат қилади. Бўшатувчи белбоғ ўриндиқнинг йўналтирувчи каналига ўтирганида (7-нуқта) юқори босимли трубка плунжер усти бўшлиғидан ажралади ва $P_{плр}$ босим тез пасаяди. Маълум вақт (7-нуқтагача) ёқилғи бериш узиб қўйилганига қарамай, юқори босимли трубкада қолган ёқилғи форсунка орқали цилиндрга пуркалишда давом этади. Форсунканинг нинаси 8-нуқтада ўз ўрнига тушади ва босим $P_{ф}$ нинг бундан кейинги пасайишига фақат хайдаш клапанининг ишлаши сабаб бўлади.

Ёқилғи насоси билан форсунканинг биргаликда 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 таҳлил 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 айла-нишлар частотаси ўртасидаги алоқа ўрнатувчи боғланишга, юқори босимли ёқилғи насосининг характеристикалари дейилади. Одатда насосни синашда қуйидаги характеристикалар олинади:

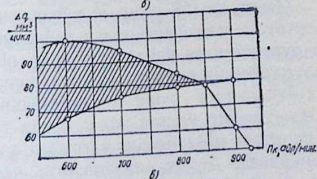
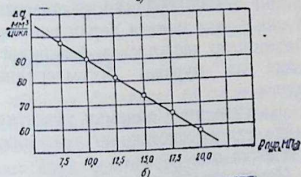
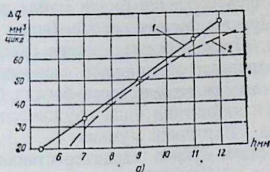
ёқилғи узатиш бўйича, пуркалиш босими бўйича, тезлик бўйича ва регуляторли характеристика.

Ёқилғи узатишнинг ўзгариш қонуниятлари билан яқиндан тани-шиш мақсадида юқори босимли ёқилғи насосининг характеристика-ларини қараб чиқайлик. Характеристикаларни олиш методикаси мах-сус адабиётларда ёритилгандир.

Ёқилғи узатиш бўйича характеристика. Рейканинг ҳолатига нис-батан циклга узатилувчи ёқилғи массасининг ўзгариши чизмаси, яъни насоснинг ёқилғи узатиш бўйича характеристикаси 58-расм (а) да келтирилган бўлиб, бунда айла-нишлар частотаси ва пуркалиш-нинг бошланиш босими ўзгармас қилиб олинади.

Рейка йўлини ифодаловчи h нинг кичик қийматларида циклга узатувчи Δq ёқилғи массаси жу-да кам бўлиб, h ортиши билан жуда тез кўтарилиб боради. Бун-га сабаб, рейканинг йўли ортган-да, плунжернинг винтсимон қир-раси гилзанинг қайта чиқариш дарчасини кечроқ очади, плун-жернинг актив йўли ортади ва цилиндрга тушувчи ёқилғининг массаси кўпаяди. Энг кўп ёқилғи бериши чеклаш учун рейканинг ёки регулятордаги бошқариш ри-чагининг силжишига мос чеклагич ўрнатиб чегараланади.

Назарий олганда бир пуркаш-да двигателнинг цилиндрга уза-тадиган ёқилғи массаси, рейка йўлининг ортиши билан тўғри чизиқли характерда (58-расм (а) даги 1 чизик) ортади. Ҳақиқатда эса назарийсидан бироз фарқ қи-



58-расм. ЛЧТН- $8,5 \times 10$ Т ёқилғи насосининг характеристикалари.

лади (58-рasm (a) 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 коэф-фициент орқали ҳисобга олинади.

Пуркаш босими бўйича характеристика. Ёқилғи насосининг пуркалиш босими бўйича характеристикаси 58-рasm (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 сополаридан чиқа бошлаши билан майда зарраларга парчаланади.

Пуркаш босими ортиши билан ёқилғининг тўзиш сифати яхшиланади. Пуркаш босими ёқилғи бериш аппаратурасининг тузилишига, 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-рasm (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-рasm, в) кўринадикки, насос валининг айланишлар частотаси камайиши билан рейканинг ҳар бир ҳолатида циклга берилувчи ёқилғи камайдди. 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 ножипсликларини орқали ёқилғини сизиб ўтиши кўпаяди. Натижада насос кула-

чоқли 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, двигателнинг 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 босганиб ишлаётганини ва регулятор ишлаган пайтдаги циклга узатилувчи ёқилғининг массасини техник шартларга мос келиш-кечмаслиги тўғрисида хулоса чиқариш мумкин.

Регуляторли характеристикани таҳлил қилиш натижасида корректорнинг ишга тушиш пайти ва таъсир қилиш зонасини аниқласа бўлади. Маълумки, двигатель катта нагрузка режимда ишлаганда, насос айланишлар частотасининг камайиши таъсирида корректор насос рейкасини қўшимча миқдорда суради. Оқибатда циклга узатилувчи ёқилғи кўпайиб, двигателнинг қуввати ва буровчи момент ортади, қаршилиқни 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 моментини), 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.

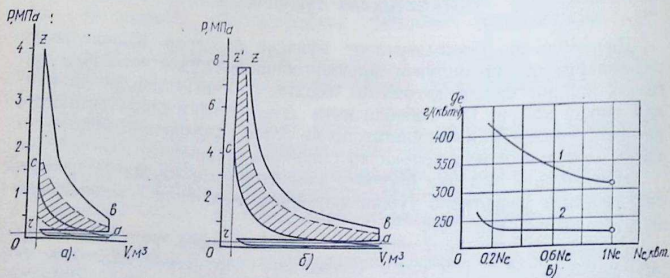
Карбюраторли ва газли двигателларда регулятор дроссель заслонкасининг ҳолатига таъсир қилиб, цилиндрга кираётган аралашманинг асосан миқдорини ўзгартирса, дизелларда рейка ҳолатига таъсир қилиб, цилиндрдаги аралашманинг сифатини ўзгартиради. Шу сабабли, двигателлардаги созланиш системасини иккига бўлиш 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, асосан тўла нагрузкада ишловчи ва иш жараёнида нагрузкани 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 созланиш жараёни содир бўлади.

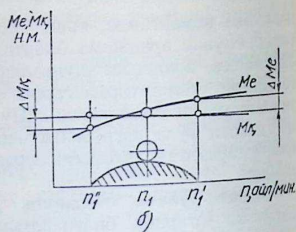
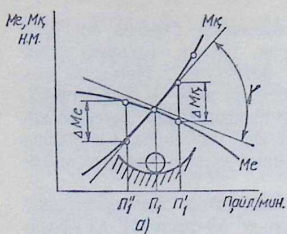
Дизелда нагрузка озайиб, рейка йўли қисқарганда ёқилғининг пуркаш даври камайганлиги учун ёниб бўлиш даври ҳам қисқаради. Бу пайтда ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини нисбатан ортганлиги учун ёниш тўлиқроқ ўтади. Шу сабабли нагрузка камайганда двигателнинг тежамкорлиги (59-расм (в) даги 2-чизиқ) деярли ўзгармай қолади. Демак, дизелларни иш жараёнида нагрузкани донмо 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 моментиға, турғунлик омилиға ва ишчи циклининг барқарорлиги, яъни кичик айланишлар частотасида жараённинг сифатиға боғлиқ. Двигатель ишининг энг тежамкор бўлишини таъминлаш учун ишлаш жараёнида айланишлар частотасининг рухсат этилган минимал қийматини камайтиришға ҳаракат қилиш керак.

Двигатель иш режимининг барқарор турғун ҳолатини кўриб чиқайлик. Двигателнинг иш кўрсаткичлари қараб чиқиляётган вақт ичида ўзгармас бўлиб қоладиган режимға *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* n_1 га тенг бўлган турғун ишлаш режимини аниқлайди. Агар турғун ишлаш режимида бирон-бир сабабга кўра айланишлар частотаси n_1' гача камайса, у ҳолда *двигатель* momenti 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 n_1 дан n_1 гача кўтарилади. Бошқа бир сабабга кўра айланишлар частотаси n_1'' гача ортса, у ҳолда қаршилик momenti *двигатель* моментидан ($M_k > M_e$) катта бўлиб қолади. Энди айланишлар частотаси қаршилик моментининг ортиқча бўлиб қолган (ΔN_k) қисми ҳисобига n_1 гача камаяди, 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 кесишса, турғун режимининг тикланиши шунчалик тезлашади.

Таҳлиллар шуни кўрсатадики, характеристикалар 60-расм (б) дагидек жойлашганда, айланишлар частотасининг бирон-бир сабабга кўра n_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.

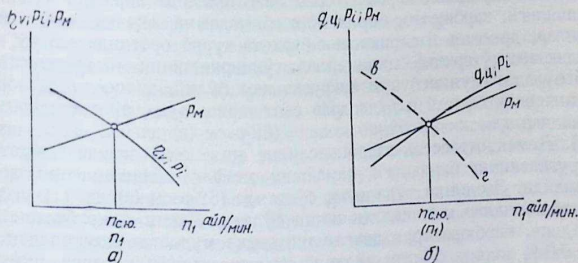
Демак, турғун ишлаш режими бузилганда айланишлар частотаси камайиб двигатель ўчиб қолиши ёки аксинча ниҳоятда ортиб, хавфли айланишлар чегарасигача кўтарилиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун двигательда салт ишлаш режимида турғун ишлаш ва айланишлар номиналдан ортганда уни чеклаш хусусияти бўлиши керак. Шу сабабли двигательларнинг юқоридаги тезлик режимида ишлашини қараб чиқайлик.

Двигателларнинг салт юриш режимида ишлаши. Двигатель (айниқса, транспорт двигателя) ишининг салт юришидаги турғунлиги, эксплуатацион нуқтан-назардан катта аҳамиятга эгадир. Двигателнинг бундай режимда ишлаши қуйидаги ҳолларда; автомобиль ёки трактор қисқа муддатга тўхтаганда, узатмалар қўтисидagi 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.

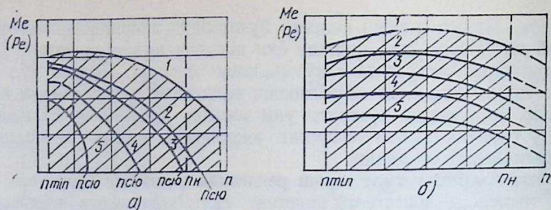
Дизелларда, салт юриш режимида айланишлар частотасининг ортиши билан ўрта индикатор P_i босим, ўртача ишқаланиш P_m босимдан тезроқ кўтарилади (61-расм, б). Босимнинг бундай ўзгаришига асосий сабаб, кўпчилик ёқилғи насосларида айланишлар ортиши билан, рейканинг ўзгармас ҳолатида ҳам циклга узатиловчи q_c ёқилғи миқдорининг кўпайишидир.

Бирон-бир сабабга кўра айланишлар салт юриш учун ўрнатилганидан ($n_1 = n_{с.ю.}$) катталашганда, дизелда P_i босим P_m босимдан ортиқ бўлганидан двигательнинг айланишлари янада ортади. Агар айланишлар $n_1 = n_{с.ю.}$ 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. Қарбюраторли (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 двигателъ салт юриш режимида тургун ишлаётганида бирор сабабга кўра айланишлар $n_1 = n_c - \alpha$ дан бироз озыйса, P_i тез ортади, P_m эса камаяди (61-расм, а). Босим P_i нинг айланишга нисбатан бундай ўзгариши карбюраторли двигателнинг салт юришда тургун ишлашини таъминлайди. Шу сабабли бу двигателлар салт юришда махсус регулятор талаб қилмайди.

Двигателларнинг максимал айланишлар режимида ишлаши. Ёқил-
ғи насоси рейкаси ёки дроссель заслонканинг турли ҳолатларида
дизель ва карбюраторли двигателлардан олинган ва 1 чизиқ орқали
ташқи ҳамда 2 ... 5 чизиқлар орқали ораліқ тезлик характе-
ристикаларининг чизмалари 62-расм (а ва б) да ифодаланган,

Карбюраторли двигателларда (62-расм, а) бoshқариш органининг ҳар бир ҳолатида, айланишлар частотаси маълум чегарадан ортганда дроссель заслонкаси беркилиб бориши билан бурувчи момент тез камайиб кетади. Ташқи характеристикадаги бурувчи 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; айлана-шарлар, дроссель заслонкасини беркита туриб ортганда эса бу қаршилиқ тез кўтарилиб, цилиндрлар тўлдирилишини камайтишига сабаб бўлади. Шунинг учун нағрузка кам бўлиб, дроссель заслонкаси қия очик бўлган пайтлардаги салт юриш $h_{с-ю}$ айланишлари номиналдан ҳам кичик бўлиб қолади (62-рasm (a) даги 3, 4, 5, чизиклар). Демак, дроссель заслонкасининг қия ҳолатларида двигатель нағрузкасининг бирданига камайтиши хавфли айланишларни ҳосил қилмайди. Заслонка тўла очик бўлганда (62-рasm (a) 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 шаронти 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 нагрузканинг қўққисдан камайиши, айланишлар частотасини бирданига ортишига сабаб бўлади (62- расм, б). Янги барқарор режимга эса олинаётган энергия билан ички йўқотишлар энергияси тенглашганда, яъни $n_{с-ю-мах} \gg n_n$ 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 нагрузкаларининг 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 ишлашнинг таҳлил қилиш шунини 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 шаронти бўйича кам деганда икки режимли — салт юришнинг турғунлаштирувчи ва максимал айланишлар частотасини чекловчи регуляторлар билан жиҳозланиши керак. Дизел ишини ораліқ 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 сошлаш жараёни автоматик созланиш системалари ёрдамида амалга оширилади.

Двигатель тезликлар режимининг автоматик созланиш системаси деб, тирсакли 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 элементиدير. 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 шаронти бўйича қатъий белгиланган тезликлар режимини ушлаб туриш талаб қилинганда ёки айланишлар частотаси хавфли кўтарилиб кетиши натижасида двигатель ишчи жараёнининг ёмонлашув ва двигатель деталларига тушувчи механик зўриқиш рухсат этилганидан ортиб кетиши мумкин бўлган барча ҳолларда двига-

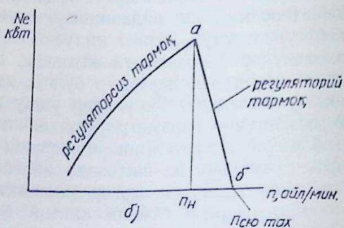
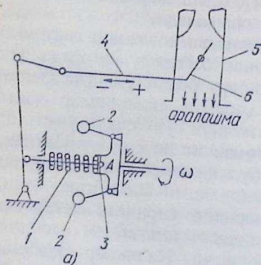
телларга айланишлар частотасининг автоматик регуляторлари ўрнатилади.

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 ўтамиз.

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 кираётган аралашманинг миқдори камаяди. Бунда двигателнинг қуввати (бурувчи моменти) регуляторли тармоқ бўйича (63-расм (б) даги а, б чизиқ) камаяди. Нагрузка кўпайиб, двигателнинг айланишлари камайганда эса ҳамма нарсa 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 принципал схемаси (а) ва двигателнинг бу регулятор билан биргаликдаги (б) характеристикаси:
1 — пружина; 2 — юкчалар; 3 — регулятор муфтаси; 4 — тортқи; 5 — карбюратор; 6 — дроссель заслонкаси.

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 p_1 га етиб борганда унинг кучига тенглашади. Шу сабабли айланишлар p_1 дан p_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, рычаг 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 p_2 га етганда, муфта ички пружинага тиралиб, юкчалар силжишдан тўхтайди, чунки бу пайтдаги юкчаларнинг кучи ҳали икки пружина кучини бирданига енгилш учун етарли бўлмайди. Шундай қилиб регулятор $p_2 - p_3$ айланишлар частотаси оралиғида ишламайди. Шу сабабли ёқилғи насосининг рейкаси бу орада қўл билан бошқарилиши ва регулятор конструкцисини бундай бошқаришга имкон бериши керак.

Айланишлар частотаси $p_3 = p_n$ га етганда юкчаларнинг кучи иккала пружина кучини бирданига енгилш учун етади ва айланишларни бундан кейинги ортиши юкчаларни янгидан силжишига сабаб бўлади (64- расм, в). Натижада ёқилғи узатиш яна (64- расм, г) камай бошлайди. Бу двигатель кўрсаткичларини бирданига камайишига олиб келади (64- расм (д, е) даги Б зонасидан икки пружина билан олинган характеристика). Шундай қилиб қараб чиқиладиган регулятор иккита юқори даражадаги турғун режимига, яъни салт юришнинг минимал айланишларини турғунлигини таъминловчи ($p_1 < p < p_2$) ва максимал айланишларни чеклаш имкониятини берувчи ($p_3 < p < p_4 = p_{с-ю\max}$) 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 $p > p_3 = p_n$ 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 $p_1 - p_2$ айланишлар оралиғида ишга тушиб, рейка йўлини камайтир-

ганлиги учун бу орада двигатель ташқи характеристикадан оралиқ-характеристикага ўтади. Педалнинг юқоридаги ҳолатларида айланешлар 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 ($p_3 < p < p_4 = p_{c-yo\ max}$) айланишларда тўлиқ ишлайди.

Дизелнинг икки режимли регулятор билан биргаликда ишлаш режимлари диаграммда (64-расм, д, е) штрихланган А ва Б зоналар билан ифодаланган.

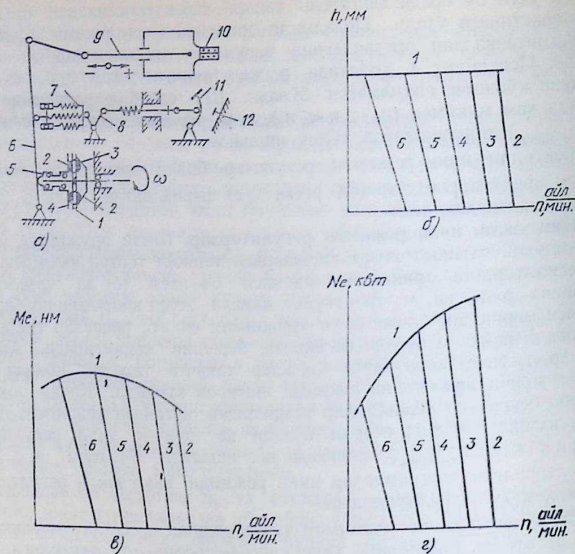
Икки юкли, икки режимли регуляторлар. Бита пружинага таъсир қилувчи ва икки жуфт юкчалардан ташкил топган икки режимли регуляторнинг принципиал схемаси 64-расм (б) да чизилган. Айланишлар p_1 дан p_2 га етгунча иккала жуфт юкчаларнинг биргаликдаги марказдан қочма кучи пружинани сиқиб, рычаглар системаси 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 енгилга етарли бўлади ва шунинг учун регулятор $p_3 < p < p_4 = p_{c-yo\ max}$ 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, у регуляторларнинг двигательларда қўллаш истиқболини камайтириб юборди. Шу сабабли янги дизелларда асосан ҳамма режимли регуляторлар ишлатилмоқда.

Ҳамма режимли регуляторлар. Дизель ишини p_{min} дан p_n гача бўлган барча тезлик режимларида турғун булишни 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 бошқарилади. Ҳайдовчи педаль ёрдамида бу пружинанинг таранглигини ва регулятор ишга тушадиган айланишлар частотасини ўзгартиради. Бунда юкчаларнинг кучи таъсирида муфта силжиб, рычаг орқали рейка йўлини (65-расм, б) ўзгартиради.

Двигателнинг максимал ва минимал айланишлар частотаси пружинанинг таранглигига боғлиқ ва у таянчлар ёрдамида ростланади. Двигателни тўхтатиш учун ҳайдовчи билан махсус рычаг 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 ёқилғи 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 — тортқи; 9 — ёнлиги насосининг рейкаси; 10, 12 — таянчлар; 11 — педаль.

Регулятор двигателнинг буровчи моментини (қувватини) юкла- нишга 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 режимиға боғлиқдир. Шундай қилиб ишлатиш жараёни учун созланиш системасининг нотекислик ва сез- маслик даражалари катта аҳамиятға эгадир.

Тезлик характеристикасининг регуляторли тармоғи бўйича ишла- ётган двигатель тирсакли валининг бурчак тезлигини нисбий ўзга- риш диапозони нотекислик даражаси δ_n билан баҳоланади:

$$\delta_n = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_{\text{гр}}} \cdot 100 \%$$

бу ерда ω_1 — тирсакли валнинг тўла нагрузка ва регуляторни бош- қариш органининг қабул қилинган ҳолатидаги бурчак тезлиги, C^{-1} ;

ω_2 — тирсакли валнинг салт юриш ва регуляторни бошқариш органининг ўша ҳолатидаги бурчак тезлиги, C^{-1} ;

$\omega_{\text{эрт}}$ — ўртача бурчак тезлиги, $\omega_{\text{эрт}} = (\omega_1 + \omega_2)/2$, 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 айланишини 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:

$$\varepsilon_p = \frac{\omega'' - \omega'}{\omega_{\text{эрт}}} \approx \frac{R}{E}$$

бу ерда $(\omega'' - \omega')$ — система ишқаланишининг мавжудлиги ҳисобига бошқариш органи қўзғалмас бўлиб қоладиган двигатель;

$\omega_{\text{эрт}}$ — двигатель валининг берилган интервалдаги ўртача бурчак тезлиги, $\omega_{\text{эрт}} = (\omega'' + \omega')/2$, 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 яхшилайтиди;

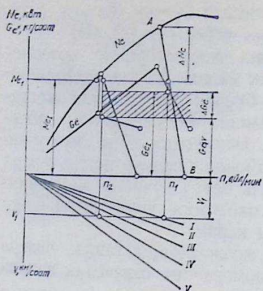
иш унумини (иш вақтидан фойдаланиш коэффициентининг кўпайиши ҳисобига) оширади;

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 коэффициенти, 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 тахлил 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 самардорлигини таҳлил қилиш схемаси.

Трактор қатор оралиғини култивация қилишда ишлатилаёпти деб фараз қилайлик. Бу пайтда ғўзанинг шикастланишига йўл қўймаслик учун қишлоқ хўжалик машинасининг ишлов кенглиги ва трактор агрегатининг ҳаракат тезлиги, агротехник талаблар бўйича чекланган бўлади. Тезлик v_1 ва ишлов кенглигининг берилган қийматларида двигателнинг асосий тезлик (A—B) 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 қолтиш 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:

$$g_{cIV} = G_{cIV}/N_{e1}$$

Юқоридаги ифодаларда маҳраж N_{e1} ўзгармасдан, $G_{cIV} < G_{e1}$ бўлганлиги учун, двигатель иккинчи ҳолатда анча тежамкор (ΔG_c) ишлайди ва бу пайтда кўп миқдордаги ёқилғи иқтисод қилиб қолинади. Трактор транспортда ишлатилганда, машина-трактор агрегатини буришда ёки уни бир пайкалдан иккинчисига олиб ўтишда, агротехник 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, ёнилғи 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 ди-зеллар учун ёз шароитида айниқса катта аҳамиятга эгадир.

ИККИНЧИ ҚИСМ

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.

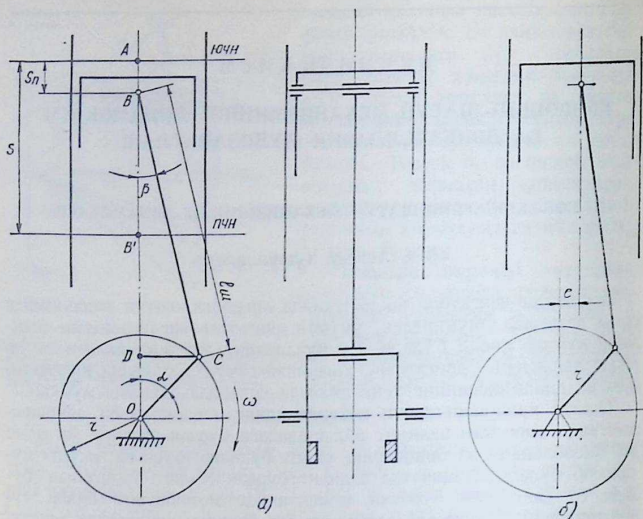
Одатда кривошип-шатун механизмининг кинематикаси текшириляётганда тирсакли валнинг айланишидаги бурчак тезлиги ўзгармас деб ҳисобланади ва бинобарин, унинг бурилиш бурчаги вақтга мутаносиб бўлади. Ҳақиқатда валнинг бурчак тезлиги ўзгарувчан бўлади, бу двигатель буровчи моментининг нотекислиги билан тушунтирилади. Двигатель турғунлашган режимида ишлаганда тирсакли валнинг бурчак тезлиги ниҳоятда кичик ораликда ўзгаради. Шунинг учун амалиёт учун етарли даражада аниқликда поршеннинг кўчиши, тезлиги ва тезланишини аниқлашда тирсакли валнинг бурчак тезлигини ўзгармас деб қабул қилинади.

67- расм (а) да двигатель марказий (аксиал) кривошип-шатун механизмининг схемаси ифодаланган бўлиб, бунда цилиндр ўқи тирсакли вал ўқи билан устма-уст тушади. Схемада қуйидаги белгилар қабул қилинган:

- α — цилиндр ўқидан тирсакли 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 цилиндри ўқидан тебраниш текислигидаги оғиш бурчаги;
- ω — тирсакли 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) кривошип-шатун 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:

$$S_n = l_m + r - l_m \left(1 - \frac{\lambda^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2} + r \cdot \cos \alpha\right) = r \left(1 + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin^2 \alpha - \cos \alpha\right)$$

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

$$S_n = r \left[1 + \frac{\lambda}{4} - (\cos \alpha + \frac{\lambda}{4} \cdot \cos 2\alpha)\right] \quad (112)$$

юқоридаги тенгламадан қуйидагиларни оламиз:

$$\alpha = 0^\circ \text{ да}$$

$$S_n = 0$$

$$\alpha = 90^\circ \text{ да}$$

$$S_n = r \left(1 + \frac{\lambda}{2}\right)$$

$$\alpha = 180^\circ \text{ да}$$

$$S_n = 2 \cdot r$$

Булардан кўрииб турибдики, кривошип Ю. Ч. Н. дан дастлабки 90° ($\alpha = 90^\circ$) га бурилганда поршеннинг кўчиши (йўли) кривошипнинг кейинги 90° ($\alpha = 180^\circ$) 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:

$$C_n = \frac{ds_n}{dt} = \frac{ds_n}{dz} \cdot \frac{dz}{dt} = r\omega \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha\right) \quad (113)$$

(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 тир-сакли валнинг бурилиш бурчаги α бўйича, λ нинг турли қийматлари учун берилган махсус адабиётларнинг жадвалларидан олинади.

41-§. Кривошип-шатун механизмига таъсир қилувчи куч ва моментлар

Ҳозирги кунда трактор ва автомобилларга кўп ҳолларда тезкор двигателлар қўйилаётганлигидан, ундаги кривошип-шатун механизмининг 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.

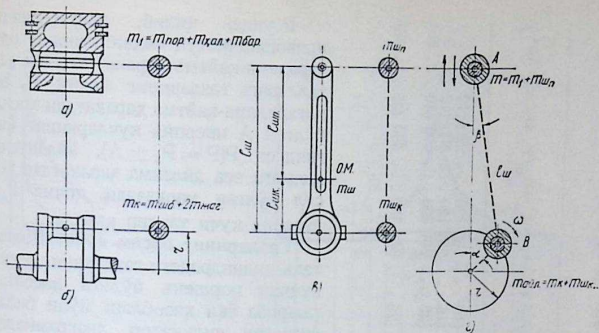
Двигателнинг кривошип-шатун механизмига ёнишдан ҳосил бўлган газлар кучи, илгарилама-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлган инерция кучи, айланма ҳаракатдан ҳосил бўлган инерция кучи, ишқаланиш ва оғирлик кучлари таъсир қилади. Охириг икки кучнинг қиймати нисбатан кичик бўлганлиги туфайли динамик ҳисобларда улар эътиборга олинмайди.

Инерция кучларининг қийматини аниқлашда механизм деталларининг массаларини билиш керак. Бунда динамик ҳисобларни енгиллаштириш мақсадида ҳақиқий кривошип механизмининг массаси динамик эквивалент жойлашган массалар системаси билан алмаштирилади. Ҳаракатнинг турига қараб ҳаракатланувчи барча деталларни уч гурппага бўлиш мумкин;

1. Цилиндр ўқи бўйлаб илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи деталлар (поршень группаси). Поршеннинг ҳалқалар ва бармоқ билан биргаликдаги массасини поршень бармоғи ўқида 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 соддалаштириш мақсадида шатуннинг массаси 2 та массага келтирилади. Улардан бири $m_{шн}$ масса шатуннинг юқори голоёкеси ўқида иккинчиси $m_{шк}$



68-расм. Кривошип-шатун механ изми икки массали системага келтириш:

а — поршень комплекстининг массасини келтириш; б — кривошип массасини келтириш; в — шатун массасини келтириш; г — кривошип-шатун механизм системасини 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 механизмининг қаттиқ вазнсиз эзе-но билан боғланган икки (68-расм, г даги А ва В) нуқтадаги мас-салар системаси билан алмаштирилади. А нуқтадаги масса, илгари-лама-қайтма ҳаракатланувчи масса бўлиб, унинг қиймати

$$m = m_1 + m_{шн} \quad (116)$$

ва В нуқтадаги масса айланувчи масса бўлиб, унинг қиймати

$$m_{айл} = m_{шк} + m_{шг} \quad (117)$$

Бу ерда $m_{шк}$ кривошипнинг мувозанатлашмаган қисмларининг массаси бўлиб, унинг қиймати шатун бўйини ($m_{шг}$) ва иккита жағ-нинг ($2 m_{жаг}$) массасидан иборат, яъни

$$m_{шк} = m_{шг} + 2 \cdot m_{жаг} \quad (118)$$

m_1 , $m_{шн}$ ва $m_{шк}$ массалар прототип двигателдаги мос қисмларнинг массасига тенг деб қабул қилинади ёки чизмалар бўйича ҳисобла-нади. Поршень тубининг (F_n) юза бирлигига нисбатан поршень (m_1) ва шатун ($m_{шн}$) ларнинг нисбий массалари 11-жадвалда берил-ган бўлиб, m_1 ва $m_{шн}$ массаларни аниқлашда улардан фойдаланиш мумкин.

11-жадвал. Двигателлар поршень ва шатунларнинг нисбий массалари қиймати

Двигателларнинг тури	Поршень ёки шатуннинг materiali	$M'_1 = M_1 / F_n \text{ кг/м}^2 \text{ [г/см}^2\text{]}$		$M'_2 = M_2 / F_n \text{ кг/м}^2 \text{ (г/см}^2\text{)}$	
		Поршень ёки шатуннинг materiali		$M'_2 = M_2 / F_n \text{ кг/м}^2 \text{ (г/см}^2\text{)}$	
Карбюраторли автомобиль двигатели ($D = 60 \dots 100 \text{ мм}$) Автомобиль дизеллари ($D = 80 \dots 120 \text{ мм}$) Трактор дизеллари ($D = 100 \dots 140 \text{ мм}$)	Енгил қотшма ёки пўлаг	100	150	120	200
	Чўян	150	280	120	200
	Енгил қотшма	200	250	300	400
	Енгил қотшма	250	350	350	550

Шундай қилиб, двигателнинг кривошип-шатун механизмининг илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи деталларига газларнинг босим P_2 ва илгарилама-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлган A 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:

$$P_r = P_1 \cdot F_n$$

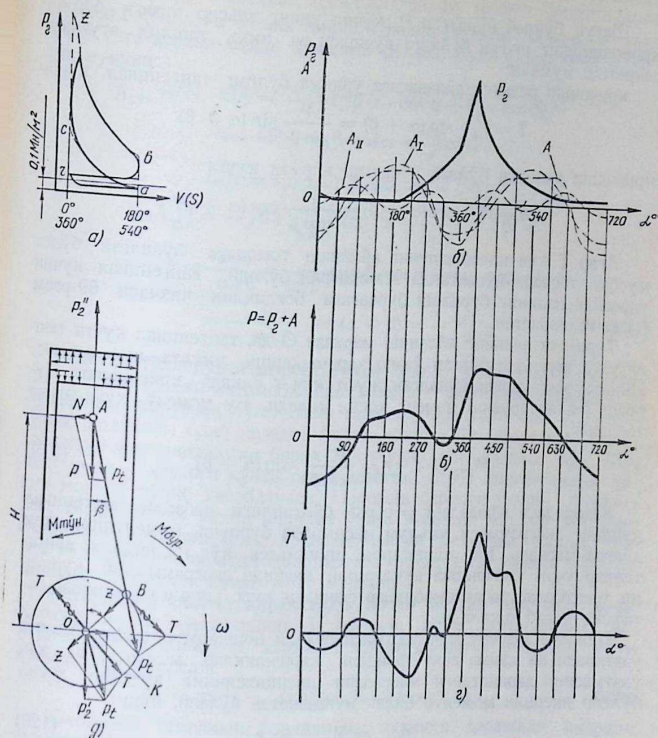
бу ерда P_1 — цилиндрдаги газларнинг босими;

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 1 ўқи



69- расм. Кривошип-шатун механизмга таъсир қилувчи кучларнинг чизмаси:

а — индикатор диаграммаси; б — индикатор ва инерция кучлари диаграммасини, тирсакли в — сосим 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 бўйига 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 қуйидагича 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 батафсил қараб чиқилади.

Буровчи момент куч узатмаси орқали бошқарувчи ғилдиракларга узатилади ва ҳамма вақт фойдали қаршиликлар моменти ва куч узатмасини ҳаракатдаги массалари инерциясининг кучидан ҳосил бўлган инерция моменти билан мувозанатда бўлади, яъни

$$M_{\text{бур}} = M_K \pm s \cdot e \quad (120)$$

О 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:

$$\begin{aligned} A_{тўн} &= N \cdot OA = -P \cdot \operatorname{tg} \beta (r \cdot \cos \alpha + l_m \cdot \cos \beta) = \\ &= -P \cdot r \cdot \operatorname{tg} \beta \left(\cos \alpha + \frac{l_m}{r} \cos \beta \right) \\ l_m/r &= \sin \alpha / \sin \beta \text{ эканлиги учун} \\ A_{тўн} &= -P \cdot r \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \left(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot \cos \beta \right) = \\ &= -P \cdot r \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \frac{1}{\sin \beta} (\sin \beta \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \beta) = \\ &= -\frac{P \cdot r}{\cos \beta} \cdot \sin (\alpha + \beta) = -M_{бур} \end{aligned} \quad (121)$$

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, тирсакли 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:

$$A = m \cdot j_n = m r \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha) \quad (122)$$

Юқоридаги тенгликни биринчи ва иккинчи даражали инерция кучларининг йиғиндиси сифатида ҳам ёзиш мумкин:

$$A = A_I + A_{II} \quad (122a)$$

бу ерда, $A_I = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha$ — биринчи даражали инерция кучи бўлиб, унинг ўзгариш даври тирсакли валнинг бир айланишига тенг;

$A_{II} = m r \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$ — иккинчи даражали инерция кучи бўлиб, унинг ўзгариш даври тирсакли валнинг ярим айланишига тенг.

Илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи массалар инерция кучининг мувозанатланишини текширишни енгиллаштириш учун A_I 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 бурилиш бурчагига боғлиқлик диаграммаси 69-рasm (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 $P_{мқ}$ инерция кучи ҳам-мавақт кривошип радиуси бўйлаб йўналган бўлади. Қиймати ўзгар-мас бўлиб, қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P_{мқ} = m_{айл} \cdot r \cdot \omega^2 \quad (123)$$

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 уму-мий 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 $P_{мқ}$ 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 учун 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 $P_{мқ}$ инер-ция кучи ва бу кучлардан ҳосил бўлувчи M_I , M_{II} ва $M_{мқ}$ эркин мо-ментлар киради.

Двигателнинг мувозанатланганлиги кўп жиҳатдан цилиндрларнинг сонига ва уларнинг жойланишига, шунингдек, вал тирсакларининг жойланишига боғлиқ. Қуйидаги цилиндрларининг сони ва жойланиши турли хил бўлган двигателларнинг мувозанатланиши қараб чиқилади.

Бир цилиндрли двигателларни мувозанатлаш. Цилиндр ўқи бўйлаб таъсир қилувчи, қиймати ва йўналиши косинусоида қонун 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-расм, а) у ҳолда пасангилар марказдан қочма кучининг цилиндр ўқиға 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 ўқиға тик бўлган текисликда пасангилар марказдан қочма кучининг $m_n \cdot \omega^2 \sin \alpha$ 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 ўқиға тик бўлган текисликда таъсир қилади.

Биринчи даражали инерция кучини тўла мувозанатлаш учун 70-расм (б) да кўрсатилган механизмдан фойдаланиш мумкин. Тирсакли 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 тирсакли 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 $R'_{мк} = m'_n \cdot \omega'^2$ га тенг бўлган марказдан қочма куч ҳосил қилади. Барча пасангиларнинг марказдан қочма кучлари вертикал ташкил этувчиларининг тенг таъсир этувчисига барабар бўлади:

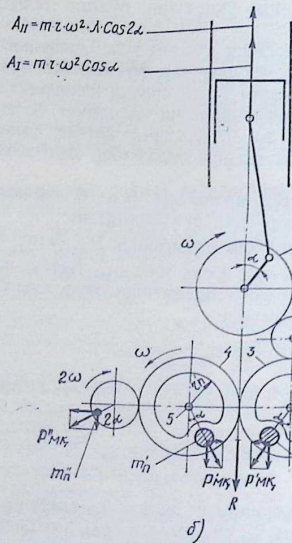
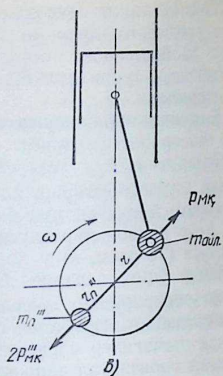
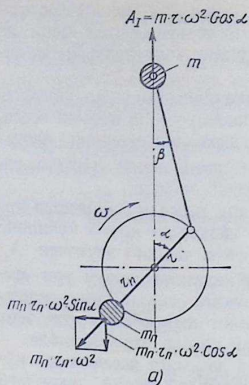
$$R = 4 \cdot m'_n \cdot \omega'^2 \cdot \cos \alpha$$

A_I ва R ни бир-бирига тенглаб ва тенгламани m'_n га нисбатан ечиб топамиз:

$$m'_n = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha}{4 \cdot \omega'^2 \cos \alpha} = \frac{M \cdot \omega}{4 \cdot \omega'^2}$$

Тенгламанинг ўнг томонига m ва ω қийматларини қўйиб ва конструктив нуқтан назрдан ω' 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} кучини 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 $R_{мқ}$ куч тирсакли валнинг жағларига иккита бир хил пасанги ўрнатиб мувозанатланади (70-расм, в). Пасангиларнинг марказдан қочма $R'_{мқ}$ кучининг тенг таъсир этувчиси $2 \cdot R'_{мқ}$ кривошипнинг ўрта текислигидан ўтади ва $R_{мқ}$ кучга тенг, аммо унга қарама-қарши йўналганлиги учун уни мувозанатлайди, яъни

$$2 \cdot R'_{мқ} = -R_{мқ}$$

Ҳар бир пасангининг массаси m''_n қуйидаги тенгламадан топилади:

$$2 \cdot m''_n \cdot \dot{\varphi}_n''' \omega^2 = m_{аял} \cdot \dot{\varphi} \cdot \omega^2$$

ёки

$$m''_n = \frac{m_{аял} \cdot \dot{\varphi}}{2 \cdot \dot{\varphi}_n'''}.$$

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 валлар-

га, $M_{P_{\text{мқ}}}$ 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

$$\Sigma A_I = m r \omega^2 (\cos \alpha \cdot \cos 0^\circ + \cos \alpha - \cos 180^\circ) = 0$$

$$\Sigma A_{II} = m r \omega^2 \lambda (\cos 2\alpha \cdot \cos 0^\circ + \cos 2\alpha \cdot \cos 180^\circ) = 0$$

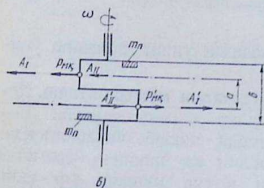
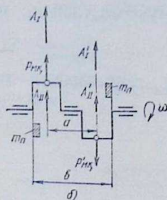
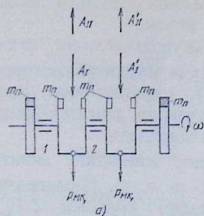
$$\Sigma P_{\text{мқ}} = m_{\text{айл}} r \cdot \omega^2 - m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 = 0$$

Бу кучлар параллел текисликларда таъсир қилганликлари учун эркин моментлар ҳосил қилади:

$$M_{A_I} = m r \omega^2 a \cdot \cos \alpha$$

$$M_{A_{II}} = m r \omega^2 \lambda a \cos 2\alpha$$

$$M_{P_{\text{мқ}}} = m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$



71-расм. Цилиндрларининг жойла-
ниши ва тирсакли валининг кўри-
лиши (шакли-конфигурацияси) тур-
лича бўлган икки цилиндрли дви-
гателлар кривошип-шатун меха-
низмнинг схемалари.

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 мувоzanатлаш 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 равон ишлашига олиб келади.

Биринчи ва иккинчи тартибли инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:

$$\begin{aligned}\Sigma A_I &= m r \omega^2 \cos \alpha + m r \omega^2 \cos (\alpha + 120^\circ) + m r \omega^2 \cos (\alpha + 240^\circ) = \\ &= m r \omega^2 [\cos \alpha + \cos (\alpha + 120^\circ) + \cos (\alpha + 240^\circ)] = 0\end{aligned}$$

чунки

$$\cos (\alpha + 120^\circ) + \cos (\alpha + 240^\circ) = -\cos \alpha$$

$$\Sigma A_{II} = m r \omega^2 \lambda [\cos 2 \alpha + \cos 2 (\alpha + 120^\circ) + \cos 2 (\alpha + 240^\circ)] = 0$$

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:

$$\Sigma P_{мқ}^v = m_{ал} \cdot r \cdot \omega^2 [\cos \alpha + \cos (\alpha + 120^\circ) + \cos (\alpha + 240^\circ)] = 0$$

$$\Sigma P_{мқ}^r = m_{ал} \cdot r \cdot \omega^2 [\sin \alpha + \sin (\alpha + 120^\circ) + \sin (\alpha + 240^\circ)] = 0$$

Тирсакли вал ўқида ётувчи қандайдир А нуқтага нисбатан олинган (72-расм) биринчи тартибли инерция кучларининг моменти

$$\begin{aligned}M_I &= m r \omega^2 [(c + 2a) \cos \alpha + (c + a) \cos (\alpha + 120^\circ) + c \cdot \cos (\alpha + 240^\circ)] = \\ &= m r \omega^2 [c \cdot \cos \alpha + 2a \cdot \cos \alpha + c \cdot \cos (\alpha + 120^\circ) + \\ &\quad + a \cdot \cos (\alpha + 120^\circ) + c \cdot \cos (\alpha + 240^\circ)]\end{aligned}$$

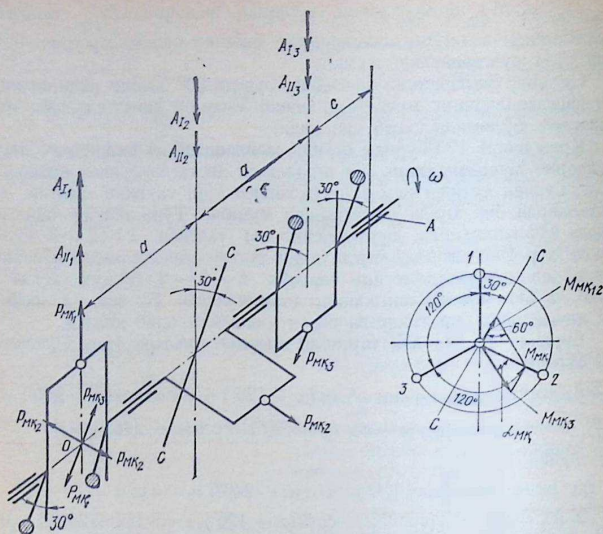
ёки

$$M_I = m r \omega^2 a (1,5 \cos \alpha - 0,866 \cdot \sin \alpha)$$

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 цилиндрли двигателни 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 мос 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 $M_{мк_2}$ ва $M_{мк_3}$ ҳосил бўлади:

$$M_{мк_2} = P_{мк_2} \cdot a = P_{мк} \cdot a; \quad M_{мк_3} = P_{мк_3} \cdot a = P_{мк} \cdot a$$

Тенг таъсир этувчи момент:

$$M_{мк} = \sqrt{M_{мк_2}^2 + M_{мк_3}^2 - 2M_{мк_2} \cdot M_{мк_3} \cdot \cos 60^\circ} = 1,732 \cdot P_{мк} \cdot a$$

$M_{мк_2}$ ва $M_{мк_3}$ 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 и бир меъёрда (ҳар 180° да бир марта) такрорланишини таъминлайди.

Бу двигателда биринчи тартибли ва марказдан қочма [инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади, яъни

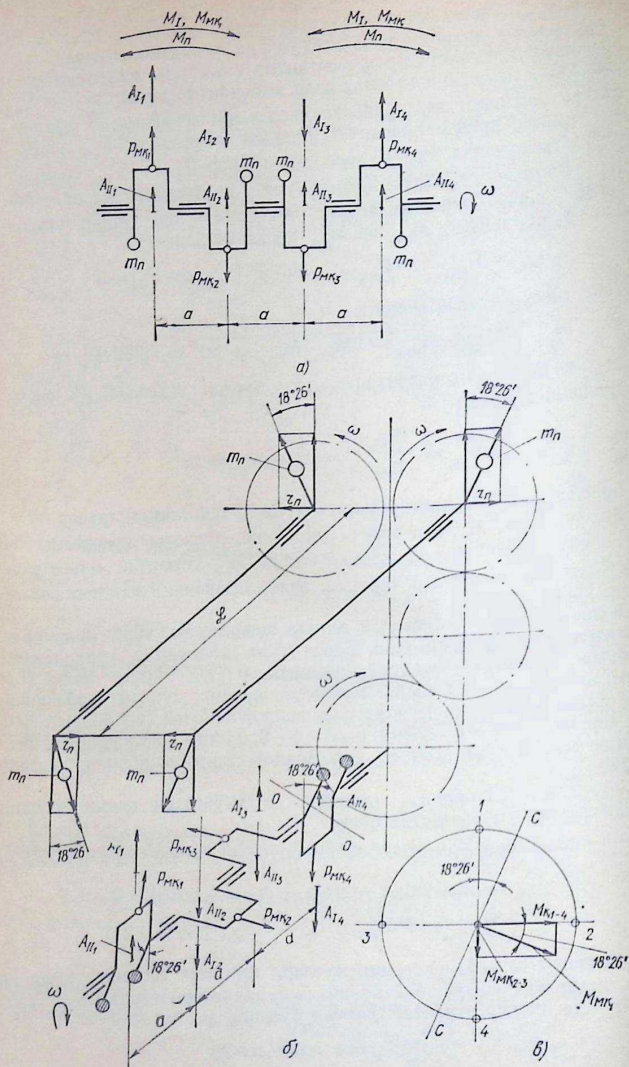
$$\sum A_I = m\omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 180^\circ) + \cos(\alpha + 180^\circ) + \cos(\alpha + 360^\circ)] =$$

$$= m\omega^2 (\cos \alpha - \cos \alpha - \cos \alpha + \cos \alpha) = 0$$

$$\sum P_{мк} = 2 \cdot m_{алл} \cdot r \cdot \omega^2 - 2m_{алл} \cdot r \cdot \omega^2 = 0$$

Иккинчи тартибли инерция кучлари тирсакли валнинг барча ҳолатларида бир-бирига тенг бўлиб, бир хил йўналганлигидан уларнинг тенг таъсир этувчиси баравар бўлади:

$$\sum A_{II} = 4 \cdot m\omega^2 r \cos 2\alpha$$



73- расм. Тўрт цилиндрли қаторли двигателларни мувозанатлаш схемалари.

Бу кучни фақат қўшимча валлар усули билангина мувозанатлаш мумкин.

Биринчи ва иккинчи тартибли, шунингдек, марказдан қочма инерция кучларининг моментлари, чизмадан (73-расм, а) аниқ кўриниб тургандек, нолга тенг бўлади:

$$M_I = 0; M_{II} = 0; M_{M\kappa} = 0$$

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, M_I ва айниқса $M_{M\kappa}$ 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 остида жойлашган. Бундай двигателларда барча инерция кучлари ўзаро мувозанатда бўлади:

$$\begin{aligned} \sum A_I &= m\omega^2 [\cos \alpha + \cos(\alpha + 90^\circ) + \cos(\alpha + 270^\circ) + \cos(\alpha + 180^\circ)] = \\ &= m\omega^2 (\cos \alpha - \sin \alpha + \sin \alpha - \cos \alpha) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum A_{II} &= m\omega^2 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 90^\circ) + \cos 2(\alpha + 270^\circ) + \cos 2(\alpha + 180^\circ)] = \\ &= m\omega^2 \lambda (\cos 2\alpha - \cos 2\alpha - \cos 2\alpha + \cos 2\alpha) = 0 \end{aligned}$$

$$\sum P_{M\kappa} = 0$$

чунки

$$P_{M\kappa_1} = -P_{M\kappa_4} \text{ ва } P_{M\kappa_2} = -P_{M\kappa_3}$$

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 $\alpha_{\max}$ 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

$$M_{I\max} = 3,162 m\omega^2 a$$

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:

$$M_{\text{max}} = 2m_n \cdot r_n \cdot \omega^2 \cdot L = 3,162 \cdot m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

бундан

$$m_n = 1,581 \frac{m \cdot r \cdot a}{r_n \cdot L}$$

Иккинчи тартибли инерция кучларининг моменти [ўзаро мувозанатланган бўлади:

$$M_{II} = m r \omega^2 \lambda a [3 \cos 2\alpha + 2 \cos 2(\alpha + 90^\circ) + \cos 2(\alpha + 270^\circ)] = \\ = m r \omega^2 \lambda a (3 \cos 2\alpha - 2 \cos 2\alpha - \cos 2\alpha) = 0$$

Марказдан қочма инерция кучларининг моментлари мувозанатлашмаган. $P_{m_{K1}}$ ва $P_{m_{K4}}$ кучлар биринчи ва тўртинчи кривошипларнинг айланиш текислигида таъсир қилувчи $M_{m_{K1-4}}$ моментни, $P_{m_{K2}}$ ва $P_{m_{K3}}$ лар эса иккинчи ва учинчи кривошиплар текислигида таъсир қилувчи $M_{m_{K2-3}}$ моментни ҳосил қилади. Бу моментларнинг қийматлари қуйидагича топилади:

$$M_{m_{K1-4}} = P_{m_K} \cdot 3a = 3m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

$$M_{m_{K2-3}} = P_{m_K} \cdot a = m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$$

Тенг таъсир этувчи M_{m_K} моментнинг қиймати $M_{m_{K1-4}}$ ва $M_{m_{K2-3}}$ моментлар векторларининг геометрик йиғиндисига (73-расм, в) тенг:

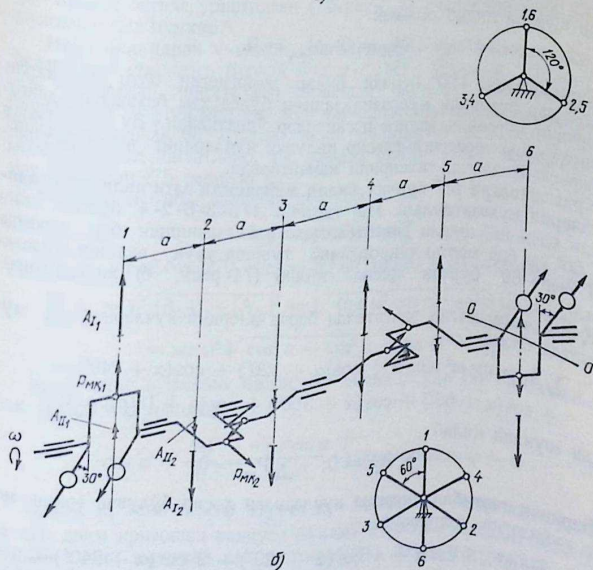
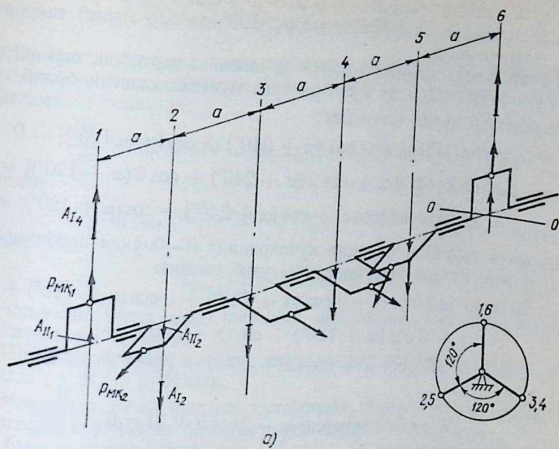
$$M_{m_K} = \sqrt{M_{m_{K1-4}}^2 + M_{m_{K2-3}}^2} = \sqrt{(P_{m_K} \cdot 3a)^2 + (P_{m_K} \cdot a)^2} = \\ = P_{m_K} \cdot a \cdot \sqrt{10} = m_{\text{айл}} \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a \cdot \sqrt{10}$$

M_{m_K} моментнинг С—С таъсир этиш текислиги тирсакли валнинг бурчак тезлиги ω билан айланади ва биринчи ҳамда тўртинчи кривошипларнинг текислиги билан $18^{\circ}26'$ бурчак ҳосил қилади. яъни:

$$\text{tg } \alpha_{m_K} = \frac{P_{m_K} \cdot a}{P_{m_K} \cdot 3a} = \frac{1}{3}; \quad \alpha_{m_K} = 18^{\circ}26'$$

M_{m_K} момент тирсакли валда биринчи ва тўртинчи тирсаклар [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-



71- расм Олти цилиндрли қаторли двигателларни мувозанатлаш схемалари.

гательларда ишлаш тартиби 1-5-3-6-2-4 ёки 1-4-2-6-3-5 бўлган ҳолда алангаланиши бир метёрда (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:

$$\sum A_I = 2mg \omega^2 [\cos \alpha + \cos (\alpha + 240^\circ) + \cos (\alpha + 120^\circ)] = 0$$

$$\sum A_{II} = 2mg \omega^2 \lambda [\cos 2\alpha + \cos 2(\alpha + 240^\circ) + \cos 2(\alpha + 120^\circ)] = 0$$

$$\sum P_{мк} = 2m_{айл} \cdot g \cdot \omega^2 [\cos \alpha + \cos (\alpha + 240^\circ) + \cos (\alpha + 120^\circ)] = 0$$

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

$$M_I = 5mg \omega^2 a (\cos \alpha - 2 \cos \alpha \cdot 0,5) = 0$$

Худди шундай қилиб оламиз:

$$M_{II} = 0; \quad M_{мк} = 0.$$

Кривошиплари 120° бурчак билан жойлашган олти цилиндрли двигателлар бутунлай мувозанатлашган бўлса ҳам баъзи бир двигателларнинг тирсакли валига 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 тирсаклари ўзаро 60° бурчак ҳосил қилиб (74-расм, б) жойлаштирилади.

Қараб чиқиляётган 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

$$\sum A_{II} = 0; \quad \sum P_{мк} = 0$$

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

$$M_1 = mg \omega^2 a(3 \cos \alpha - 1,732 \cdot \sin \alpha)$$

Бу моментнинг энг катта қиймати ва унга тўғри келадиган тирсакли валнинг $\alpha_{\max}$ бурчаги билан аниқланадиган ҳолати қуйидаги тенгламадан топилади:

$$\frac{dM_1}{d\alpha} = mg \omega^2 a(-3 \sin \alpha_{\max} - 1,732 \cdot \cos \alpha_{\max}) = 0$$

Бундан

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = -0,577; \quad \alpha_{\max} = 150^\circ \text{ ва } 330^\circ$$

Демак

$$M_{I\max} = \pm 3,464 m \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a$$

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

$$A_{Ix} = mg \omega^2 \cos \alpha \quad]$$

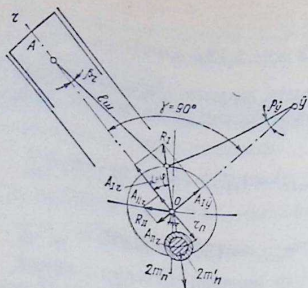
$$A_{Iy} = mg \omega^2 \cos (270 + \alpha) = mg \omega^2 \cos (90 - \alpha) = mg \omega^2 \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \sum A_i &= \sqrt{(A_{Ix})^2 + (A_{Iy})^2} = \sqrt{(mg \omega^2 \cos \alpha)^2 + (mg \omega^2 \sin \alpha)^2} = \\ &= mg \omega^2 \sqrt{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = mg \omega^2 = R_1 \end{aligned}$$

R_1 кучининг йўналиши билан чап цилиндр ўқи OA орасидаги бурчак қуйидагича топилади:

$$\cos \varphi = \frac{A_{Ix}}{R_1} = \frac{mg \omega^2 \cos \alpha}{mg \omega^2} = \cos \alpha, \text{ яъни } \varphi = \alpha$$

Демак R_1 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.



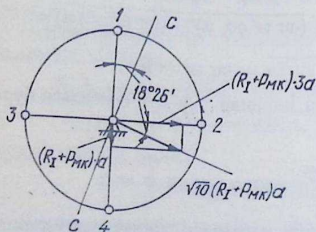
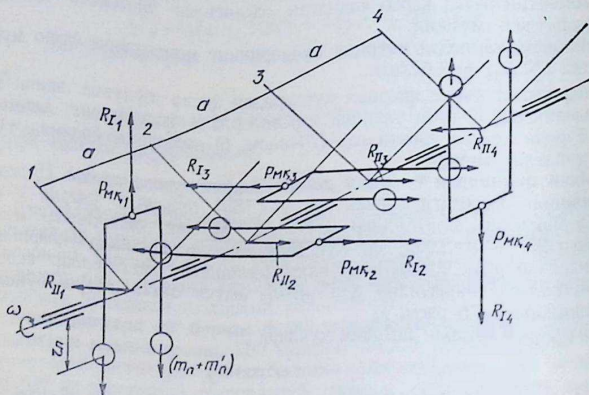
Пасангиларнинг массасини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$m \omega^2 = 2m_n \Gamma_n \omega^2$$

бундан

$$m_n = \frac{m \cdot r}{2 \cdot \Gamma_n}$$

бу ерда m_n — ҳар бир мувозанатловчи пасангининг массаси;
 Γ_n — мувозанатловчи пасанги оғирлик марказидан тирсақли 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:

$$A_{IIr} = mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

$$A_{IIy} = mg \omega^2 \lambda \cos 2(90 - \alpha) = -mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha$$

$$\begin{aligned} \sum A_{II} &= \sqrt{(A_{IIr})^2 + (A_{IIy})^2} = \sqrt{(mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha)^2 + (-mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha)^2} = \\ &= \sqrt{2} \cdot mg \omega^2 \lambda \cos 2\alpha = R_{II} \end{aligned}$$

A_{IIr} 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_{1-3} моментлар векторларининг геометрик йиғиндиси сифатида топиш мумкин:

$$M_1 = \sqrt{(R_1 \cdot 3a)^2 + (R_1 a)^2} = \sqrt{10} R_1 a = \sqrt{10} m g \omega^2 a$$

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 моменти:

$$\sum M_{II} = 0$$

Марказдан қочма инерция кучларининг эркин моментлари қуйидаги ифодадан топилади:

$$M_{M_{K1-4}} = P_{MK} \cdot 3a = 3m_{aйл} g \omega^2 a$$

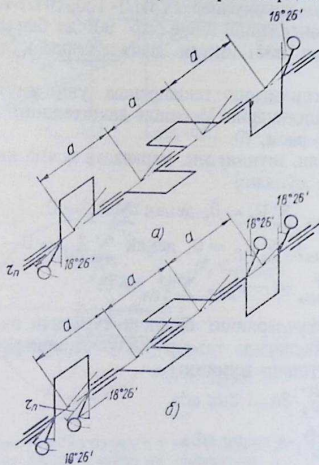
$$M_{M_{K2-3}} = P_{MK} \cdot a = m_{aйл} \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a$$

$$M_{MK} = \sqrt{(P_{MK} \cdot 3a)^2 + (P_{MK} \cdot a)^2} = \sqrt{10} \cdot P_{MK} a = \sqrt{10} \cdot m_{aйл} \cdot g \cdot \omega^2 \cdot a.$$

M_{MK} момент M_1 момент текислигида таъсир қилганлиги учун уни ҳам тирсакли валдаги ҳар қайси жағнинг давомига жойлашган пасангилар ёрдамида мувозанатланиши мумкин.

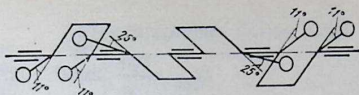
Пасангилар тирсак валдаги ҳар қайси жағнинг давомига жойлаштирилганда негиз бўйинлари инерция кучларининг маҳаллий таъсиридан ҳоли бўлиб, бўйинлар камроқ ейилади. Аммо бу пайтда тирсакли валнинг массаси кўпайиб, двигатель картерининг узунлиги ортиб кетади. Шу сабабли баъзи бир 8-цилиндрли V-симон двигателларда 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 двигателини мувозанатлаш схемаси.

43-§. Двигателнинг равон ишлаши

Ҳозиргача двигателнинг динамикаси ва уларни мувозанатлашнинг кинестатика усули билан, яъни тирсакли 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, қаршилик моментининг деярли бир хил қийматида ҳам доимо ўз қийматини ўзгартириб туради.

Бир цилиндрли тўрт тактли двигателда буровчи моментни тирсакли вал бурилиш бурчагига нисбатан ўзгариш 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.

$$M_{\text{орт}} = \frac{F}{0'0_1} \cdot \mu_p \text{ н} \cdot \text{м}^2 \quad [\text{кгсм}/\text{см}^2] \quad (125)$$

бу ерда $0'0_1$ — диаграмманинг узунлиги, мм;

μ_p — моментлар маштаби (1 мм га мос келувчи μ_p нм/см²).

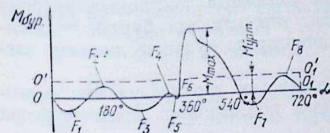
Газлардан поршенга бир цикл давомида берилувчи ишни, шу вақт ичида ўртача $M_{\text{орт}}$ буровчи моментнинг бажарган ишига тенг деб ҳисоблаган тақдирда, $M_{\text{орт}}$ моментнинг қийматини P_1 индикатор босим орқали ҳам топиш мумкин:

$$P_1 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S = M_{\text{орт}} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 4\pi$$

бу ерда D — цилиндр диаметри, см.

Шундай қилиб, тўрт тактли двигателлар учун

$$M_{\text{орт}} = \frac{P_1 \cdot S}{4\pi} = \frac{P_1 \cdot r}{2\pi} \text{ н} \cdot \text{м}^2 [\text{кг}/\text{см}^2]$$



78-расм. Бир цилиндрли тўрт тактли двигателнинг буровчи моментининг ўзгариш чизмаси.

Икки тактли двигателлар учун

$$M_{\text{фрт}} = \frac{P_1 \cdot r}{\pi} \text{ нм/м}^2 \quad [\text{кг/см}^2] \quad (126a)$$

Қўп цилиндрли двигателлар учун бу формулалар қуйидаги кўри-
нишларда бўлади:

$$\text{тўрт тактли двигателлар учун } M_{\text{фрт}} = \frac{P_1 \cdot r}{2\pi} \cdot i \quad (127)$$

$$\text{икки тактли двигателлар учун } M_{\text{фрт}} = \frac{P_1 \cdot r}{\pi} \cdot i \quad (127a)$$

бу ерда i — двигатель цилиндрларининг сони.

Бундан ташқари, ўртача буровчи моментни қуйидаги маълум
формуладан ҳам топса бўлади:

$$M_{\text{фрт}} = \frac{N_1}{\omega} \text{ н} \cdot \text{м} [\text{кгсм}] \quad (128)$$

бу ерда N_1 — двигательнинг индикатор қуввати, вт (о.к);

ω — тирсакли валнинг бурчак тезлиги, рад/сек (с^{-1}).

Буровчи моментнинг нотекислиги қуйидагилар ёрдамида баҳола-
ниши мумкин:

1) буровчи моментнинг нотекислик даражаси

$$K = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{фрт}}} \quad (129)$$

бу ерда M_{max} — цикл давомидаги буровчи моментнинг максимал
қиймати.

2) буровчи моментнинг нотекислик коэффициенти

$$K_1 = \frac{M_{\text{max}} - M_{\text{min}}}{M_{\text{фрт}}} \quad (130)$$

бу ерда M_{min} — цикл давомида буровчи моментнинг минимал қий-
мати.

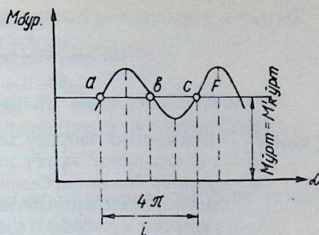
Цилиндрлар сони ортиши билан K ва K_1 лар қиймати камаяди. Идеал
равон ишлайдиган двигатель учун $K = 1$.

Буровчи моментнинг тирсакли вал бурилиш бурчаги бўйича дав-
рий ўзгариши бурчак тезликнинг даврий ўзгаришига сабаб бўлади.
Илгарилама-қайтма ҳаракатланувчи массаларда тангенциал инерция
кучларнинг ҳосил бўлиши туфайли, тирсакли вал бурчак тезлиги-
нинг ўзгаришлари, двигательнинг деталларида қўшимча динамик наг-
рузкалар ҳосил қилади.

Тирсакли вал айланишининг нотекислик даражасини ёки двига-
телнинг нотекис ишлашини қуйидаги коэффициент билан баҳолаш
мумкин:

$$\delta = \frac{\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}}{\omega_{\text{фрт}}} \quad (131)$$

бу ерда $\omega_{\max}$, $\omega_{\min}$ ва $\omega_{\text{ўрт}}$ — двигатель турғунлашмаган режимда ишлаганда бир цикл давомида тирсакли валнинг максимал, минимал ва ўртача бурчак тезлик-лари.



79- расм. Двигатель турғун режимда ишлаганда буровчи моментининг ўзгариши.

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 моментининг ўртача $M_{\text{ўрт}}$ қиймати, ўзгармас деб қилинадиган ўртача $M_{\text{кўрт}}$ қаршилик моментига (79- расм) тенг бўлади. Шунда тирсакли вал бурчак тезлигининг тебранишлари, буровчи моментининг оний қийматини, ўртачасидан фарқ қилишига боғлиқ бўлади.

Маховик ҳаракатланувчи кучлар бажарган иш қаршилик 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 ўридан 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 (муфтанинг 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 олинishi мумкин.

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.

УЧИНЧИ ҚИСМ

ТРАКТОР ВА АВТОМОБИЛЬ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

IX БОБ. ДВИГАТЕЛЬ ҚЎРСАТКИЧЛАРИНИ ЯХШИЛАШ ВА ЯНГИ ТУРДАГИ ДВИГАТЕЛЛАР

44-§. Асосий тушунчалар

Трактор, автомобиль ва комбайн двигателлари ҳозирги тараққиётнинг асосий йўналишлари: двигатель қуввати ва айланишлар частотаси диапозонини 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 юзага келган ҳозирги вақтда инженерлик ва конструкторлик ишлари двигателдан фойдаланишда ёқилғи сарфини сезиларли даражада камайтириш имконини берувчи усул ва воситаларни ишлаб топишга қаратилаётир. Кейинги пайтда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш проблемаси 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.

Келажакда двигателларда юргизиш, иссиқлик режимларини созлаш, авариядан ҳимоя қилиш, ёқилғи пуркашни 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 сиқилиш даражасига эга бўлган, бир цилиндрда 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 двигателнинг 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 босбнинг 10, шунингдек, III босбнинг 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 айланишлар 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 оралиқда совитиладиган юқори босимли газотурбобуфлаш қўллаш керак бўлади.

Пуфлаш қўллаш, дизель денгиз сатҳидан анча баланд жойларда ишлаганида қувват камайишининг олдини олиш имконини ҳам беради. Бу ҳолда пуфлашни ўзиладиган қилинади ва у фақат баландликка кўтарилганда пайдо бўладиган ҳаво босимининг камайишини қоплаш учунгина қўшилади.

Ўзиб қўшиладиган ва шунга мос келадиган ёқилғи бериш билан ўтадиган пуфлаш қўлланилганда, айланишлар 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 эришилди.

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 коэффициентини етарли даражада катта қийматга эга бўлганда, айланишлар частотасини кўпайтириш двигателларнинг литр қувватини оширишда самарали бўлади. Бу мақсадда газ алмашини системасидаги йўқотишларни камайтириш, улардаги инерцион ҳодисалардан фойдаланиш ва газ тақсимлаш механизмини такомиллаштириш керак. Айланишлар частотасининг катталашishi ёниш жараёнининг бориши билан чегараланмайди ва двигатель тузилишини янада такомиллаштирилиши мумкинлиги ҳисобга олиниб, двигателнинг айланишлар частотасини бундан кейин ҳам оширишни кўзда тутиш мумкин.

Дизелларда ҳам цилиндр диаметри поршень йўлига яқинлашиб, батзи ҳолларда эса қисқа йўлли бўлиб бораётганлиги сабабли айланишлар частотаси ортмоқда. Шунингдек, дизелларни икки камералидан бир камералиги оммавий ўтказиш тенденцияси ривожланиб бормоқда, чунки бир камерали дизелда иссиқлик камроқ йўқотилганлиги учун ундан фойдаланиш кўпаяди.

Юк автомобилларига ўрнатилаётган 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 патрубканинг 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 ортинишга олиб келади.

Кейинги йилларда двигателларнинг тежамкорлигини оширишга ва ёқилғи энергиясининг механик ҳамда электрик энергияга айлантиришнинг энг тежамкор усулларини 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 жараёни қўллаш ёқилғи тежамкорлигини $5 \dots 7\%$ га ошириши исботланган. Бундай жараёни 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 заҳарлилиги ҳам анча камаяди.

Ишчи жараёни яхшилаш ва аралашма ҳосил қилишни янада тақомиллаштиришда 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 вентилаторни 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 суюқ ёқилғининг 40% идан ортиғи сарф бўлмоқда. XII беш йилликда автомобиль ишлаб чиқариш анча кўпайиши, лекин ёқилғи сарфлаш аввалги даражада қолиши керак. Бу муаммони, автомобилларда дизелни кенг миқёсда қўллаш йўли билан маълум даражада ҳал қилиш мумкин. Шу сабабли кейинги йилларда дизель ўрнатилган автомобиллар сони 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, Қама автомобиль ва Ярославль мотор заводларининг ишлаб чиқариш қувватларини янада ошириш, айниқса, турбопұфлашли 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 Ғарбий Европада келиб чиққан кенг миқёсда дизелга ўтиш жараёни енгил автомобилга ҳам маълум миқдорда туртки берди. Лекин тез орада бу кўтарилиш пасая бошлади, енгил автомобилларни 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 енгил автомобилларнинг анча қисмини дизелли автомобиллар ташкил қилади. Масалан, бир йилда сотиладиган автомобилларнинг қарийб чорак қисмини дизелли енгил автомобиллар 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 енгил автомобилларида қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бу соҳада ишлар олиб борилмоқда. Цилиндрлар блоки, тирсакли вали, шатунни ва бошқа шунга ўхшаш асосий қисмлари сақланган ҳолда биринчи дизелли енгил автомобилнинг тажриба варианты ВАЗда яратилди. Лекин уни кўплаб ишлаб чиқариш учун махсус ишлаб чиқариш зонаси, ёқилғи аппаратури, қувватлироқ стартер, аккумулятор ва бошқалар керак. XII беш йилликда ВАЗда дизелли енгил автомобиль ишлаб чиқаришга ўтишни жадаллаштириш кўзда тутилади.

Янги яратилаётган ўрта классга кирувчи енгил абтомобиль (МОСКВИЧ базасида) 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 газли ва бошқалар) чиқарилмоқда. Натижада йўл атрофларидаги бөг ва тоқзорлар, мева, сабзавот ва тўтзорлар нобуд бўлипти.

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 нейтрализаторлар 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 нейтрализаторларни ишлашиш 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 бэзиён бўлади.

46-§. Двигателларда янги ёқилғи турларидан фойдаланиш

Дунё миқёсида традицион суяқ 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 шунини 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, металл билан активлик даражасини этиборга олиш керак. Бу ёқилғиларнинг ёниш иссиқлиги, қовушқоқлиги, зичлиги, тўйинган бугларининг босими ва бошқа шу каби хусусиятлари, ёқилғи узатишни ташкил этиш ва бошқа материал танлашда катта аҳамиятга эгадир.

Бу соҳада газсимон ёқилғида ишловчи двигателларни кўплаб ишлаб чиқариш катта аҳамиятга эгадир. Маълумки, газомобиль бир кун ишлаганида 70 дан 100 л гача қимматбаҳо бензинни тежаб қолнишга имкон беради. Шунинг учун ҳозирнинг ўзида ЗИЛ ва ГАЗда сиқилган табиий газда ишловчи юк автомобилларини сериялаб ишлаб чиқариш йўлга қўйилган. Лекин газокмпрессор станцияларининг тармоқлари жуда секин қурилатганлиги газомобилларни оммавий ишлатишга тўққинлик қилмоқда.

Кейинги йилларда суялтирилган 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 токсиклиги камайиши билан бирга, ишлаши юмшоқ бўлиб қолганлиги сабабли двигателнинг хизмат қилиш даври узаяди. Газ ёқилғиси бензинга қараганда камроқ ёниш иссиқлигига эга, лекин газ ишлатилганда каттароқ сиқилиш даражасига ўтилганлиги ҳиссбига қувватни бензиндагидек сақлаб қоллишга эришиш мумкин.

Сиқилган табиий газни автобус ва енгил автомобилларда қўллаш бўйича ишлар давом этирилмоқда. Шунингдек, бошқа турдаги альтернатив ёқилғиларни, биринчи навбатда метанолни тоза ҳолатда ва бензин билан аралаштирилган ҳолда барча турдаги двигателларда қўлланиш масаласи қараб чиқилмоқда. Жумладан, ҳозирги пайтда 300 га яқин ЗИЛ ва ГАЗ автомобиллари бензометанол аралашма-сида 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, гидрозини ва аммиак синтез қилиш мумкин. Бу ишда қуёш ва геотермал энергиялардан фойдаланса бўлади.

Юқоридаги ёқилғи турлари ичида сақлашнинг соддалиги ва хавфсизлиги бўйича аммиак энг истиқболли ҳисобланади. Унинг ўзига хос хусусиятлари — стехиометрик коэффициентининг кичиклиги, аммиак-ҳаво аралашмада алангаланиш ҳароратининг юқорилиги ва унинг суёт ёнишидадир. Аммиак жуда юқори антидетанацион хусусиятга (октан сонни 100 га тенг) эга бўлиб, цетан сонни 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.

Табиий 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 авиомобилларнинг синовлари якунланмоқда. Унда водород металл пор ошогидан 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 атомобилнинг 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 қилинишдан 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 тежамлирон' дир.

Сув ва ёқилғи эмульциясини ишлатишда ҳамда сақлашда етар-лича турғунликка эга эмаслиги, уларни двигателларда кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда.

Ички ёнув двигателлари учун альтернатив ёқилғи олиш манба-ларидан яна бири кўмирдир. Шунингдек, углеводородли суюқ ёқил-ғини 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 ди-зель ёқилғиси ва сувга аралаштириб ёниш камерасига узатиш, шу-нингдек, ўсимлик ва минерал мойлардан фойдаланиш ҳисобига ди-зеллар учун ёқилғи ресурсини кўпайтириш мумкин. Лекин кўмир кукунининг ўзи ёки унинг дизель ёнилғиси билан қоришмаси ишла-тилганда, цилиндр — поршень группаси ва клапанли механизмнинг жуда тез ейилиши содир бўлади. Спиртли ёқилғилар (эталон, мета-лон) ишлатилганда ҳам двигатель деталларининг ейилишининг ор-тиши аниқланган.

Суюлтирилган кўмирдан олинган бензин ёки дизель ёқилғиси иш-латилганда двигателни қурумдан қўшимча тозалаш, шунингдек, ат-роф муҳитни қўшимча муҳсофаза қилиш муаммоси туғилади, чунки уларда нефть ёқилғиларига қараганда азот бирикмалари ва ароматик углеводородлар кўпдир.

Кўп ёқилғили двигателлар. Шундай қилиб ҳар хил ёқилғи турла-рида ишлаш мумкин бўлган двигателлар яратиш — двигателсозлик-нинг асосий вазифаларидан бирига айланди. Кўп ёқилғилик ғояси, ич-ки ёнув двигателларининг дастлабки нусхаларини яратиш билан бирга пайдо бўлган бўлса ҳам бундай двигателларни амалий ишлаб чиқа-риш 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 такомиллашмаганлиги натижасида турли хил ёқилғиларда нисбатан бирдай техник-иқтисодий кўрсаткичлар билан ишлай ола-диган двигателларни кўплаб ишлаб чиқариш масаласини тўла ҳал қилиш имкони бўлмади.

50- йилларнинг ўрталарига келиб, двигателлар ишчи жараёнла-рини ташкил қилишнинг илмий асосларини ривожлантирилиши на-тижасида кўп ёқилғилик масаласини, дизель ишчи циклини қўллаш билан ҳал қилишга имкон туғилди. Кейинги йилларда яратилган ва сиқилшдан алангалантирилувчи кўп ёқилғили двигателларни қўллаш натижасида ҳар хил ёқилғилардан кенг миқёсда фойдаланишга му-ваффақ бўлинди. Пардали аралашма ҳосил қилиш билан ишловчи дизелларнинг тезкорлиги, юқори энергетик кўрсаткичларга эгаллиги, нисбатан юмшоқ ишлаши ва турбонуфлашдан фойдаланишнинг мум-

кинлиги, бу двигателларни ҳозирги замон энг яхши двигателлари даражасида деб ҳисоблашга имкон беради. Шу билан бирга бу дизеллар, маълум бўлган кўп ёқилғили двигателлар ичида энг такомиллашгани ҳисобланади.

Кўп ёқилғили двигателни оддий шароитда ишлатиш учун керак бўлган асосий ёқилғини танлаш муҳим аҳамиятга эга. Кўп ёқилғилик 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% и 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 ёқилғили двигателлар ишчи жараёнларини ишлаб чиқишда олинган тажрибаларга асосланади. Бундай двигателларнинг прототипи сифатида «ФМ» жараёни билан ишловчи МАН двигателларини келтириш мумкин. Бу двигателларда нисбатан кичикроқ ($\epsilon = 14$) сиқил 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 ай/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 ишқаланишни енгишга сарфланади, шунинг учун мойлозчи система соддалашади 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. Келажақда 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-бана тежамсиз ишлайди, бир хил қувватда кўп ҳаво сарфлайди; сўриалаётган ҳаво жуда тоза бўлиши керак; оралиқ нагрузкаларда ишлаганда тежамкорлиги кескин камаяди; трактор ёки автомобилли двигатель билан тормозлаш мумкин бўлмайди. Бу камчиликларни йўқотиш учун эса двигатель 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 двигатель, 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 тирсакли 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 двигатель) 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 соғига 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 нуқтаи назардан мукаммал 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 шаронти 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 бўлмайди.

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 сифими 160 А. С. га тенг бўлган РАФ-2205 электромобиль такси сифатида фойдаланила бошлади. Шунингдек Москва автотранспортчилари «Ўңгули» электромобилининг ҳам биринчи партиясини олдилар.

Ҳозирча ички қаршилиги кам, энергия сифими юқори ва ўзи енгил бўлган аккумулятор батареяларининг йўқлиги электромобил-

ларни кенг миқёсда қўллашга тўсқинлик қилмоқда. Шу сабабли кўрғошинли ва темир- никелли аккумуляторлар батареяларини такомиллаштиришга ва электр энергияси манбаи сифатида ёқилғи элементларидан фойдаланишга кўпроқ эътибор берилмоқда.

Олимларнинг ва тадқиқотчиларнинг фикрича, энергияни электрохимиявий ўзгартириш усулларида фойдаланишга оид ишларни анализ қилиш келажақда 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 яшаш мумкин деб ҳисоблайдилар. Ушбу маховик вазни 1360 кг ли автомобилнинг 210 км йўл босишига етарли миқдорда кинетик энергия тўплай олади. Бундай маховикнинг айланишлар частотаси 30000 айл/мин га етади. Маховик бошланғич айланишни зырядлаш станциясида электрик двигатель ёки бензин двигателидан олади. Ҳавога ишқаланиш таъсирини истисно этиш учун маховик картерга жойлаштирилиб, картерда вакуум сақланиб турилади. Маховикни, филдиракли электрик двигателларни юритиш учун ток ишлаб чиқарувчи электрик генератор ишга туширади.

Мутахассисларнинг фикрича, бундай двигателлар келажақда 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 ёқилғи ресурсларидан халқ хўжалигида янада самарали фойдаланиш муаммоси чиққан ҳозирги кунда, «хоҳлаган» ёқилғида 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 поршеньни бир-бирига мос равишда ҳаракатланишини амалга оширишдир. Бу мақсадда ромбик механизмни қўллаш ҳам таклиф этилади.

Оралиқда иссиқлик алмаштиргич бўлган бир поршеньли схема, Стирлинг двигателларининг энг ризожлангани бўлиб, унда поршеньнинг 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 оғирдир (3 кг/кВт атрофида), лекин кейинги пайтларда яратилган моделларидан эффектив ф. и. к. 0,38 га етказилди.

Стирлинг двигателлари кўп ёқилғили бўлиб яхши ростланади, ёқилғи деярли ўзгармас оптимал таркибда ёнади, сошлаш 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 кўсаткичларга 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, соझашнинг 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 [эътиборни 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 кўсаткичларни анча кўтарилганлиги ва уларни янада яхшилашни мумкинлиги, буғ двигателларининг истиқболи борлигини кўрсатади.

Орбитал двигателлар. 70 йилларнинг бошларида ҳаракатланувчи детали ҳаммаси бўлиб 10 та бўлган орбитал двигатель яратилди. Узунлиги 127 мм, диаметри 406 мм ва массаси 41 кг бўлган бу двигатель 150 кВт қувватга эга бўлиб, солиштирма массаси 0,25 кг/кВт га тенг. Демак, орбитал двигатель 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 совигишнинг 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 [съезди материаллари. Т.: «Ўзбекистон», 1986.
2. Архангельский В. М., Вихерт М. М. ва бошқалар. Автомобильные двигатели. М.: «Машиностроение», 1967.
3. Четыре поколения 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 использование. «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. Кринецкий 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. Николаенко 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. Савальев 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 циклни 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 босим- ни аниқлаш	107

IV БОБ. АВТОТРАКТОР ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКА- ЛАРИ

25- §. Асосий тушунчалар	109
26- §. Созлаш характеристикалари	110
27- §. Асосий характеристикалари	115
27.1. Трактор двигатели характеристикасининг исталган ҳолда ўтиши . . .	125

V БОБ. КАРБЮРАТОРЛИ 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. Тезла тгич 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 механизмининг 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 раван 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*
Бадий редактор *И. Кученкова*
Техн. редактор *Ю. Сидеренко*
Корректор *М. Фозилова*

ИБ № 793.

Теришга берилди 06.12.88. Босишга рухсат этилди 13.04.89. Формати 60×90^{1/4}, № 1 қозғалт
«Литературная» гарнитурлада юқори босма усулда босилди. Шартли 6. л 14,5.

Шартли кр. от. 14,71. Напр л 13,72. Тираж 8000. Баҳоси 70 т. Зак. № 3131.

«Мехнат» нашриёти, 700129. Тошкент, Навоий 30. Шартнома № 73—88

Ўзбекистон ССР Нашриёт, полиграфия ва китоб саздоси ишлари Давлат комитети Тошкент
«Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг Бош корхонасида босилди.
Тошкент, Навоий кўчаси, 30.