

С. Қодиров,
О.Салимов, А. Проскурин

ДВИГАТЕЛЛАР ВА АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ



С.М. Кодиров, О.У.Салимов,
А.И. Проскурин

621.7

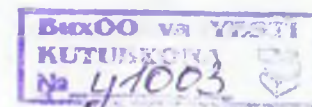
75-87

ДВИГАТЕЛЛАР ВА АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

проф. Л. А. Ахметов таҳрири остида

*Техника олий ўқув юр்தларининг автомобилсозлик;
автомобилларга техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш
йўналиши талабалари учун дарслик*

“NOSHIR” NASHRIYATI
TOSHIKENT-2008



Ушбу дарсликнинг биринчи қисмида ички ёнув двигателларида содир бўладиган жараёнларнинг назарияси ҳамда уларнинг иш цикли, қуввати ва ёнилғининг кам сарфланишига ижобий таъсир этувчи омиллар таҳлил қилинган; ёнилғи ва унинг кимёвий реакциялари баён этилган. Карбюраторли двигателларда ёнилғи ва ҳаво аралаштириш аппаратиининг ишлаш принципи, лизелларда ёнилғи бериш аппаратиининг ишлаши, ҳамда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш жараёнлари кўриб чиқилган. Двигателларни синаш усуллари ва бу мақсадда қўлланиладиган асбоблар, синаш натижасида олинадиган хараakterистикалар, шунингдек, двигател конструкцияларининг қилашқадди ривожланиши баён этилган.

Дарсликнинг иккинчи қисмида "Автомобил назарияси" берилган бўлиб, у 7 бобдан иборат:

Автомобилга таъсир этувчи кучлар. Автомобилнинг тортиш динамикаси.

Автомобилнинг ёнилғи тажамқорлиги.

Автомобилнинг турғунлиги.

Автомобилнинг бошқарилувчанлиги.

Автомобилнинг тормоз динамикаси.

Автомобилнинг ўтақонлиги.

Автомобилнинг юриш равонлиги.

Ҳар қайси бўлимда назарий материал, масалалар счими мисол тариқасида, ҳамда масалалар берилган бўлиб, уларнинг жавоблари дарсликнинг охирида келтирилган.

Тақризчилар: профессор М.Орифжонов
профессор О.Ғанихўжаев

I - қисм

ДВИГАТЕЛЛАР НАЗАРИЯСИ

Асосий кўрсаткичларнинг ўлчов бирликлари

№ п/п	Кўрсаткичлар	Ўлчам		Бирликлар нисбати
		СИ тизимида,	МКГСС тизимида,	
1	Босим, P	Па	кГ/см ²	1 кГ/см ² = 10 ⁴ Па = 100 кПа = 0,1 МПа
2	Температура, (калорит) t, T	°С; К	°С; К	—
3	Ҳажм, V	м ³	м ³	—
4	Силиштирма қадм, ν	м ³ /кг	м ³ /кг	—
5	Ички, ρ	кг/м ³	кг/м ³	—
6	Силиштирма қирчи, Γ	Н/м ³	кг/м ³	1 кг/м ³ = 9,80665 Н/м ³
7	Ички қирчи, ϵ	Ж/(кг · град)	ккал/(кг · град)	1 ккал/(кг · град) = 4187 Ж/(кг · град)
8	Ички қирчи, Q	Ж	кал	1 кал = 4,187 Ж
9	Силиштирма қирчи, ϵ	Ж/(кг · град)	кГ Н/(кг · град)	1 кГ Н/(кг · град) = 9,80665 Ж/(кг · град)
10	Ички қирчи, ϵ	Ж/(кг · град)	кГ м/(кмол · град)	1 кГ м/(кмол · град) = 9,80665 Ж/(кмол · град)
11	Ички қирчи, ϵ	МЖ/кмол	ккал/кмол	1 ккал/кмол = 0,00418 МЖ/кмол
12	Ички қирчи, ϵ	Ж/кг	ккал/кг	1 ккал/кг = 4,187 Ж/кг
13	Ички қирчи, ϵ	Ж	МЖ	1 МЖ = 735,49 Ж = 0,735 кВт
14	Ички қирчи, ϵ	Ж	кГ м	1 кГ м = 9,80665 Ж
15	Ички қирчи, ϵ	Н м	кГ м	1 кГ м = 9,80665 Н м
16	Ички қирчи, ϵ	ккал/соат	кГ м/соат	—
17	Ички қирчи, ϵ	г/(о.к · соат)	г/(о.к · соат)	1 г/(о.к · соат) = 0,7355 г/(кВт · соат)
18	Ички қирчи, ϵ	м ³ /сек, м ³ /сек	м ³ /соат, м ³ /сек	—
19	Ички қирчи, ϵ	с ⁻¹ , мин ⁻¹	айл/мин	1 айл/мин = 1 мин ⁻¹ 1 айл/мин = 0,10471 рад/с
20	Ички қирчи, ϵ	м/с	м/сек	—
21	Ички қирчи, ϵ	м/с ²	м/сек ²	—
22	Вақт, t	с; соат	сек, соат	—
23	Буриқ тегилик, ω	рад/с	рад/сек	—
24	Буриқ тегилик, ϵ	рад/с ²	рад/сек ²	—
25	Масса, m	кГ	кг · сек ² /м	1 кг · с ² /м = 9,80665 кГ
26	Куч, P	Н	кгк	1 кгк = 9,80665 Н
27	Инерция моменти, I	кг · м ²	кгк · м · сек ²	1 кгк · м · с ² = 9,80665 кг · м ²

КИРИШ

Республикамизда барча турдаги автомобилларни ишлаб чиқариш йилдан-йилга ошмоқда. Эксплуатацияда бўлган автомобилларнинг сони кундан-кунга кўпаймоқда.

Автомобилларни халқ хўжалигининг турли соҳаларида рационал эксплуатация қилиш, юк ва йўловчи ташиш қувватини ошириш, ҳамда унинг таннархини камайтириш ва бошқа вазифаларни ҳал қилишда автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларини ўрганиш катта аҳамиятга эга.

Автомобилнинг юк ташиш қувватини ошириш ва таннархини камайтириш учун унинг ўртача ҳаракат тезлигини ошириш, ёнилғи сарфини камайтириш, ҳайдовчи ва йўловчиларга максимал қулайлик яратиш, транспортнинг ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш зарур.

Техник-механик тайёр автомобилни ишлатиб, автомобилнинг эксплуатацияси ва таъмири билан шугулланади. Бундан равшанки, автомобиллар эксплуатациясини тўғри ташкил этиш учун улар двигател назариясини чуқур ўрганишлари ва автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларини иш шароитига мослаб автомобил танлашлари зарур. Бундан ташқари, двигателлар ва автомобиллар назарияси янги двигателлар ва автомобилларни лойиҳалаш, янги моделларни эса тезроқ чиқариш учун зарур. Назариянинг асосий хулосалари двигателни ва автомобил қисмларини ҳисоблашда қўлланилади.

Ҳозирги замон транспорт воситаларига (автомобил, трактор, йўл қуриш машиналари) куч агрегати сифатида асосан поршеньли ички ёнув двигателлари ўрнатилади. Бундай двигателларда иш аралашмаси ёнганда ҳосил бўлган иссиқлик механик ишга айланади. Ички ёнув двигателларида барча турдаги ёнилғиларни ишлатиш мумкин. Улар ихчамлиги, ишга чидамлилиги ва ёнилғини кам сарфлаши билан бошқа двигателлардан устун туради.

Биринчи ички ёнув двигатели Ленуар (1860 й., Франция) ва Н. Отто (1877 й., Германия) томонидан ишлаб чиқилди. Бу двигателларда ёнилғи сифатида газ ишлатилди.

XIX асрнинг охирига келиб, ички ёнув двигателларида газ ўрнига суюқ ёнилғилар ишлатила бошланди, чунки бу вақтга келиб нефтни қайта ишлаш саноати ривожланган эди.

Россияда 1889 йилда мухандис И. С. Костович учкун билан ўт олдириладиган двигателнинг биринчи намунасини ишлаб чиқди, 1899 йилга келиб ҳозирги замон дизелининг саноат намунаси ишлаб чиқилди. Шунинг таъкидлаш лозимки, бу двигател немис мухандиси Р. Дизел (1897 й.) томонидан яратилган бўлиб, керосинда ишлайдиган двигателдан анча юқорида ишлаб чиқарилади. Дизел деб аталган бу двигателда ёниш жараяни ҳавонинг сиқилиши натижасида содир бўлади. Ўзгаришлардан двигателларга нисбатан дизелларда ёнилгининг 20-30% юқори бўлиши учун ҳозир улар барча транспорт ва энергетика соҳаларида

[illegible][illegible]

1. Илморийи ва илмий-таълимий ашконию ливителлар; автомобил,
ушбу ва йўл юритиш машиналарига ўрнатиладиган

3. Ишлайдиган ёнилғининг тури бўйича: енгил суюқ ёнилғи (бензин, бензол, керосин, лигроин ва спирт) билан ишлайдиган двигателлар; оғир суюқ ёнилғи (мазут, соляр мойи, дизель ёнилғиси ва газойл) билан ишлайдиган двигателлар; газ қолатидаги ёнилғи (табiiй ва генератор газлари) билан ва парадигм ёнилғи (газ ва бензин) билан ишлайдиган двигателлар.

3. Иссиклик энергиясини механик энергияга айлантириш усули бўйича: поршенли; газ турбинали ва ротор-поршенли двигателлар.

4. Иш аралашмасини ҳосил қилиш усули бўйича: цилиндрдан ташқарида; цилиндр ичида иш аралашмаси ҳосил қилинадиган двигателлар.

5. Иш аралашмасини ёндириш усули бўйича: учқун билан ўт олдириладиган; сиқиш натижасида ўт олдириладиган; форкамерали (аланга билан ўт олдириладиган) двигателлар.

6. Иш циклини амалга ошириш усули бўйича: тўрт ва икки тактли двигателлар.

7. Юклама ўзгарганда двигателни ростлаш усули бўйича: иш аралашмасининг сифати; иш аралашмасининг миқдори; иш аралашмасининг ҳам сифати, ҳам миқдори ростланадиган двигателлар.

8. Цилиндрларнинг жойлашиши бўйича: вертикал (тик) қаторли, горизонтал қаторли; V-симон; юлдуз шаклли ва цилиндрлари қарама қарши ётувчи двигателлар.

9. Совитиш усули бўйича: суюқлик билан совитиладиган двигателлар; ҳаво билан совитиладиган двигателлар.

ТЕХНИК ТЕРМОДИНАМИКАДАН МАЪЛУМОТЛАР

Техник термодинамика фани иссиқлик энергиясининг ханик ишга айланишида содир бўладиган жараёнларни, бу ланишлар қанчалик самарали эканлигини текширади ва у ўз вбатида маълум физика қонунларига асосланади.

Иш жисмининг ҳолати температура, босим ёки зичлик орқали белгиланади.

 $T = 10 \pm 273 \text{ K}$

Второй вариант — это использование метода наименьших квадратов (МНК) для оценки параметров модели. Этот метод основан на минимизации суммы квадратов отклонений фактических значений от значений, рассчитанных по модели. МНК широко применяется в статистическом анализе данных и позволяет получить точные оценки параметров модели.

Түркістан облысының әкімі А. Аманжолұлының тапсырмасына орай F күч

[illegible]

Манометрлар атмосфера босимидан юкори (ортикча) босим $p_{\text{ман}}$ ни ўлчайди. Шунинг учун абсолют босим

$$p_{\text{абс}} = p_0 + p_{\text{ман}}.$$

Сийраклик вакуумметр билан ўлчанади, бу ҳолда абсолют босим

$$p_{\text{абс}} = p_0 + p_{\text{сифр}}.$$

Кўпинча p_0 ни 1 кГ/см^2 га тенг деб олинади.

Идеал газларнинг ҳолати характеристик тенглама ёки Клапейрон – Менделеев тенгламаси $pV = RT$ билан аниқланади, бу ерда R -универсал газ доимийси, Нм/(кг град) ёки Ж/(кг град) да ўлчанади. R ҳар бир газ учун ўзгармас микдордир.

G кг газ учун Клапейрон — Менделеев тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$pV = GRT,$$

G кг газнинг ҳажми: $V = G \cdot v$.

Авогадро қонунига биноан бир хил ҳажмдаги турли газларнинг бир хил босим ва температурадаги молекулалари сони тенг бўлади, яъни

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2},$$

бу ерда: μ_1, μ_2 – газларнинг молекуляр массалари, килограмм-мол (кмол).

Берилган газнинг ҳажмини аниқлаш учун унинг молекуляр массаси μ – ни солиштира ҳажми v га кўпайтириш лозим, яъни

$$V_\mu = \mu v, \quad \text{м}^3/\text{кмол}.$$

1 кмол газнинг зичлиги, молекуляр массаси ва ҳажми орасидаги боғланиш қуйидагича аниқланади:

$$\rho = \frac{\mu}{V_\mu} \quad \text{ёки} \quad v = \frac{V_\mu}{\mu}.$$

Масалан, босими $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$ ва температураси $t_0 = 0^\circ\text{C}$ бўлган 1 кмол газ (кислород O_2) нинг ҳажми V_μ аниқлансин.

Маълумки, кислороднинг молекуляр массаси $\mu_{\text{O}_2} = 32$, солиштира ҳажми эса $v = 0,7 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Демак $V_\mu = \mu_{\text{O}_2} \cdot v = 32 \cdot 0,7 = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмол}$ бўлади.

Авогадро қонунига биноан температураси 0°C ва босими

$p_0=0,1$ МПа бўлган 1 кмол идеал газнинг ҳажми $22,4 \text{ м}^3/\text{кмол}$ га тенг. Идеал газнинг босими $p_0 = 0,1$ МПа ва температураси 15°C бўлса, $V_\mu = 24,4 \text{ м}^3/\text{кмол}$ бўлади. Техник ҳисоблашларда босим $p_0 = 1,0 \text{ кГ/см}^2$ ва $t_0 = 15^\circ\text{C}$ деб олингани учун $V_\mu = 24,4 \text{ м}^3/\text{кмол}$ қиймат кўпроқ ишлатилади. Бунда газ доимийсининг қийматини ишлатишга тўғри келади. Газ доимийси ҳар қандай 1 кмол газ учун ўзгармас микдор бўлиб, универсал газ доимийси дейилади. Унинг қиймати эса $R_\mu = 8314 \text{ Ж}/(\text{кмол} \cdot \text{град})$ га тенг. Газ температурасини 1°C га ошириш учун керак бўлган иссиқлик микдори газнинг иссиқлик сιғими деб аталади ва C ҳарфи билан белгиланади, у кЖ да ўлчанади.

Техник термодинамикада мол иссиқлик сιғими μC , кЖ/(мол·град); масса иссиқлик сιғими C , кЖ/(кг·град); ҳажмий иссиқлик сιғим C' , кЖ/(м³·град) бирликлари ишлатилади ва улар алоқалари ўзаро боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$C = \frac{\mu \cdot C}{\mu}, \quad \text{кЖ}/(\text{кг} \cdot \text{град});$$

$$C' = \frac{\mu \cdot C}{V_\mu}, \quad \text{кЖ}/(\text{м}^3 \cdot \text{град});$$

$$\mu C' = C \cdot \rho, \quad \text{кЖ}/(\text{кг} \cdot \text{град}).$$

Бу формула ва уларнинг алоқалари шундан олинган.

Мол иссиқлик сιғими μC шундан олинган: μC — 1 кмол газнинг 1°C га температурасини ошириш учун керак бўлган иссиқлик сιғимини белгилайди. Унинг бирлиги кЖ/(кмол·град). C ва μC иссиқлик сιғимлари алоқалари шундан олинган:

$$C = C' \cdot \frac{V_\mu}{\mu}, \quad \text{кЖ}/(\text{кг} \cdot \text{град});$$

$$\mu C = \mu C' \cdot V_\mu + 8,314, \quad \text{кЖ}/(\text{кмол} \cdot \text{град}).$$

Қисқартма кoeffициентларда олиб борилганда 8,314 ўрнига 1,986 ккал/мол қўйилади.

Бу формулалардаги иккинчи ҳадлар $p = \text{const}$ да температура T ўзгаришида газнинг иш бажаришига сарфланадиган иссиқлик микдорини ифодалайди.

1.1 - жадвал

Газ	0... 1500 ⁰ C оралиғида	1500... 3000 ⁰ C оралиғида
Кислород	$\mu_{C_v} = 21,130 + 0,003408t$ $\mu_{C_p} = 29,444 + 0,003408t$	$\mu_{C_v} = 23,656 + 0,001558t$ $\mu_{C_p} = 31,970 + 0,001558t$
Ҳаво таркибидаги азот	$\mu_{C_v} = 20,419 + 0,002486t$ $\mu_{C_p} = 28,733 + 0,002486t$	$\mu_{C_v} = 22,374 + 0,001224t$ $\mu_{C_p} = 30,688 + 0,001224t$
Ҳаво	$\mu_{C_v} = 20,484 + 0,002687t$ $\mu_{C_p} = 28,798 + 0,002687t$	$\mu_{C_v} = 22,374 + 0,001424t$ $\mu_{C_p} = 30,688 + 0,001424t$
Сув буғи	$\mu_{C_v} = 24,715 + 0,005604t$ $\mu_{C_p} = 33,029 + 0,005604t$	$\mu_{C_v} = 27,235 + 0,003909t$ $\mu_{C_p} = 35,549 + 0,003909t$
Карбонат ангидрид	$\mu_{C_v} = 29,762 + 0,010749t$ $\mu_{C_p} = 38,076 + 0,010749t$	$\mu_{C_v} = 39,888 + 0,003184t$ $\mu_{C_p} = 48,202 + 0,003184t$

1.1-жадвалда ҳар хил газлар учун мол иссиқлик сизими μ_{C_v} ва μ_{C_p} нинг температурага боғлиқлиги келтирилган.

G кг газни қиздириш учун сарфланадиган иссиқлик миқдори қуйидаги ифода орқали топилади.

$$V = \text{const бўлганда, } Q_v = G(C_v|_0^2 t_2 - C_v|_0^1 t_1)$$

$$p = \text{const бўлганда, } Q_p = G(C_p|_0^2 t_2 - C_p|_0^1 t_1).$$

1.2. ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ БИРИНЧИ ҚОНУНИ

Физика курсидан маълумки, газ атомлари ва молекулаларининг кинетик ҳамда потенциал энергияларининг йиғиндиси газнинг ички энергияси деб аталади:

$$U = E_k + E_p$$

Ички энергиянинг ўзгариши газнинг бошланғич ва охириги кўрсаткичларига боғлиқ, яъни $\Delta U = C_v(t_2 - t_1)$. Термодинамика курсида асосан қайтар жараёнлар кўриб чиқилади. Бундай жараён мавжуд бўлиши учун иссиқлик манбаидан ва ҳаракатланувчи поршенли цилиндрдаги иш жисмидан иборат система термик изоляцияланган бўлиши, яъни иссиқлик атроф-муҳитга сарflanмаслиги лозим. Қайтар жараёнларни ўрганиш иссиқликдан энг унумли фойдаланиш шароитларини аниқлашга имкон беради. Аслида, иссиқлик машиналарида (ички ёнув

двигателларида) реал жараёнлар жуда киска вақт ичида содир бўлади, бу эса қайтар жараёнларни олишга имкон бермайди. Бунга сабаб реал газларда молекулалараро ишқаланишнинг мавжудлиги, шунингдек, газ молекулаларининг цилиндр деворларига ишқаланиши натижасида (ҳам сиқилиш, ҳам кенгайиш жараёнларида) иссиқлик ажралиб чиқишидир. Ички ёнув двигателларига хос бундай жараёнлар қайтмас бўлади.

Қайтмас жараёнларни қайтар жараёнларга таққослаш йўли билан реал жараёнларда қўшимча исроф бўладиган иссиқлик топилади. Шунини айтиш керакки, исроф бўлган иссиқлик қанчалик кам бўлса, ички ёнув двигателидаги жараёнлар шунча мукамал ташкил қилинган бўлади.

Термодинамиканинг биринчи қонунини қуйидагича таърифлаш мумкин. Маълум миқдорда механик иш бажариш учун бу ишга эквивалент миқдордаги иссиқлик энергияси сарфланиши зарур, яъни

$$Q = L, \quad \text{Ж};$$

бу ерда: Q – сарфланган иссиқлик энергияси, Ж ёки ккал;

L – бажарилган иш, Ж ёки кГ·м

Таърибаларга асосланиб ккал билан кГ·м орасидаги боғланиш қуйидагича ҳисобланади: 1 ккал = 427 кГ·м, яъни 1 ккал иссиқлик сарфлаб 427 кГ·м иш бажариш мумкин:

$$A = \frac{1}{427} \text{ ккал } / (\text{кГ} \cdot \text{м}).$$

Ички ёнув двигателларида ҳосил бўладиган энергия бир соат давомида бажарилган иш қиймати билан ўлчанади. Шунинг учун энергиянинг ўлчов бирлиги қилиб от кучи·соат (ок·соат) ёки киловатт·соат (кВт·соат) қабул қилинган. Кўпгина ҳолларда иссиқлик бирликларини иш бирликларига айлантиришга тўғри келади. Бу ишни осонлаштириш мақсадида қуйидаги жадвалда иссиқлик ва иш бирликлари орасидаги боғланишлар келтирилган.

1.2 - жадвал

Ўлчов бирликлари	кЖ	ккал	кГ · м	кВт · соат	о. к · соат
1 кЖ	1	0,239	102	0,000278	0,000378
1 ккал	4,1868	1	427	0,00116	0,00158
1 кГ · м	0,00981	0,00234	1	0,00000272	0,0000374
1 кВт · соат	3600	860	367200	1	1,36
1 о. к · соат	2648	632,4	270000	0,736	1

Термодинамика биринчи қонунининг тенгламаси

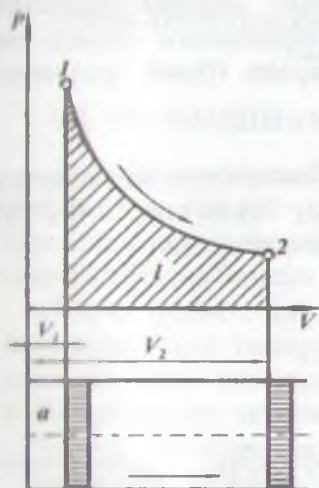
Цилиндрнинг юкори кисмидаги a ҳажмли газга q микдорда нисбийлик берилганда газ бажарадиган жараёни кўриб чиқамиз (1.1-рasm). Бу ҳолда поршен ўнг томонга эркин силжийди ва тaшқи кучларга қарши l иш бажаради, яъни кенгайиш жараёни содир бўлади. l иш бажариш учун иссиқликнинг бир қисми, яъни, $q = l$ сарфланади. Бу жараён учун термодинамика биринчи қонунининг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$q = q_1 + q_2 = l + \Delta U;$$

бу ерда $\Delta U = C_v (T_2 - T_1)$ – газ ички энергиясининг ўзгариши. Иш жисмининг ҳолати чексиз оз ўзгарганда термодинамика биринчи қонунининг дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$dq = dl + dU.$$

Юкорида келтирилган тенгламалар ҳар қандай сиқиш ва кенгайиш жараёнларини ифодалайди. Тенгламанинг барча ҳадлари қандай жараён бўлаётганлигига қараб мусбат ёки манфий қийматларни олиши мумкин. Ички ёнув двигателларида турли хил жараёнлар содир бўлиб, бу



1.1- рasm. Газнинг ба-
жарган ишини график
усулда аниқлаш

жараёнлар давомида иссиқлик берилади (+q) ёки олинади (-q), бунда ички энергия ортади (+ΔU) ёки камаяди (-ΔU). Иш фақат ички энергия ҳисобига (q = 0) ёки аксинча, фақат берилаётган иссиқлик ҳисобига (ΔU = 0) бажарилади ва ниҳоят, l = 0 бўлса ҳам жараён бўлиши мумкин. Булар қуйидаги жараёнлардир:

а) изохорик жараён – газ ҳолатининг ўзгармас ҳажм ($V = \text{const}$) да ўзгариши;

б) изобарик жараён – газ ҳолатининг ўзгармас босим ($p = \text{const}$) да ўзгариши;

в) изотермик жараён – газ ҳолатининг ўзгармас температура ($T = \text{const}$) да ўзгариши;

г) адиабатик жараён – газ ҳолатининг иссиқлик берилмайдиган ва иссиқлик олинмайдиган (q = 0) вақтдаги ўзгариши;

д) газ ҳолатининг политропик ўзгариш жараёни.

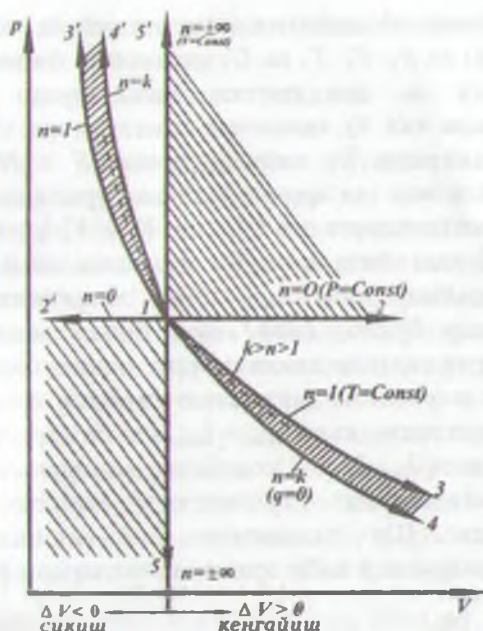
Газ ҳолатининг политропик ўзгариш жараёнидан бошқа жараёнларда газ ҳолатини ифодаловчи кўрсаткичлардан бири ўзгармас деб олинади. Иссиқлик двигателларида эса газнинг ҳамма кўрсаткичлари (p, V, T ва U) ўзгарувчан бўлади ва айни вақтда иш ҳажми билан ташқи муҳит орасида иссиқлик алмашувини содир бўлади. Реал двигателлардаги сиқиш ва кенгайтириш жараёнлари политропик жараён бўлиб, уларнинг тегишмаган ҳудудларида ифодаланади:

$$pV^n = \text{const}.$$

Политропик кўрсаткичи n жараёнинг бажарилиш характериға вараис бўлиб, жараёнинг бошланғич (p_1, V_1) ва охири (p_2, V_2) ҳолатини билан маълум бўлиб, у қуйидагича топилади:

$$n = \frac{\lg \frac{p_1}{p_2}}{\lg \frac{V_2}{V_1}}.$$

Юқорида келтирилган жараёнлар политропик жараёнинг хусусий ҳолларидир. n нинг қиймати маълум бўлса, барча жараёнларни олиш мумкин (1.2-расм). Ички ёнув двигателларида 4 4' ва 3 3' оралиқларда сиқиш ҳамда кенгайтиш жараёнлари содир бўлади.



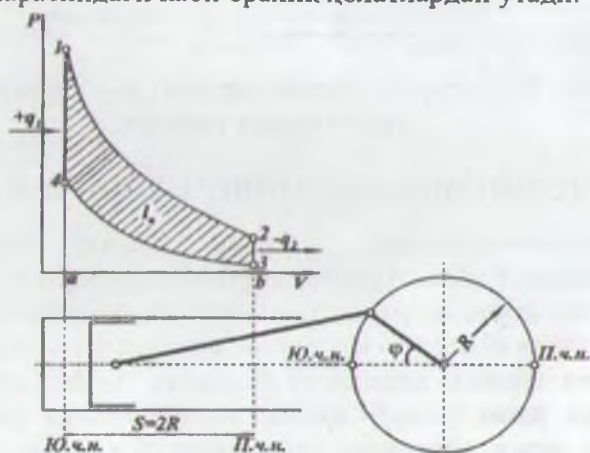
1.2-расм. Политропик жараёнларнинг $p - V$ координаталар системасида тасвири

1.3. ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ ИККИНЧИ ҚОНУНИ

Термодинамиканинг биринчи қонуни бир турдаги энергиянинг бошқа турдаги энергияга эквивалент эканлигини кўрсатади, лекин иссиқлик энергиясининг механик ишга қандай шaroитларда айланиши мумкинлигини белгиламайди.

Барча турдаги энергиялар иссиқлик энергиясига ўз-ўзидан айланади, лекин тескари жараён, яъни иссиқлик энергиясининг механик ишга айланиши учун (ички ёнув двигателларидаги каби) иссиқлик сарфлаб, иш бажариш талаб қилинади. Шу сабабдан термодинамиканинг иккинчи қонуни иссиқлик энергиясини механик ишга айлантириш учун зарур бўлган шартларни ўргатади. Бу қонунни таърифлаш учун мисол тариқасида поршенли иссиқлик двигателининг ишлаш схемасини кўриб чиқиш лозим (3-расм). Цилиндр ичида алмаштирилмайдиган доимий 1 кг иш жисми бор деб фараз

қилайлик. Унинг бошланғич кўрсаткичлари юқориги чекка нукта (ю. ч. н) да p_1 , V_1 , T_1 ва U_1 кийматлар билан белгиланади. Поршен ю. ч. н. дан пастки чекка нукта (п. ч. н) га ҳаракатланганда газ V_2 ҳажмгача кенгаяди ва ташқи кучларга қарши иш бажаради. Бу пайтда поршен $S = 2R$ йўлни босиб ўтади, тирсакли вал эса ярим айланага бурилади. 2 нуктада газ қуйидаги кўрсаткичларга эга бўлади: $V_2 > V_1$; $p_2 < p_1$; $T_2 < T_1$ ва $U_2 < U_1$. 1 – 2 кенгайиш жараёни иссиқлик алмашинмай содир бўлади. Кенгайиш иши $l_{\text{кенг}}$ ички энергиянинг камайиши ҳисобига содир бўлиб, 12ab1 юза билан аниқланади ҳамда кинетик энергия тарзида двигателнинг маховигида тўпланади. 1 – 2 кенгайиш жараёнини такрорлаш учун иш жисми бошланғич ҳолатга келтирилиши, яъни $l_{\text{сик}} = l_{\text{кенг}}$ иш бажарилиши лозим. Бу ҳолда сиқиш иши $l_{\text{сик}}$ 21ab2 юза билан аниқланади. Бу мақсадда двигател маховигида тўпланган кинетик энергиядан фойдаланилади. Шу ҳолдагина газ сиқилиши давомийда кенгайиш жараёнидаги каби оралик ҳолатлардан ўтади.



1.3-расм. Иссиқлик двигатели циклининг p – V координаталар системасида тасвири

Демак, бундай идеал двигателда ҳар қанча цикл содир бўлмасин, $l_{\text{сик}} = l_{\text{кенг}}$, бўлгани учун бу двигател фойдали иш бажара олмайди (автомобилни ҳаракатга келтирмайди). Амалда энергияни исрофсиз дастлабки кийматга қайтариш мумкин

бўлмаганлиги сабабли иш жисми бошланғич ҳолатга қайта олмайди ва двигател тўхтайди.

Иссиклик двигателларида фойдали иш бажариш учун иссиқликнинг бир қисми q_2 п. ч. н да $V = \text{const}$ жараёнида «совук» манбага узатилиши керак. Бунда 3 нуктадаги газ кўрсаткичлари қуйидагича бўлади: $p_3 < p_2$; $V_2 = V_3$; $T_3 < T_2$; $U_3 < U_2$. Сикиш жараёни 34 бажариш учун маховикда тўпланган кинетик энергиядан фойдаланамиз. Бу ҳолда сикиш жараёнида бажарилган иш (34 *ab3* юза) кенгайиш жараёнида бажарилган иш (12 *ba 1* юза) дан кичик бўлади. Кенгайиш жараёнини такрорлаш учун газнинг кўрсаткичларини 1 нуктадаги ҳолатга қайтариш зарур. Бунинг учун поршен ю. ч. н да кўзгалмас ҳолатда бўлганда $V = \text{const}$ жараёнида газга иссиқлик манбаидан q_1 миқдорда иссиқлик узатилади. Юқорида кўрсатилган шартлар бажарилган ҳолдагина жараёнларнинг тўхтовсиз такрорланишини таъминлаш мумкин. Бу жараёнлар 12341 берк циклни ташкил қилади ва унинг иши $l_u = l_{\text{кенг}} - l_{\text{сик}}$, ишга айланган иссиқлик миқдори эса $q_u = q_1 - q_2$ бўлади.

Демак циклда берилган барча иссиқлик энергиясини механик ишга айлантириб бўлмайди. Механик энергия олиш учун иш жисмига q_1 миқдорда иссиқлик берадиган «иссиқ» манба ва, аксинча, иссиқликнинг фойдали ишга айланмайдиган қисми q_2 бериладиган «совук» манба бўлиши лозим.

Циклнинг самарадорлиги фойдали иш бажаришга сарф бўлган иссиқлик миқдорининг берилган иссиқлик миқдорига нисбати билан ифодаланади ва у термик фойдали иш коэффициентини (ф. и. к.) билан белгиланади:

$$\eta_t = \frac{q_u}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} < 1 \quad (\text{чунки ҳар доим } q_2 > 0).$$

Бундан иш жисмига берилган барча иссиқликни ишга айлантирадиган двигател қуриб бўлмайди деган хулоса келиб чиқади. Демак термик ф. и. к. η_t , қанча катта бўлса, иссиқликнинг фойдали ишга айланган қисми шунчалик кўп бўлади. Берилган температуралар оралиғида қандай идеал цикл энг катта ф. и. к. га эга бўлишини биринчи бўлиб Сади Карно (1824-й) кўрсатди.

Бундай циклнинг термик ф. и. к. «иссиқ» ва «совук» манбаларнинг температураларига боғлиқ бўлиб, иш жисмига боғлиқ эмас, яъни

$$\eta_i = 1 - \frac{T_2}{T_1}; \text{ бу ерда } T_1 - \text{«иссиқ» манба температураси, } T_2 -$$

«совук» манба температураси. Мазкур температуралар оралиғида Карно цикли энг катта ф. и. к. га эга. Масалан, ички ёнув двигателлари учун характерли бўлган $T_1 = 2700 \text{ K}$ ва $T_2 = 300 \text{ K}$ температуралар оралиғида Карно циклининг термик ф.и.к.

$\eta_i = 0,90$ бўлади, Аммо бундай циклнинг максимал босими тахминан 1000 МПа , сиқиш даражаси эса $\varepsilon = 1500$ бўлади. Демак бундай двигателни куриш мақсадга мувофиқ эмас.

Шу билан биз термодинамика асосларини қисқача кўриб чиқдик. Умид қиламизки, бу тушунчалар ички ёнув двигателлари назариясини ўрганиш учун етарли бўлади.

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ ЦИКЛЛАРИ

2.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Техник термодинамика курсида назарий цикллар кўриб ўтилган эди. Уларда иш жисми ўзгармас бўлиб, иссиқлик температураси T_1 бўлган ташки «иссиқ» манбадан берилади ва иш содир бўлгач, у бошқа, температураси $T_2 < T_1$ бўлган ташки «совуқ» манбага қайтарилади. Реал ички ёнув двигателларида эса иссиқлик ёниш камерасида (ёнилғи ва ҳаво аралашмасининг ёниши натижасида) ҳосил бўлади.

Двигател цилиндри ичида ҳар гал янгидан ёниш жараёни давом этиши учун янги аралашма кириши, ёниши ва иссиқлик чиқариб иш бажариши ҳамда цилиндрдан чиқариб юборилиши зарур.

Ҳаво билан ёнилғи аралашмасининг цилиндр ичида ёниши натижасида ҳосил бўлган иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантирувчи жараёнларнинг тўплами-ҳақиқий цикл дейилади.

Ички ёнув двигателларида ҳақиқий цикл жараёнида энергиянинг бир катор кўшимча сарфланиши юз беради, яъни иссиқликдан фойдаланиш даражаси назарий циклга қараганда камроқ бўлади.

Ҳақиқий циклда иссиқликдан фойдаланиш даражасини билиш учун поршенли двигателларнинг назарий циклларини таҳлил қилиш керак. Назарий ва ҳақиқий циклларнинг фойдали иш коэффициентлари (ф. и. к.) қийматларини солиштириш реал двигателда иссиқликдан фойдаланиш даражасини билиб олишга имкон беради.

Назарий циклларни таҳлил қилишда қуйидаги чекинишлар қабул қилинади:

а) цилиндр ичида ўзгармас миқдорда иш жисми (масалан, ҳаво) бўлиб, унда киритиш ва чиқариш жараёнлари содир бўлмайди, яъни у берк циклда ҳаракат қилади;

б) иш жисмининг иссиқлик сифими температурага боғлиқ эмас;

в) иш жисмига иссиқлик ташқаридан, яъни «иссиқ» манбадан циклнинг маълум бир даврида берилади;

г) сиқиш ва кенгайиш жараёнларида ташқи мухит билан иссиқлик алмашилиши содир бўлмайди (адиабатик жараёнлар).

Қуйида ҳозирги замон ички ёнув двигателларининг циклларига мос келадиган уч хил назарий циклни кўриб чиқамиз:

а) иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл (карбюраторли двигателларга мос келади);

б) иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган цикл (компрессорли дизелларга мос келади).

в) иссиқликнинг бир қисми ўзгармас ҳажмда, қолган қисми эса ўзгармас босимда (иссиқлик аралаш усулда) бериладиган цикл (тезюар дизелларга мос келади).

Бу уч циклда иссиқлик «совуқ» манбага ўзгармас ҳажмда берилади деб фараз қилинади.

2.2. ИССИҚЛИК ЎЗГАРМАС ҲАЖМДА ($V = \text{const}$) БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл $p - V$ координаталар системасида (2.1-расм) тасвирланган. Бу ерда ac — сиқиш жараёни, cz — иссиқлик бериш жараёни, zv — кенгайиш жараёни ва ba — иссиқлик қайтариш жараёни ac ва zb жараёнлар адиабатик бўлиб, бу жараёнлар ташқи мухит билан иссиқлик алмашмай содир бўлади. cz жараёнда ҳажм ўзгармагани ҳолда иш жисмига «иссиқ» манбадан q_1 иссиқлик берилганда иш жисмининг температураси ва босими кўтарилади. Натижада иш жисми поршенни п. ч. н. томон силжитиб кенгайди. Поршен п. ч. н. га келган вақтда q_2 иссиқлик «совуқ» манбага берилади. Бу циклни таҳлил қилиш учун қуйидаги белгиларни киритамиз:

D — цилиндр диаметри;

R — кривошип радиуси;

S — поршен йўли, $S = 2R$;

V_h — иш ҳажми;

V_c — ёниш камерасининг ҳажми;

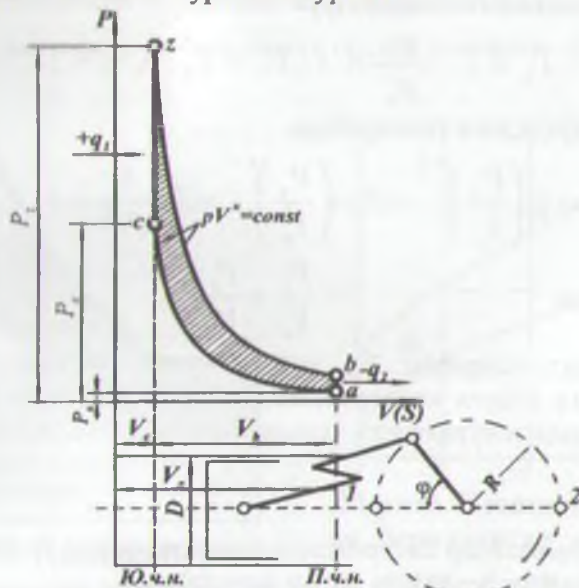
V_a — цилиндрнинг тўла ҳажми;

ε — сиқиш даражаси, $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$;

κ — адиабата кўрсаткичи, $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$;

λ — босимнинг ортиш даражаси, $\lambda = \frac{p_z}{p_c}$;

φ — тирсакли валнинг бурилиш бурчаги.



2.1-расм. Иссиклик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл

Цилиндр ичида 1 кг иш жисми бор деб фараз килсак, иш жисмига «иссик» манбадан берилган иссиклик миқдори қуйидагича аникланади:

$$q_1 = C_v(T_z - T_c), \text{ Ж/кг.}$$

«Совук» манбага берилган иссиклик миқдори эса $q_2 = C_v(T_b - T_a)$ Ж/кг га тенг. q_1 ва q_2 иссиклик миқдорларининг қийматлари

маълум бўлса, термодинамика қонунига биноан циклниңг термик ф. и. к. қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_i = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{C_v(T_b - T_a)}{C_v(T_z - T_c)} = 1 - \frac{T_b - T_a}{T_z - T_c}.$$

Циклниңг характери нукталаридаги температуралар бошланғич температура T_a орқали қуйидагича ифодаланади:

c — нуктадаги температура

$$T_c = T_a \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{\kappa-1} = T_a \cdot \varepsilon^{\kappa-1},$$

z — нуктадаги температура

$$T_z = T_c \cdot \frac{p_z}{p_c} = \lambda \cdot T_c = T_a \cdot \lambda \cdot \varepsilon^{\kappa-1},$$

b — нуктадаги температура

$$T_b = T_z \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{\kappa-1} = T_z \cdot \left(\frac{V_c}{V_a} \right)^{\kappa-1} = T_z \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = \lambda \cdot T_a,$$

бу ерда

$$\frac{V_z}{V_a} = \frac{V_c}{V_a}.$$

Температураларниң бу қийматларини термик ф. и. к. формуласига қўйсақ қисқартиришлардан сўнғ циклниңг термик ф. и. к. қуйидаги қўринишга келади:

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}.$$

$p - V$ координаталар системасида цикл давомида бажарилган l_q иш штрихланган *асъва* юза билан аниқланади.

Двигателлар цикл давомида бажарилган l_q ишнинг цилиндр иш ҳажми V_h га нисбати билан таққосланади. Бунинг учун бажарилган иш шартли равишда юзаси l_q га тенг бўлган тўғри тўртбурчаклик шаклида тасвирланади (2.2-расм). Тўртбурчакликниң асоси цилиндрниң иш ҳажми V_h га тенг, ординатаси (босим) эса қуйидагича топилади:

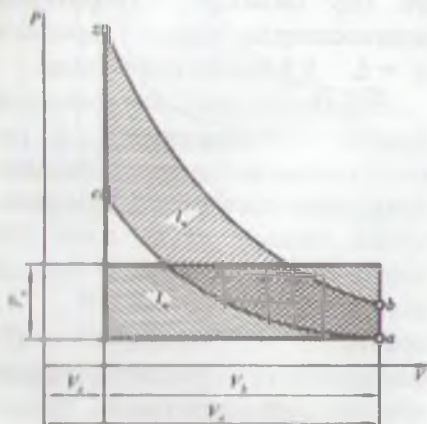
$$p_u = \frac{l_u}{V_h}.$$

Циклнинг ўртача босими p_u нинг сон қиймати маълум шартли ўзгармас босимга тенг бўлиб, у поршенга ю. ч. н. дан п.ч.н. га келгунча таъсир қилади ва шу вақт ичида l_u иш бажаради.

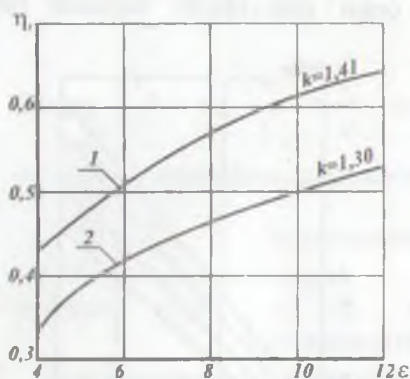
Таҳлил қилинаётган $V = \text{const}$ цикл учун (2.2-расм) ўртача босимни қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$p_u = p_a \frac{\varepsilon^\kappa \cdot (\lambda - 1)}{(\varepsilon - 1)(\kappa - 1)} \cdot \eta_t \quad (*)$$

(*) тенглани таҳлил қилиш кўриляётган циклнинг термик ф. и. к. асосан сиқиш даражаси ε ва адиабата кўрсаткичи κ га боғлиқ эканлигини кўрсатади. ε ва κ ортиши билан η_t ортади, лекин термик ф. и. к. босимнинг ортиш даражаси λ га боғлиқ эмас.



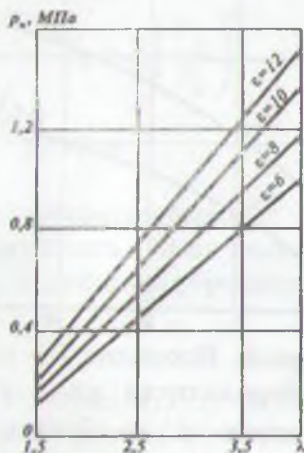
2.2-расм. Циклнинг ўртача босимни аниқлаш



2.3-расм. Иссиқлик $V = \text{const}$ да бериладиган цикл учун η_t нинг ε га боғлиқлик графиги (κ нинг икки қиймати учун)

2.3 - расмда иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл учун η_t нинг ε га боғлиқлик графиги адиабата кўрсаткичининг икки қиймати учун келтирилган: 1 - двигателнинг цилиндрига иш гизи ўрнида ҳаво ($\kappa = 1,41$) киритилган; 2 - адиабатда

кўрсаткичи $\kappa = 1,3$ бўлган газ киритилган. Графикдан кўриниб турибдики, сиқиш даражасининг ортиши билан термик ф. и. к. жуда сезиларли даражада ўсади. Кичик адиабата кўрсаткичларига кичик термик ф. и. к. лар тўғри келади. Демак термик ф. и. к. қийматини ошириш учун сиқиш даражасини имкони борича кўтариш керак. Шу сабабдан ҳозирги замон карбюраторли двигателларининг сиқиш даражаси «ортиб» борапти. Лекин кўрилатган цикл учун сиқиш даражасини маълум чегарадан ошириб юбориш мумкин эмас, чунки бу ҳолда ёнилғининг нормал тақсимланмаслиги натижада (детонацияли) ёниши ёки ёндириш вақтидан илгари ўз-ўзидан ёна бошлагани кузатилади. Бундан ташқари, сиқиш даражаси бензиннинг сортига ҳам боғлиқ. Двигателдаги сиқиш даражасининг ортиши билан ишлатиладиган бензиннинг октан сони ҳам ортиб бориши шарт. Шу сабабли карбюраторли двигателларда сиқиш даражаси $\epsilon = 6 \dots 9,5$ оралиғида бўлади.



2.4-расм. ϵ нинг ҳар хил қийматлари учун p_c босимнинг λ га боғлиқлиги

микдорини ҳамда бошланғич босим p_a ни ошириш керак.

Термик ф. и. к. нинг ўсиши иссиқликдан унумли фойдаланилганини кўрсатади.

Карбюраторли двигателларда ёнилғи сифатида газ ишлатилганда сиқиш даражасини оширишга имкон туғилади, чунки газнинг октан сони 100 дан катта. Шу сабабли бундай двигателларда $\epsilon = 7 \dots 11$ оралиғида бўлади. (*)

тенгламанинг тахлили шуни кўрсатадики, циклнинг ўртача босими p_c бошланғич босим p_a ва босимнинг ортиш даражаси λ га тўғри пропорционалдир (2.4-расм). Демак циклнинг ўртача босимини ошириш учун ϵ жараёнида берилган иссиқлик

2.3. ИССИҚЛИК ҲАЗАРМАС БОСИМДА ($p = \text{const}$) БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Иссиқлик ҳазармас босимда бериладиган цикл $p - V$ координаталар системасида (2.5-расм) кўрсатилган. Бу циклда sz иссиқлик «иссиқ» манбадан ҳазармас босим остида берилади ва у 1 кг иш жисми учун қуйидагича аниқланади:

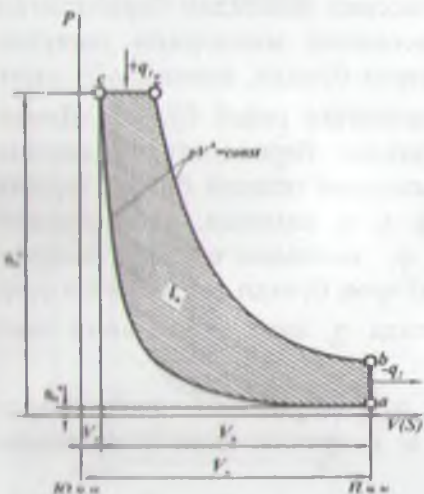
$$q_1 = C_p(T_z - T_d).$$

ба жараёнида «совуқ» манбага берилган иссиқлик миқдори q_2 қуйидагича бўлади:

$$q_2 = C_v(T_b - T_d).$$

Бу циклниң термик ф. и. к.

$$\eta_t = 1 - \frac{C_v(T_b - T_a)}{C_p(T_z - T_c)}.$$



2.5-расм. Иссиқлик
ҳазармас босимда
бериладиган цикл

Лекин $\frac{V_a}{V_c} = \varepsilon$; $\frac{C_v}{C_p} = \frac{1}{\kappa}$ ва

дастлабки кенгайиш даражаси

$$p = \frac{V_z}{V_c} = \frac{T_z}{T_c} \quad \text{эканлигини}$$

назарга олиб, с, z, b нукталардаги

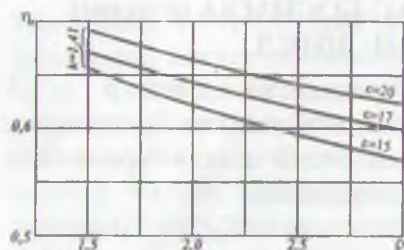
температураларни бошланғич температура T_a орқали ифодаласак, циклниң термик ф. и. к. қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_t = 1 = \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{1}{\kappa(\rho-1)}.$$

Циклниң ўртача босими эса:

$$p_u = p_a \frac{\varepsilon^{\kappa} \cdot \kappa(\rho-1)}{(\varepsilon-1)(\kappa-1)} \cdot \eta_t.$$

Демак, циклниң термик ф. и. к. сиқиш даражаси ε , адиабата кўрсаткичи κ ва бирламчи кенгайиш даражаси ρ га боғлиқ. Сиқиш даражаси ε ва адиабата кўрсаткичи κ ортиши билан



2.6-расм. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган цикл учун η_i нинг ρ га боғлиқлиги графиги

тушунтириш мумкин: берилган q_1 иссиқлик ошганда «совуқ» манбага қайтарилган иссиқлик кўпроқ бўлади ва натижада q_2/q_1 нисбат ортади, бу эса ўз навбатида η_i нинг камайишига олиб келади.

Автомобил ва трактор дизеллари кам юкламаларда ишлаганда уларнинг термик ф. и. к. ортади, яъни иссиқликдан унумли фойдаланилади.

Циклнинг ўртача босими p_m ни орттириш учун sz жараёнида иссиқликни кўпроқ бериш керак. Натижада юкорида айтиб ўтганимиздек ρ ортади, лекин η_i бир оз камаёди. Кўриб ўтилган цикл секин юрар компрессорли дизеллар учун тахминан тўғри келади.

2.4. ИССИҚЛИК АРАЛАШ УСУЛДА БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

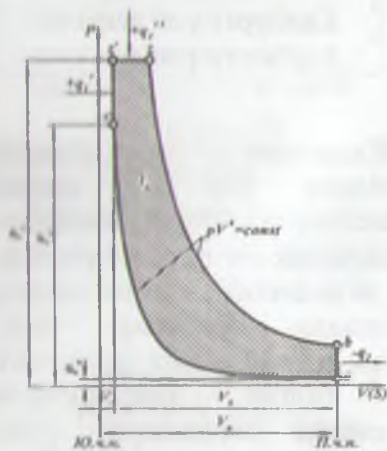
Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл $p - V$ координаталар системасида кўрсатилган (2.7-расм). Бу циклда $q_1 = C_v(T_2 - T_1)$ микдор иссиқлик sz жараёнида ўзгармас ҳажмда; $q_2 = C_p(T_3 - T_4)$ микдор иссиқлик эса $z - z'$ жараёнида ўзгармас босимда берилади ва 1 кг иш жисми учун «иссиқ» манбадан берилган иссиқликнинг умумий микдори қуйидагича аниқланади:

термик ф. и. к. ҳам ортади, лекин ρ нинг ортиши η_i нинг камайишига олиб келади (2.6-расм). Кўрилатган циклга яқин циклда ишлайдиган двигателда юкламани ошириш учун «иссиқ» манбадан бериладиган иссиқлик микдорини ошириш керак бўлади, лекин бу ρ нинг ортишига сабаб бўлади. Демак циклда бериладиган иссиқлик микдори ошиши билан, термик ф. и. к. камаёди. Буни шундай

$$q_1 = q_1' + q_2' = C_v(T_z - T_c) + C_p(T_z - T_z') =$$

$$= C_v T_c \left[\left(\frac{T_z}{T_c} - 1 \right) + \frac{C_p}{C_v} \cdot \frac{T_z}{T_c} \times \left(\frac{T_z}{T_z'} - 1 \right) \right] = C_v T_c [\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)]$$

ба жариёнида «совук» манбага берилган иссиқлик миқдори $q_2 = C_v(T_b - T_a)$ бўлади.



2.7-расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл

иссиқлик миқдорига) ва бирламчи кенгайиш даражаси ρ га (ўзгармас босим остида берилган иссиқлик миқдорига) боғлиқ экан.

Изланишлар шуни кўрсатадики, қанчалик кўп иссиқлик ўзгармас ҳажмда, яъни sz' жараёнида берилса, аралаш усулда иссиқлик бериладиган циклнинг термик ф. и. к. шунча юқори бўлади (2.8-расм).

η_i нинг қиймати иссиқлик аралаш усулда ва $V = \text{const}$ да бериладиган цикллар ҳамда ε нинг уч хил қиймати учун 2.1-жадвалда келтирилган.

Бундай циклнинг термик ф. и. к. η_i ва ўртача босими p_u соддалаштиришлардан сўнг қуйидагича топилади:

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

$$p_u = p_a \frac{\varepsilon^{\kappa} [\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)]}{(\varepsilon - 1)(\kappa - 1)} \cdot \eta_i$$

Демак, иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг термик ф. и. к. ҳам сиқиш даражаси ε га, босимнинг кўтарилиш даражаси λ га (ўзгармас ҳажмда берилган

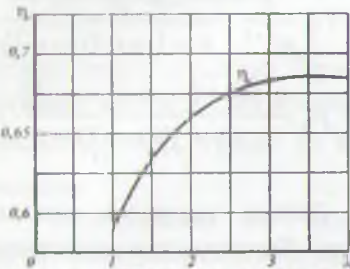
иссиқлик миқдорига) ва бирламчи кенгайиш даражаси ρ га (ўзгармас босим остида берилган иссиқлик миқдорига) боғлиқ экан.

Изланишлар шуни кўрсатадики, қанчалик кўп иссиқлик ўзгармас ҳажмда, яъни sz' жараёнида берилса, аралаш усулда иссиқлик бериладиган циклнинг термик ф. и. к. шунча юқори бўлади (2.8-расм).

η_i нинг қиймати иссиқлик аралаш усулда ва $V = \text{const}$ да бериладиган цикллар ҳамда ε нинг уч хил қиймати учун 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал

Цикл	ε	η_i	Двигател тури
$V = \text{const}$	17	0,686	Карбюраторли двигател
$\begin{cases} q_1 V = \text{const} \\ q_2 p = \text{const} \end{cases}$	17	0,684	Тез юрар дизел
$V = \text{const}$	10	0,610	Карбюраторли двигател
$V = \text{const}$	9	0,596	Карбюраторли двигател



2.8-расм. Иссиклик аралаш усулда бериладиган цикл учун η_i нинг λ га боғлиқлиги пасайтиради ($\varepsilon = 9 \dots 10$).

Тезюрар дизеллар исиклик аралаш усулда бериладиган циклларга якин циклда ишлайди. Бу двигателларда қўлланиладиган дизел ёнилғисининг ($\varepsilon = 16 \dots 23$) сиқиш даражаси юкори бўлади. Бу эса дизелларда карбюраторли двигателларга караганда юкори термик ф. и. к. олиш имконини беради. 2.8-расмда исиклик аралаш усулда бериладиган цикл учун η_i нинг λ га боғлиқлиги кўрсатилган. Бу циклда λ ортиши билан η_i ҳам ортади. Ҳозирги замон тезюрар дизелларида қўлланиладиган λ нинг киймати $1,2 \dots 2,0$; ρ нинг киймати эса $1,4 \dots 2,2$ га тенг. (*) формуладан кўриниб турибдики, исиклик аралаш усулда бериладиган циклнинг

Жадвалдан кўриниб турибдики, бир хил сиқиш даражасига эга бўлган циклларни солиштирсак энг юкори термик ф. и. к. га исиклик ўзгармас ҳажмда берилганда эришилار экан. Амалда бундай сиқиш даражасига эга бўлган карбюраторли двигателни детонацияли ёниш сабабли ишлатиб бўлмайди. Натижада карбюраторли двигателлар нормал ишлаши учун уларда сиқиш даражаси

ўртача босими бошланғич босим p_a , ε ва η_i га боғлиқ бўлиб, улар қанча катта бўлса, p_u ҳам шунча катта бўлади.

1-мисол. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган циклнинг термик ф. и. к. ва ўртача босими топилсин, бунда $\varepsilon = 9$; $\kappa = 1,41$; $p_a = 0,1$ МПа ва $\lambda = 4$. Термик ф. и. к.

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{9^{0,41}} = 0,596.$$

Циклнинг ўртача босими

$$p_u = p_a \frac{\varepsilon^{\kappa}(\lambda - 1)}{(\varepsilon - 1)(\kappa - 1)} \eta_i = 0,1 \frac{9^{1,41} \cdot (4 - 1) \cdot 0,596}{(9 - 1)(1,41 - 1)} = 1,225 \text{ МПа}.$$

2-мисол. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг термик ф. и. к. ва ўртача босими топилсин. Бунда $\varepsilon = 16,5$; $\kappa = 1,41$; $p_a = 0,1$ МПа; $\rho = 1,7$; $\lambda = 2$.

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{16,5^{0,41}} \cdot \frac{2 \cdot 1,7^{1,41} - 1}{2 - 1 + 1,41 \cdot 2(1,7 - 1)} = 0,658.$$

$$p_u = 0,1 \cdot \frac{16,5^{1,41} \cdot 0,658}{(1,41 - 1)(16,5 - 1)} \cdot [2 - 1 + 1,41 \cdot 2(1,7 - 1)] = 1,62 \text{ МПа}.$$

III боб

ЁНИЛҒИ ВА УНИНГ ЁНИШ КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРИ

3.1. ЁНИЛҒИ

Ички ёнув двигателларида суюқ ва газ ҳолатидаги ёнилғи ишлатилади.

Суюқ ёнилғилар ҳар хил углеводородлардан ташкил топган бўлиб, улар парафин углеводородлар (алканлар) C_nH_{2n+2} , нафтен углеводородлар (цикланлар) C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} , ароматик углеводородлар C_nH_{2n-6} ; C_nH_{2n-12} ва бошқалардан иборат.

Ички ёнув двигателлари учун ишлатиладиган суюқ ёнилғиларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, унинг элементар таркиби углерод С, водород H_2 ва оз миқдордаги кислород O_2 дан ташкил топган. Ёнилғиларнинг баъзи навларида жуда оз миқдорда олтингутурт S учрайди.

Газ билан ишлайдиган двигателларда ёнилғи сифатида табиий газ, саноат газлари ва қаттиқ ҳолдаги ёнилғини газга айлантириб олинган газлар қўлланилади. Масса ёки ҳажм бирлигидаги ёнилғининг тўла ёнишидан ҳосил бўлган иссиқлик миқдорида ёнилғининг ёниш иссиқлиги деб аталади ва у ёнилғининг энг асосий кўрсаткичларидан ҳисобланади.

Ёнилғининг юқори H_0 ва қуйи H_u ёниш иссиқлиги бўлади.

Юқори ёниш иссиқлиги (H_0) деб, масса ва ҳажм бирлигидаги ёнилғининг тўла ёниши натижасида ҳосил бўлган ва ёниш маҳсулотларини бошланғич температурагача совитганда совитувчи муҳитга бериладиган иссиқлик миқдорида айтилади.

Ички ёнув двигателларида ишлатилган газлар юқори температурада ташқарига чиқариб ташланади, уларнинг температураси ташқи муҳит температурасидан анча юқори бўлади ва ўзи билан сув буғини олиб кетади. Шунинг учун ҳисоблашларда сув буғининг конденсатланишида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори ҳисобга олинмайди. Масса ёки ҳажм бирлигидаги ёнилғи ёнганда ҳосил бўладиган иссиқлик миқдоридан сув буғининг конденсатланишида ажралиб чиқувчи иссиқлик миқдорининг айирмаси *ёнилғининг қуйи ёниш*

исхотидаги H_0 дейилади. Двигателларни ҳисоблашда H_0 нинг қийматидан фойдаланилади.

Бунинг учун ёнилғининг элементар таркиби ва юқори ёниш нисбатининг H_0 маълум бўлиши керак:

$$H_0 = H_0 - 2512 (9H + W), \text{ кЖ/кг}$$

ёки

$$H_0 = H_0 - 600 (9H + W), \text{ ккал/кг.}$$

Одатда, 1 кг сув бугини ҳосил қилиш учун 2512 кЖ/кг ёки 600 ккал/кг иссиқлик миқдори сарфланади.

1 кг ёнилғи ёнганда 9H сув буги ҳосил бўлади, 1 кг ёнилғида H масса водород бўлади;

W — 1 кг ёнилғидаги намлик миқдори.

Ёнилғининг фақат элементар таркиби (C, H_2 , O_2 ва S) маълум бўлган ҳолларда ҳам унинг қуйи ёниш иссиқлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун Д. И. Менделеев формуласидан фойдаланилади:

$$H_0 = (34,013C + 125,6H - 10,9 (O - S) - 2,512 (9H + W)) 10^6, \text{ Ж/кг}$$

ёки

$$H_0 = 8100C + 30000H - 2600 (O - S) - 600 (9H + W), \text{ ккал/кг.}$$

Бугланувчанлик ёнилғининг асосий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади ва у ёнилғининг фракцион таркибига қараб белгиланади. Ёнилғининг бугланувчанлиги махсус асбобда аниқланади. Бунинг учун ёнилғи асбобга солинади ва аста-секин киндирилади. Ёнилғи қизиган сари буглана бошлайди. Характерли нуқталар деб ёнилғининг 10, 50, 90 ва 100% қайнаб бугга айланган температураси қабул қилинган. Бу маълумотларга биноан ёнилғи фракцион таркибининг температурага боғлиқлигини аниқлаймиз. Ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг сифати, тез ёниши ва двигателнинг ишла тез тушиш хусусиятлари ёнилғининг фракцион таркибига боғлиқ. Ички ёнув двигателларида ишлатиладиган суюқ ёнилғиларнинг фракциялар бўйича ҳайдалиш эгри чизиқлари 3.1-расмда кўрсатилган, асосий кўрсаткичлари эса 3.1-жадвалда келтирилган.

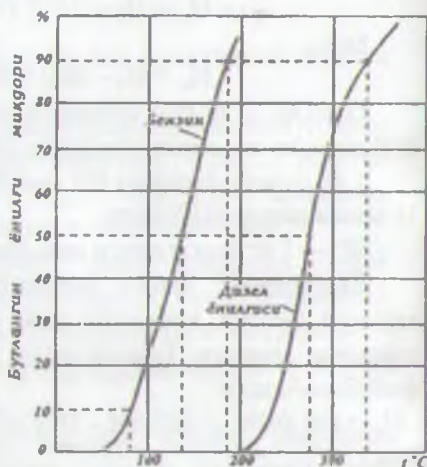
Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнилғи сифатида бензин ишлатилади. Бензиннинг асосий кўрсаткичларидан бири унинг детонацияга чидамлилигини

Ҳар бир двигател учун унинг сиқиш даражасига қараб бензин нави танланади. Агар шу двигателга бошқа навдаги бензин ишлагилса, унинг цилиндрида ёниш жараёни ногўри (но-нормал) кетади, яъни ёниш шароитлари бузилади, детонация пайдо бўлади. Двигателни бундай шароитда ишлатишга йўл қўйилмайди.

Бензинларнинг детонацион чидамлилиги октан сони билан характерланади ва шу мақсад учун мўлжалланган махсус двигателда, аниқ белгиланган шароитларда, синаш йўли билан аниқланади. Бу двигателнинг муҳим хусусияти шундаки, унда сиқиш даражасини ўзгартириш мумкин. Бензиннинг октан сони эталон ёнилгилар ёрдамида аниқланади. Эталон ёнилгилар сифатида

детонацион чидамлилиги жуда катта бўлган изооктан (iC_8H_{18}) ва детонацион чидамлилиги жуда кичик бўлган гептан (nC_7H_{16}) ишлатилади. Бу двигателда синаш вақтида ёнилғи сифатида изооктан ва гептан аралашмаси ишлатилади. Ёниш жараёнида детонация ҳодисаси ҳар хил сиқиш даражасида, яъни аралашмадаги ёнилгиларнинг фоиз миқдорига қараб содир бўлади. Изооктан қанча кўп бўлса, детонация ҳодисаси шунча катта сиқиш даражасида содир бўлади. Демак ёнилғи сифатида тоза изооктан ишлатилгандагина юқори сиқиш даражасига эга бўламиз. Гептанининг аралашмадаги фоиз миқдори ошиб бориши билан, двигателнинг нормал ишлаши учун керак бўладиган сиқиш даражаси камайиб боради. Мисол учун бизда номаълум октан сонли бензин бор деб фараз қиламиз. Унинг октан сони қуйидагича аниқланади.

Бунинг учун махсус двигателда шундай сиқиш даражаси ўрнатиш керакки, бу ҳолда текшириладиган ёнилғи билинар-билинимас детонация билан ёнсин. Демак бу бензин қандай



3.1-расм. Суяқ ёнилгиларни фракциялар бўйича ҳайдаш эгри чизиқлари

ёниги даражасида (ε) детонацияга мойиллигини билиб олдик. Сунгра двигателни изооктан ва гептан аралашмасидан иборат бўлган ёнилги ишлатиб синаймиз. Бу аралашманинг шундай таркибини топишимиз керакки, унинг детонацияга мойиллиги юқоридигидек сикиш даражасида содир бўлсин. Демак бу аралашмадаги изооктаннынг фоиз миқдори бензиннинг октан ёниги беради.

Текнирилайтган ёнилги (бензин) билан изооктан ва нормал гептан аралашмасининг (бир хил сикиш даражасида $\varepsilon = \text{const}$) детонацияга мойиллиги тенг бўлса, у ҳолда аралашмадаги изооктаннынг фоиз миқдори октан сони дейилади.

Агар синалётган ёнилги ва аралашма (93% изооктан ва 7% гептан) бир хил шароитда детонация билан ёнса, ёнилгининг октан сони 93 га тенг бўлади.

3.1-жадвал

Автомобил ва трактор двигателларида ишлатиладиган суюқ ёнилгиларнинг асосий кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Автомобил бензини	Дизел ёнилгиси
Ёнилгининг элементар масса таркиби:		
C	0,855	0,870
H ₂	0,145	0,126
O ₂	—	0,004
Ўртача молекуляр массаси, кг	110 - 120	180 - 200
Қўни ёнилги исеиклиги:		
МЖ/кг да	44	42,5
ккал/кг да	10500	10150
Температура, °C:		
ҳайдашнинг бошланиши	35	185 - 1200
10% ёнилгини ҳайдаш	55 - 70	200 - 225
50% ёнилгини ҳайдаш	100 - 125	240 - 280
90% ёнилгини ҳайдаш	160 - 195	290 - 350
Ҳайдашнинг тугалланиши (қўни билан)	185 - 205	330 - 360

Ҳар бир карбюраторли двигател учун ишлатилиши лозим бўлган бензиннинг октан сони йўриқмаларда кўрсатилади.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателларда қўлланиладиган бензинларнинг октан сони 66 дан 93 гача бўлади.

Синашларнинг кўрсатишича газ ҳолидаги ёнилғиларнинг октан сони 90... 110 га тенг. Демак автомобил двигателлари октан сони катта бўлган газ ҳолидаги ёнилғи билан ишлаганда уларнинг сиқиш даражасини ошириш керак, акс ҳолда уларнинг қуввати бир оз пасаяди, чунки газларнинг куйи ёниш иссиқлиги бензинникидан кам.

Дизел ёнилғиларига қўйиладиган талабларни кўриб чиқамиз. Юқорида айтиб ўтганимиздек, дизелнинг ёниш камерасига нуркалган ёнилғи ҳавонинг юқори температураси (500 - 600°C) таъсирида осон алангаланиши лозим. Бу дизел ёнилғисига қўйиладиган асосий талаблардан биридир. Дизелда ёнувчи аралашма цилиндр ичида сиқиш такти охирида ҳосил қилинади. Лекин ёниш жараёни ёнилғи нуркалган заҳоти бошланмасдан, бир оз кечроқ бошланади. Шунинг учун алангаланишнинг кечикиш даври ёнилғи берилган пайтдан бошлаб ёниш бошлангунча бўлган вақт оралиғи билан ўлчанади. Алангаланишнинг кечикиш даври нуркаш бошланган пайтдаги ҳавонинг термодинамик параметрларига, ёнилғининг физик-кимёвий хоссаларига ва ёнилғи бериш аппаратурасида ҳосил қилинадиган босимга боғлиқ. Дизел ёнилғисининг алангаланувчанлиги цетан сони билан характерланади. Цетан сони қанча юқори бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври шунча қисқа бўлади. Ёнилғининг цетан сони махсус двигателларда аниқланади. Бунинг учун текширилаётган ёнилғини эталон аралашма билан осон алангаланувчан цетан ($C_{16}H_{34}$, унинг цетан сони 100 га тенг) ва қийин алангаланувчан α - метилнафталин (унинг цетан сони 0 га тенг) ўзаро солиштириб топилади. Бунда ёнилғилар алангаланишининг кечикиш даври аниқланади. Масалан, цетан сони номаълум бўлган дизел ёнилғисининг алангаланиш даври эталон аралашма (45% цетан + 55 % α — метилнафталин) нинг алангаланиш даврига тенг бўлса, у ҳолда ёнилғининг цетан сони эталон аралашмасидаги цетаннинг фоиз миқдори билан аниқланади. Юқоридаги мисолда дизел ёнилғисининг цетан сони 45 га тенг. Умуман, дизел ёнилғиларнинг цетан сони 40... 50 бўлади.

Ёнилгининг муҳим сифат кўрсаткичларидан бири унинг температураси ва фракцион таркибига боғлиқ бўлган қовушқоклигидир. Ёнилгининг фракцион таркиби қанча оғир бўлса, унинг қовушқоклиги шунча юқори бўлади. Бундай ёнилгиларда температура пасайиши билан қовушқоклик тез ўседи. Мисалин, бензиннинг температураси $+20^{\circ}\text{C}$ дан -20°C гача ўзгарса, унинг қовушқоклиги 2 марта, дизел ёнилгисиники эса 5—10 марта ошади. Ёнилгининг қовушқоклиги пуркалиш сифати ва ёнилгининг ҳаво билан аралашishiга таъсир кўрсатади. Қун совуқ бўлганда дизелларни ишга туширишнинг қийинлашishiини ёнилгининг шу хусусияти билан тушунтирилади.

3.2. ЁНИЛГИНИНГ ЁНИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

Двигател цилиндри ичида ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг ёниши жуда муҳим ва мураккаб жараён бўлиб, шу даврада тўлиқ текширилмаган.

Ёнилғи ёниши натижасида ажралиб чиқадиған иссиқлик эффектиши ёнилғи таркибига кирувчи углерод C ва водород H_2 нинг кислород O_2 билан қимёвий реакциялари орқали аниқлаш мумкин.

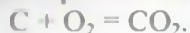
1 кг суюқ ёнилғи, C кг углерод (C), H кг водород (H_2) ва O_2 кг кислород (O_2) дан иборат.

Бударининг йиғиндиси: $\text{C} + \text{H} + \text{O}_2 = 1 \text{ кг}$.

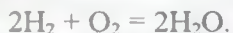
Ёнилгининг тўла ёниши

Ёнилғи тўла ёниши учун кислород етарли бўлиши зарур. Бу ҳолда углероднинг оксидланишидан карбонат ангидрид, водороднинг оксидланишидан эса сув буги ҳосил бўлади.

Ёнилғи тўла ёнганда углерод ва кислороднинг биттадан молекуласи ўзаро бириқиб карбонат ангидрид ҳосил бўлади:



Водород ёнганда унинг иккита молекуласи кислороднинг битта молекуласи билан бириқиб, сув бугининг иккита молекуласини ҳосил қилади:



Углерод, водород ва кислороднинг молекуляр массаларини ҳисобга олиб, юқоридаги тенгламаларни қуйидагича ёзиш мумкин:



1 кг углерод учун:

$$1 \text{ кг (C)} + \frac{8}{3} \text{ кг (O}_2\text{)} = \frac{11}{3} \text{ кг (CO}_2\text{)}. \quad (a)$$

1 кг водород учун:

$$1 \text{ кг (H}_2\text{)} + 8 \text{ кг (O}_2\text{)} = 9 \text{ кг (H}_2\text{O)} \text{ бўлади.} \quad (б)$$

(a) тенглама шуни кўрсатадики, 1 кг углерод тўла ёниши учун $\frac{8}{3}$ кг кислород керак ва бунинг натижасида $\frac{11}{3}$ кг CO₂ ҳосил бўлади. (б) тенгламага биноан 1 кг водород тўла ёниши учун 8 кг кислород, керак бунда 9 кг сув бўғи ҳосил бўлади.

1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун керак бўладиган кислород миқдори (a) ва (б) тенгламаларни ҳисобга олиб қуйидагича аниқланади. Бунинг учун (a) ва (б) тенгламаларнинг ўнг ва чап қисмларини мос равишда C ва H га, яъни 1 кг ёнилғидаги углерод ва водороднинг улушларига кўпайтириш керак:

$$C \text{ кг (C)} + \frac{8}{3} C \text{ кг} \leftarrow (\text{O}_2) = \frac{11}{3} C \text{ кг (CO}_2\text{)}, \quad (a)$$

$$H \text{ кг (H}_2\text{)} + 8 H \text{ кг} \leftarrow (\text{O}_2) = 9 H \text{ кг (H}_2\text{O)} \quad (2)$$

1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун зарур бўлган хавонинг назарий миқдори

(a) ва (2) тенгламаларга биноан C кг углерод ва H кг водороднинг тўла ёниши учун $(\frac{8}{3}C + 8H)$ кг кислород талаб этилар экан.

Агар ёнилғи таркибидаги кислород. O_к ни ҳисобга олсак 1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун керакли минимал кислород миқдори:

$$O_{2\min} = \frac{8}{3} C + 8H - O_{\text{к}}, \text{ кг бўлади.}$$

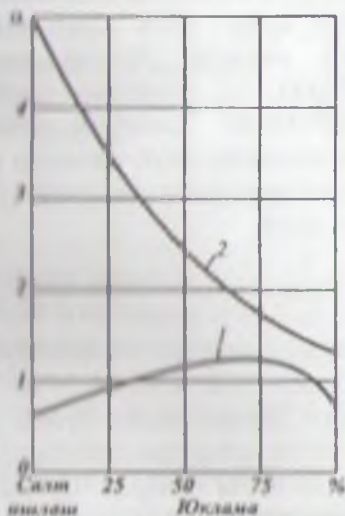
Ички ёнув двигателларида цилиндр ичига соф ҳолда кислород киритиб бўлмайди, балки ташки муҳитдан ҳаво киритилиб унинг таркибидаги кислород ишлатилади. Ҳаво таркибидagi кислороднинг массаси 23% ни ташкил этади. Демак 1 кг ёнилгининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$l_o = 1/0,23 \left(\frac{8}{3} C + 8H + O_e \right), \text{ кг бўлади.}$$

Ҳавонинг қолган қисми (77%) азотни ташкил қилиб, ёнишда қатнашмайди ва ишлатилган газлар билан двигател цилиндридан чиқариш жараёнида чиқиб кетади.

Ёнилгининг чала ёниши

Карбюраторли двигателларни эксплуатация қилиш шуни кўрсатадики, улар умумий вақтнинг 70—80 фоизи давомида асосан кичик юкларда ишлар экан. Бу ҳолларда ёниш



3.2-расм. Ҳаво ортиқлик коэффициенти α нинг юкларга боғлиқ ҳолда ўзгариш чегараси:

1 - карбюраторли двигател; 2 - дизел

жараёнида кислородни меъёридан камроқ бериш керак чунки бундай иш аралашмаси тез ёниш хусусиятига эга бўлади. Бундан ташқари, двигателни юргизишда ва ундан катта қувват талаб қилинганда ҳам камроқ кислород, яъни ҳаво бериш лозим бўлади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, кислороднинг миқдори керагидан бир оз кам бўлса, ёниш жараёни тез кетади. Бунда кислороднинг етишмаганлигидан углерод тўла ёнмайди ва унинг бир қисми ис гази (CO) ни ҳосил қилади, водороднинг озрок қисми эса бутунлай ёнмай қолади, яъни



ёки

$$24 \text{ кг (C)} + 32 \text{ кг (O}_2\text{)} = 56 \text{ кг (CO)}.$$

Углероднинг CO га айланган қисмини φ билан белгилаймиз. У ҳолда C кг углероднинг CO га айланган қисми φC кг, CO₂ га айланган қисми эса $(1 - \varphi) C$ кг бўлади. Кўп ҳолларда водород тўла ёнади деб фараз қилинади. Карбюраторли двигателларнинг цилиндрда 1 кг ёнилгининг чала ёниши учун керак бўладиган ҳаво миқдори қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left[\frac{4}{3} (2 - \varphi) C + 8H - O_e \right], \text{ кг.}$$

Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти

Автотрактор ички ёнув двигателларида уларнинг иш режимларига мос равишда ёниш реакцияларида катнашаётган ҳавонинг миқдори ҳам ўзгариши шарт, яъни ҳаво миқдори ёнилгининг тўла ёниши учун керакли бўлган назарий миқдоридан кўп ёки кам бўлади ва ҳавонинг ортиқлик коэффиценти α орқали ифодаланади. Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти деб, 1 кг ёнилгини ёндириш учун цилиндр ичига киритилган ҳавонинг ҳақиқий миқдори l ни назарий (зарур) миқдори l_0 га нисбатига айтилади, яъни

$$\alpha = \frac{l}{l_0}.$$

Ҳавонинг ортиқлик коэффицента карбюраторли двигателларда 0,8... 1,2; дизелларда эса 1,3... 6,0 га тенг. Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти бирдан катта бўлса, суюқ аралашма ва бирдан кичик бўлса, куюқ аралашма дейилади.

Дизелларда α ҳар доим бирдан катта бўлади. Шу сабабли улар карбюраторли двигателга нисбатан тежамли ишлайди.

3.2-расмда α нинг юкламага қараб ўзгариши тасвирланган. Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти α маълум бўлса, углероднинг CO га айланган қисми қуйидаги ифода орқали топилади:

$$\varphi = 2(1 - \alpha) \left(1 + \frac{3H}{C} \right).$$

Мисол: $\alpha = 0,9$ бўлса, $\varphi = 2(1 - 0,9) \left(1 + \frac{3 \cdot 0,145}{0,855} \right) = 0,302$ бўлади, яъни углероднинг 30,2% CO га айланади.

Ёнувчи аралашма ва ёниш маҳсулотлари микдорини аниқлаш

Учқун билан ўт олдириладиган двигател цилиндрига енгизиладиган ёнувчи аралашма ҳаво ва майда зарраларга парчаланган ёнишдан иборат бўлади.

1 кг ёниш ёнишда катнашадиган ёнувчи аралашманинг умумий массаси қуйидагича топилади:

$$G_1 = 1 + \alpha l_0, \text{ кг.}$$

Ёниш маҳсулотларининг массаси унинг таркибига кирувчи газларнинг массаларини қўшиб йўли билан аниқланади.

Тўла ёниш ($\alpha \geq 1$). Юқорида кўриб ўтганимиздек, тўла ёниш жараёнида карбонат ангидрид CO_2 , сув буғи H_2O , ёниш жараёнида катнашмаган оргикча кислород O_2 ва азот N_2 ажралиб чиқади.

1 кг ёниш тўла ёнганда $\frac{11}{3}$ C кг CO_2 ва 9H кг H_2O ажралиб чиқади.

Цилиндр ичига $0,23 \alpha l_0$ кг кислород киради, ёнишда эса унинг $0,23 l_0$ кг қисми иштирок этади. Демак кислороднинг бир қисми ёнишда иштирок этмайди ва унинг микдори қуйидагича аниқланади:

$$G_{O_2} = 0,23 \alpha l_0 - 0,23 l_0 = 0,23 (\alpha - 1) l_0, \text{ кг.}$$

Кўриниб турибдики, агар $\alpha = 1$ бўлса, $G_{O_2} = 0$ бўлади.

Ёниш жараёнида катнашмайдиган ва ишлатилган газлар билан чиқиб кетадиган азот микдори қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$G_{N_2} = 0,77 \alpha l_0, \text{ кг.}$$

$a > 1$ бўлганда ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори қуйидагича топилади:

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори G_2 ёнувчи аралашма G_1 нинг умумий миқдорига тенг, яъни

$$G_2 = C + H + O_e + a l_o = 1 + a l_o = G_1 \quad \text{бўлади.}$$

Чала ёниш ($\alpha < 1$). Бунда ёниш жараёни кислород етишмаган ҳолда кетади. Шунинг учун ёниш маҳсулотларида кислород оз миқдорда бўлади. $\alpha < 1$ бўлган ҳол учун 1 кг ёнилғи ёнгандаги ёниш маҳсулотларининг массаларини қуйидаги ифодаalar ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$G_{CO_2} = \frac{11}{3}(1 - \varphi)C, \text{ кг;}$$

$$G_{CO} = \frac{7}{3}\varphi C, \text{ кг;}$$

$$G_{H_2O} = 9H, \text{ кг;}$$

$$G_{N_2} = 0,77 a l_o, \text{ кг.}$$

Демак ёнилғи чала ёнганда ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори

$$G_2 = \frac{11}{3}C + 9H + 0,77\alpha l_o - \frac{4}{3}\varphi C = G_1 \quad \text{бўлади.}$$

Ёнувчи аралашманинг ва ёниш маҳсулотларининг миқдорини мол ҳисобида аниқлаш. Двигателнинг асосий ўлчамларини топиш учун уни иссиқликка ҳисоблаш зарур. Бундай ҳисоблашларда ёнувчи аралашманинг ва ёниш маҳсулотларининг миқдорини кмол ҳисобида ифодалаш керак. Ҳисобларни кмол ҳисобида олиб бориш учун ёниш маҳсулотларининг таркибига кирувчи айрим газларни ва ёнувчи аралашма массаларини уларнинг молекуляр массаларига бўлиш керак. Карбюраторли двигателларда ёнувчи аралашма ҳаво ($a l_o$) ва 1 кг ёнилгидан иборат бўлади, яъни $G_1 = a l_o + 1$. Шунинг учун 1 кг ёнилғи ёнганда ёнувчи аралашманинг ҳақиқий миқдори қуйидагича ҳисобланади:

$$M_1 = \frac{\alpha l_o}{\mu_y} + \frac{1}{\mu_e} = \alpha L_o + \frac{1}{\mu_e}, \text{ кмол}$$

бу ерда

μ_x — ҳавонинг молекуляр массаси, $\mu_x = 28,97$.

μ_c — ёнилгининг молекуляр массаси, $\mu_c = 110 \dots 120$.

L_0 — 1 кг ёнилгн ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори, кмол.

$\frac{1}{\mu_x}$ нисбат кичик бўлганлиги сабабли, кўпинча унинг қиймати эътиборга олинмайди.

Дизелларда ёнувчи аралашма сифатида унинг цилиндрига киритилиш тартибиде фақат ҳаво киради ва шу сабабли ёнувчи аралашманинги кг да ўлчанган миқдори $G_1 = aL_0$ бўлади. Ёнувчи аралашманинги ҳақиқий миқдори эса қуйидагича аниқланади:

$$M_1 = \frac{\alpha}{\mu} \frac{L}{\eta} = aL_0, \text{ кмол.}$$

1 кг ёнилгининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори

$$L_0 = \frac{L}{\mu_c} = \frac{1}{0,23 \cdot 28,97} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_c \right) = 0,15 \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_c \right), \text{ кмол}$$

ёки
$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O_c}{32} \right), \text{ кмол}$$

бўлади. Ёниш жараёни $a \geq 1$. да олиб борилганда барча дингителлар учун ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори ва ташкил этувчилари қуйидагича ҳисобланади. Бу ҳолда ёниш маҳсулотлари CO_2 , H_2O , N_2 ва O_2 газлардан иборат бўлади, яъни

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{N_2} + M_{O_2}.$$

Карбонат ангидрид газы

$$M_{CO_2} = \frac{11}{3} \cdot \frac{C}{44} = \frac{C}{12}, \text{ кмол;}$$

сув буғи

$$M_{H_2O} = \frac{9H}{18} = \frac{H}{2}, \text{ кмол;}$$

азот

$$M_{N_2} = \frac{0,77 \alpha l_0}{28} = \frac{0,77 \alpha L}{28} \mu_x = 0,79 \alpha L_0, \text{ кмол};$$

ортқича кислород

$$M_{O_2} = \frac{0,23(\alpha - 1)l_0}{32} = 0,21(\alpha - 1)L_0, \text{ кмол};$$

$\alpha = 1$ бўлса, $M_{O_2} = 0$ бўлади.

$\alpha > 1$ бўлганда ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = \alpha L_0 + \frac{H}{4} + \frac{O_2}{32}, \text{ кмол}.$$

$$\alpha = 1 \text{ бўлганда, } M_2 = \frac{C}{12} + \frac{H}{2}, \text{ кмол}.$$

Ёниш жараёнида $\alpha < 1$ бўлса, ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори қуйидагича бўлади:

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{CO} + M_{H_2O} + M_{N_2}, \text{ кмол}.$$

$$\alpha < 1 \text{ бўлганда, } M_{O_2} = 0, \quad M_{CO} = \frac{C}{12}(1 - \varphi),$$

$$M_{CO} = \frac{C}{12}\varphi, \quad M_{H_2O} = \frac{H}{2};$$

$$M_{N_2} = 0,79\alpha L_0, \text{ кмол}.$$

Демак ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори.:

$$M_2 = \frac{C}{12} + \frac{H}{2} + 0,79\alpha L_0, \text{ кмол}.$$

Ёниш маҳсулотлари M_2 билан ёнувчи аралашманинг миқдори M_1 бир-бирига солиштирилса, уларнинг тенг эмаслигини кўрамиз. Бу эса ёниш натижасида газлар молекулаларининг сони ўзгарганлигини билдиради. Бу ўзгариш қуйидагича аниқланади:

$$\Delta M = M_2 + M_1, \text{ кмол}.$$

Карбюраторли двигателларда ёнувчи аралашма тўла ёнганда ($\alpha \geq 1$):

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_g}{32} - \frac{1}{\mu_g}, \text{ кмол.}$$

ёнувчи аралашма чала ёнганда ($\alpha < 1$) эса:

$$\Delta M = \frac{C}{12} + \frac{H}{2} - 0,21\alpha L_0 - \frac{1}{\mu_g}, \text{ кмол.}$$

Дивидлар учун ($\alpha > 1$) моллар миқдорининг ортиши куйидагича аниқланади:

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_g}{32}, \text{ кмол.}$$

Ёнда ёнганда ҳосил бўлган газлар ҳажми ёнувчи аралашманинг ҳажмидан катта бўлади ва бу газлар фойдали иш бажарилади. Ҳажмнинг ўзгариши ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг назарий коэффиценти μ_0 билан белгиланиб,

$\frac{M_2}{M_1}$ шисбат орқали аниқланади:

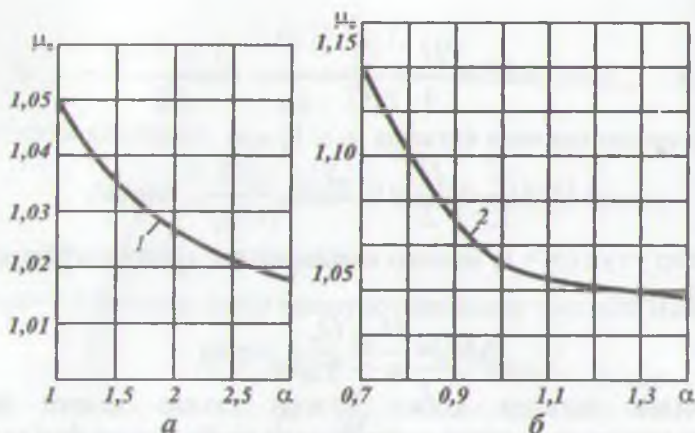
$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} = 1 + \frac{\Delta M}{M_1}.$$

Карбюраторли двигателлар учун:

$$\mu_0 = 1 + \frac{\frac{H}{4} + \frac{O_g}{32} - \frac{1}{\mu_g}}{\alpha L_0 + \frac{1}{\mu}} \quad \begin{array}{l} \alpha \geq 1 \\ \text{бўлганда,} \\ \text{бўлади.} \end{array}$$

$\alpha < 1$ бўлганда эса

$$\mu_0 = 1 + \frac{\frac{C}{12} + \frac{H}{2} - 0,21\alpha L_0 - \frac{1}{\mu_g}}{\alpha L_0 + \frac{1}{\mu_g}} \quad \text{бўлади.}$$



3.3-расм. Кимёвий молекуляр ўзгариш коэффициенти μ_0 нинг α га боғлиқлиги:

1-дизел; 2-карбюраторли двигател

Дизеллар учун
$$\mu_0 = 1 + \frac{\frac{H}{4} + \frac{O_e}{32}}{\alpha L_0}$$
 бўлади.

Дизел ва карбюраторли двигателлар учун кимёвий молекуляр ўзгариш коэффициентининг α га боғлиқлиги 3.3-расм, а, б да тасвирланган.

3-мисол. Карбюраторли двигателларда 1 кг бензиннинг ёниши учун $\alpha = 0,8$ ва $\alpha = 1,05$ бўлганда қуйидагилар аниқлансин: 1 кг бензин ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори (l_0 , кг ва l_0 , кмол) ва ҳақиқий миқдори (αl_0 , кг ва αl_0 , кмол); янги аралашманинг умумий миқдори (G_1 , кг ва M_1 , кмол); ёниш маҳсулотларининг таркибидаги газлар миқдори ва уларнинг умумий миқдори (G_2 , кг ва M_2 , кмол) ёнишдаги ҳажм ўзгариши ΔM ва молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициенти μ_0 . Бензиннинг элементар таркиби ва молекуляр массаси:

$$C = 0,855; \quad H = 0,145 \quad \text{ва} \quad \mu_e = 110.$$

Бу ҳолда:
$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 \right) = 14,91 \text{ кг};$$

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{0,855}{12} + \frac{0,145}{4} \right) = 0,515 \text{ кмол}$$

Бу

$$L_0 = \frac{l_0}{\mu_{\text{с}}} = \frac{14,91}{28,97} = 0,515 \text{ кмол};$$

Бу ерда $\mu_{\text{с}}$ ҳавонинг молекуляр массаси.

1 кг бензин ёнишида қатнашадиган ҳавонинг ҳақиқий миқдори:

$\alpha = 0,8$ бўлганда $\alpha l_0 = 0,8 \cdot 14,91 = 11,92 \text{ кг};$

$\alpha = 1,05$ бўлганда $\alpha L_0 = 0,8 \cdot 0,515 = 0,412 \text{ кмол бўлади.}$

1 кг бензин ёниши учун керак бўладиган ёнувчи аралашманинг умумий миқдори:

$\alpha = 0,8$ бўлганда

$$G_1 = 1 + \alpha l_0 = 1 + 11,92 = 12,92 \text{ кг},$$

$$M_1 = \alpha L_0 + \frac{1}{\mu_{\text{с}}} = \frac{1}{110} + 0,412 = 0,421 \text{ кмол бўлади.}$$

$\alpha = 1,05$ бўлганда: $G_1 = 1 + 15,65 = 16,65 \text{ кг},$

$$M_1 = \frac{1}{110} + 0,540 = 0,549 \text{ кмол бўлади.}$$

Ёниш маҳсулотлари таркибидаги газлар миқдори ва умумий миқдори:

$\alpha = 0,8$ бўлганда:

Углероднинг ис гази CO га айланган қисми:

$$\varphi = 2 \cdot (1 - 0,8) \left(1 + \frac{3 \cdot 0,145}{0,855} \right) = 0,604.$$

Углероднинг карбонат ангидрид гази CO_2 га айланган қисми:

$$1 - \varphi = 1 - 0,604 = 0,396.$$

Карбонат ангидрид газининг миқдори:

$$G_{\text{CO}_2} = \frac{11}{3} \cdot 0,855 \cdot 0,396 = 1,24 \text{ кг};$$

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{0,855}{12} \cdot 0,396 = 0,0282 \text{ кмол.}$$

Ис газининг миқдори:

$$G_{CO} = \frac{7}{3} \cdot 0,604 \cdot 0,855 = 1,2 \text{ кг};$$

$$M_{CO} = \frac{0,855}{12} \cdot 0,604 = 0,0432 \text{ кмол.}$$

Сув бугининг микдори:

$$G_{H_2O} = 9 \cdot 0,145 = 1,305 \text{ кг};$$

$$M_{H_2O} = \frac{0,145}{2} = 0,0725 \text{ кмол.}$$

Азотнинг микдори:

$$G_{N_2} = 0,77 \cdot 11,92 = 9,18 \text{ кг};$$

$$M_{N_2} = 0,79 \cdot 0,412 = 0,325 \text{ кмол.}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий микдори:

$$G_2 = 1,24 + 1,2 + 1,305 + 9,18 = 12,92 \text{ кг};$$

$$M_2 = 0,0282 + 0,0432 + 0,0725 + 0,325 = 0,469 \text{ кмол.}$$

$\alpha = 1,05$ бўлганда:

Карбонат ангидрид газининг микдори:

$$G_{CO_2} = \frac{11}{3} \cdot 0,855 = 3,135 \text{ кг};$$

$$M_{CO_2} = \frac{0,855}{12} = 0,0712 \text{ кмол.}$$

Сув бугининг микдори:

$$G_{H_2O} = 9 \cdot 0,45 = 1,305 \text{ кг};$$

$$M_{H_2O} = \frac{0,145}{2} = 0,0725 \text{ кмол.}$$

Кислороднинг микдори:

$$G_{O_2} = 0,23 \cdot (1,05 - 1) \cdot 14,91 = 0,171 \text{ кг};$$

$$M_{O_2} = 0,21 \cdot (1,05 - 1) \cdot 0,515 = 0,0054 \text{ кмол.}$$

Азотнинг микдори:

$$G_{N_2} = 0,77 \alpha \cdot I_0 = 0,77 \cdot 15,65 = 12,05 \text{ кг};$$

$$M_{N_2} = 0,79 \alpha \cdot I_0 = 0,79 \cdot 0,540 = 0,427 \text{ кмол.}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий микдори:

$$C_2 = 3,135 + 1,305 + 0,171 + 12,05 = 16,65 \text{ кг.}$$

$$M_2 = 0,0712 + 0,0725 + 0,0054 + 0,427 = 0,576 \text{ кмол бўлади.}$$

Ҳаҷмининг ўзгариши ΔM ва молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициентини μ_0

$\alpha = 0,8$ бўлганда:

$$\Delta M = M_2 - M_1 = 0,469 - 0,421 = 0,048$$

$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,469}{0,421} = 1,11$$

$\alpha = 1,05$ бўлганда:

$$\Delta M = 0,576 - 0,549 = 0,027$$

$$\mu_0 = \frac{0,576}{0,549} = 1,05.$$

3.3. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ

Ички ёнув двигателлари цилиндрида ёнилғи билан ҳаво арилишмасининг ёниши натижасида тўла ёниш маҳсулотлари билан бир қаторда кам миқдорда бўлса ҳам, чала ёниш маҳсулотлари CO , NO_x ҳамда ёнилғининг парчаланиш маҳсулотлари (C_xH_y , C , SO_2 , H_2S , альдегидлар ва 3,4 - бензпирен) ҳосил бўлади. Бу газлар киши соғлиги учун (умуман, тирик организм учун) зарарлидир. Ишлатилган газлар таркибидаги заҳарли газ компонентларининг миқдори кимёвий усул билан текшириб аникланади.

Ёниш маҳсулотларининг заҳарли компонентларига ис газы - CO ; азот оксиди - NO_x ; якка углеводородлар - C_xH_y (бензпирен) ва бошқалар киради.

Ис газы CO — ёнилғининг чала ёниши натижасида ҳосил бўлади, яъни двигател асосан кичик юкламаларда ишлаганда ажралиб чиқади ва миқдори бўйича ёниш маҳсулотларининг 10 % 12% ини ташкил қилиши мумкин. Айниқса, автомобил жойидан кўзгалаётганда ис газы кўп ажралиб чиқади. Дизелларда ис газининг миқдори нисбатан кам (0,5%) бўлади. Бу жиҳатдан дизел карбюраторли двигателларга қараганда катта афзалликларга эга.

Азот оксидлари кам миқдорда бўлиб (0,8 мг/л), асосан α нинг катта қийматларида пайдо бўлади. Бу ҳолда ёниш маҳсулотлари таркибида SO_2 нинг миқдори 250 мг/л гача бўлиши мумкин. H_2S эса жуда оз миқдорда бўлади.

Кислородли моддалар — альдегидлар 0,2 мг/л бўлади.

Якка углеводородларнинг миқдори $10 - 20 \text{ мг/м}^3$ ни ташкил этади. Уларнинг асосийси 3,4 - бензпирен бўлиб, у жуда (фаол) актив моддадир. Унинг жуда оз миқдори (концентрацияси) ҳам киши организмини заҳарлаши мумкин.

Этилланган бензин ишлатилганда қўргошин бирикмалари ҳосил бўлади.

Ички ёнув двигателларида ишлатилиб атмосферага чиқариб ташланадиган газлар таркибидаги хилма-хил заҳарли моддалар киши организмини доимо заҳарлаб келади ва турли касалликлар келиб чиқишига сабаб бўлмоқда. Автомобил транспорт саноати ривожланган шароитда катта шаҳарлар, йирик корхона ва х. к да ишлатилган газларнинг қўплаб йиғилиб қолишига йўл қўйиш мумкин эмас. Шунинг учун бутун дунёда бу масалага жиддий эътибор берилмоқда ва бундай заҳарли моддалар ажралиб чиқишини камайтириш мақсадида катта илмий изланишлар ҳамда тадқиқотлар олиб борилмоқда. Жумладан, карбюраторларни тўғри созлаш, карбюраторли двигателларни кичик ва ўртача юкламаларда суюқ аралашмада ишлатиш, аланга билан ўт олдириш йўлларига катта аҳамият берилмоқда. Чиқариш системасида ишлатилган газларни қайтадан ёкиш усуллари ҳам қўлланиляпти. Карбюраторли двигателлар ва дизелларнинг товуш пасайтиргичларига (глушитель) газларни нейтраллаштирувчи моддалар (нейтрализаторлар) қўйилиб, ишлатилган газлар нейтрализатордан ўтганда заҳарли моддалардан тозаланади.

Карбюраторли двигателларнинг асосий камчиликларидан бири, улар юкламасиз (салт) ишлаганида айниқса кўп миқдорда заҳарли моддалар ажралиб чиқишидир. Бу камчиликни камайтириш мақсадида махсус сийракликни чеклагичлар ўрнатилмоқда. Карбюраторли двигателлар кичик ва ўртача юклама билан ишлаганида уларнинг тежамлилиги кескин камаяди. Бу камчиликларни йўқотиш учун ёнилгини аланга (машъал) ёки пуркаш усули билан ёндириш усули қўлланилади. Дизеллардаги ишлатилган газлар таркибида заҳарли моддаларнинг ва тутуннинг кўп ёки кам бўлишида ёнилги узатувчи асбобларнинг тўғри ва соз ишлаши катта аҳамиятга эга. Агар ёнилги пуркаш асбоблари (юқори босимли насос ва форсунка) тўғри ва пухта ростланган бўлса, заҳарли моддалар

жуш ким ажралиб чикади. Айрим ҳолларда тутунни камай-
тириш мақсадида дизел ёнилгисига тутунга қарши қўшимча
моддалар қўшилади.

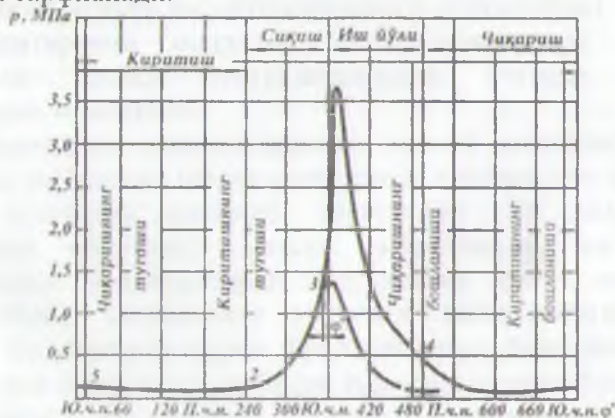


IV боб

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ЦИКЛЛАРИ

4.1. Умумий маълумот

Назарий циклларни таҳлил қилганимизда иссиқлик циклининг маълум бир даврида «иссиқ» манбадан берилади деб фарз қилган эдик. Ички ёнув двигателларининг ҳақиқий цикларида иссиқлик олиш учун унинг цилиндрига киритилган ёнувчи аралашмани ёндириш зарур. Табиийки, иссиқлик бу йўл билан олинганда термодинамиканинг иккинчи қонунида эътиборга олинмаган қўшимча иссиқлик сарфи содир бўлади. Реал двигателда иссиқлик цилиндр деворларига берилади ва унинг бир қисми ишлатилган газлар билан чиқиб кетади, бошқа қисми эса ўзига эквивалент миқдорда иш бажаради. Қайтадан иш бажариш учун ёниш жараёни содир бўлган цилиндрни ёниш маҳсулотларидан тозалаш ва уни янги ёнувчи аралашма билан тўлдириш лозим. Бунинг учун қўшимча иш сарфланади. Сикиш ва кенгайиш жараёнлари ташқи муҳит билан иссиқлик алмашиб содир бўлади, ёнишнинг ёниши эса маълум вақт давом этади ва кенгайиш жараёнида узил-кесил тугайди. Сикиш ва кенгайиш жараёнларининг бу характерда кечиши натижасида қўшимча иссиқлик сарфланади.

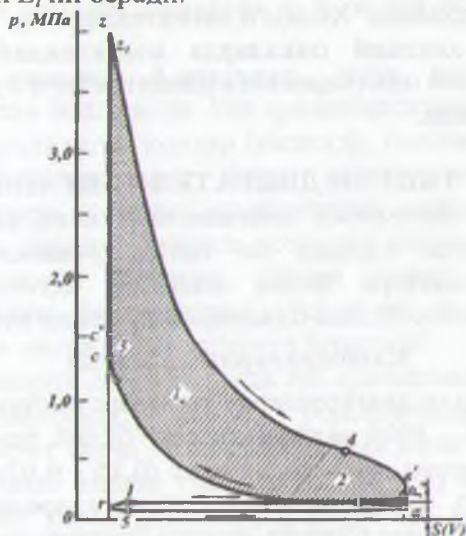


4.1-расм. Босим индикатори ёрдамида олинган индикатор диаграмма

Ҳақиқий циклда назарий циклга нисбатан иссиқлик юмшитарчи исроф бўлганидан ҳақиқий циклнинг ф. и. к. назарий циклниң ф. и. к. дан доим кичик бўлади

Иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллигини ҳақиқий ва назарий циклларда бажарилган фойдали ишларни ўзаро қўйиштириб баҳолаш мумкин.

Ҳақиқий цикл давомида бажарилган иш махсус асбоб-босим индикатори ёрдамида аниқланади. Бу асбоб цилиндрдаги босимни цикл давомида тирсакли валнинг айланиш бурчагига мос равишда ўзгаришини осциллограф қоғозига $p - \varphi$ координаталар системасида ёзади (4.1-расм). Олинган индикатор диаграммадан циклниң ишини аниқлаш учун уни $p - V$ координаталар системасида қайта қуриш керак (4.2-расм). Бунинг учун поршеннинг юриш йўли билан тирсакли валнинг бурилиш бурчаги орасидаги боғланиш маълум бўлиши керак. Бу ҳолда индикатор диаграмманиң юзаси циклниң ҳақиқий индикатор иши L_i ни беради.



4.2-расм. ТГрт тактли карбюраторли двигателнинг $p - V$ координаталар системасидаги индикатор диаграммаси

Реал двигателларда иссиқликдан фойдаланиш эффективлиги индикатор ф. и. к. оркали баҳоланади ва у η_i билан белгиланади:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_i}$$

бу ерда L_i – индикатор иш; Q_i – цилиндрга киритилган иссиқлик миқдори.

Агар фойдали иш 1 кг ёнилғи ёниши натижасида олинган десак, у ҳолда

$$\eta_i = \frac{l_i}{H_u} \quad \text{ёки} \quad \eta_i = \frac{AL_i}{Q_i} \quad \text{бўлади.}$$

Бу ерда $A = \frac{1}{427}$ ккал/кГ · м, L_i – кГ · м ва Q_i – ккал.

Ҳақиқий циклнинг индикатор ф. и. к. назарий циклнинг термик ф. и. к. га қанчалик яқин бўлса, ҳақиқий цикл шунчалик мукамал ташкил қилинган бўлади. Цикллар нисбий ф. и. к.

$$\eta_o = \frac{\eta_i}{\eta_t}$$

билан солиштирилади. Ҳозирги двигателларда $\eta_o = 0,65 \dots 0,80$ га тенг. Демак, ҳақиқий циклларда иссиқликдан фойдаланиш даражаси назарий циклларникига нисбатан паст бўлиб, 65 – 80% ни ташкил қилади.

4.2. ТҶРТ ТАКТЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИШ ЦИКЛИ

Замонавий автомобил двигателлари икки ва тўрт тактли циклларда ҳамда юклама ва тезлик режимларининг кенг кўламда ўзгаришлари билан ишлайди. Қуйида автомобил двигателларига хос бўлган циклларнинг ишини кўриб чиқамиз.

Карбюраторли двигател

Карбюраторли двигателларда тирсакли валнинг айланишлар частотаси 6000 – 8000 айл/мин га тенг бўлиб, уларнинг циклда иш бажариши учун жуда қисқа вақт (0,15 - 0,02с) ажратилган. Шу қисқа вақт ичида цилиндрга ёнувчи аралашма кириши, сиқиш жараёни содир бўлиши, ёнилғи буғланиши ва ҳаво билан аралашishi, учкун берилиши, аралашма ёниши, иш бажарилиши ва ишлатилган газлар атмосферага чиқариб юборилиши керак. Циклнинг самарадорлигини оширишда ёниш жараёнига катта

ишларнинг бериш керак чунки бу жараён канчалик тўғри ташкил этилган, циклда шунча катта иш бажарилади.

4.1-расмда тўрт тактли карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси $p - \varphi$ координаталар системасида кўрсатилган. Шу диаграмманинг $p - V$ координаталар системасида қайта курилгани 4.2-расмда кўрсатилган.

Бу двигателда киритиш клапани очила бошлаши (1-нукта) билан карбюраторда ҳосил бўлган ёнувчи аралашма цилиндр ичига киради ва бу жараён киритиш клапани ёпилганда тугайди (2-нукта). Бу жараён киритиш жараёни деб аталади. Киритиш жараёни давомида ҳаво ва ёнувчи аралашма двигателнинг кириш йўлида (ҳаво тозалагич, карбюратор, дроссел-заслонка, киритиш клапани) қаршиликларга дуч келади, натижада унинг босими камаяди. Двигател цилиндрига тушган ёнувчи аралашма илгариги циклдан қолган ёниш маҳсулотлари билан аралашиб иш аралашмасини ҳосил қилади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, 1-нуктада клапан ю. ч. н га $5 - 20^\circ$ етмасдан очилиб, 2-нуктада п. ч. н дан $40 - 70^\circ$ ўтгандан сўнг ёпилади.

Сиқиш жараёни 2-нуктадан, яъни киритиш клапани ёпилиши билан бошланади. Иш аралашмасининг температураси иссиқлик бериладиган юзалар (цилиндр, головка, поршен) нинг ўртача температурасидан фарк қилганлиги учун сиқиш жараёнида ўзаро иссиқлик алмашилиши содир бўлади. Сиқиш жараёнининг биринчи даврида иссиқлик цилиндр деворларидан иш аралашмасига берилади, сўнгра сиқиш натижасида иш аралашмасининг температураси ўсади ва иссиқлик аксинча, аралашмадан цилиндр деворларига берилади.

Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси электр учкуни билан ёндирилади. Ёниш бошлангандан сўнг иш аралашмасининг свеча атрофидаги қисми алангаланади ва ёниш камераси бўйлаб юқори тезлик ($30 \dots 50$ м/с) билан тарқалади. Аралашманинг асосий массаси поршен ю.ч.н. га яқин (кенгайиш бошланишида) бўлганда ёниб тугаса, яъни ёниш жараёни ўзгармас ҳажмда кетса, бу ҳолда иссиқликдан жуда яхши фойдаланилган бўлади ва циклнинг индикатор ф.и.к. ортади. Бунинг учун аралашмани илгарирок, яъни поршен ю.ч.н. га келмасдан ёндириш керак (3-нукта). Бундай шароитда ёниш

жараёни жуда қисқа вақт оралигида, яъни тирсакли валнинг бурилиш бурчаги ю. ч. н. га $10... 15^\circ$ етмасдан ва ю.ч.н. дан $15... 20^\circ$ ўтиб кетган участка оралигида содир бўлади, бу ҳолда температура ва босимнинг тез ўзгариши кузатилади.

Кенгайиш жараёни (иш йўли) да ёниш давом этади, цилиндр деворлари билан иссиқлик алмашинади, иссиқликнинг бир қисми атмосферага чиқариб юборилади. Натижада ф. и. к. камаяди.

Ишлатилган газлар чиқариш клапани очилиши билан (4-нукта) ташқарига чиқарила бошланади. Бу вақтда цилиндр ичидаги босим атмосфера босимига нисбатан анча юқори бўлганлиги учун, ишлатилган газлар жуда катта тезлик билан ташқарига чиқа бошлайди. Чиқариш жараёни поршен ю. ч. н. га етгунча давом этади ва чиқариш клапани ёпилиши билан тугайди (5-нукта). Чиқариш жараёни узок вақт давом этишига қарамасдан ($\sim 260^\circ$) цилиндрнинг ичида ишлатилган газларнинг озрок қисми қолади ва улар қолдик газлар коэффиценти билан характерланади.

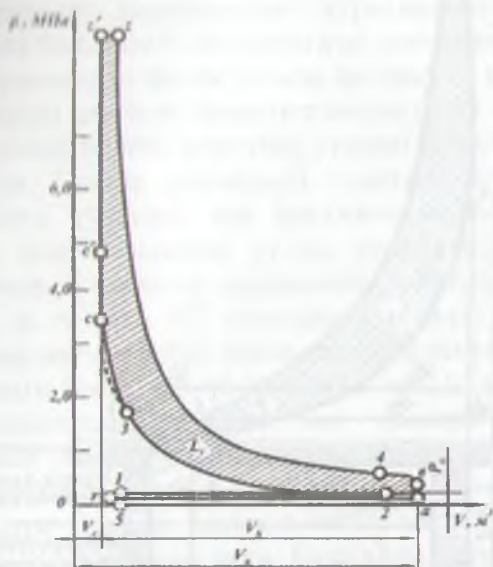
Дизел

Тезюар дизелларнинг тирсакли вали $800... 3000$ айл/мин (юк автомобиллари) ва $4500... 5000$ айл/мин (енгил автомобиллар) частота билан айланади. Бундай шароитларда дизел циклининг кечиши жуда қисқа муддат ($0,15... 0,05$ с) ларда содир бўлиши керак Айниқса иш аралашмасини ҳосил қилиш ва ёниш жараёнларига катта аҳамият бериш зарур.

Тўрт тактли наддувсиз дизелнинг $p - V$ координаталар системасидаги индикатор диаграммаси 4.3-расмда келтирилган. Дизелда киритиш клапани очилганда (1-нукта) цилиндр ичига фақат ҳаво киради, киритиш жараёни поршен ю. ч. н. дан п. ч. н. га етиб келгунча давом этади ва 2-нуктада, яъни клапан ёпилиши билан тугайди.

Карбюраторли двигателдаги каби дизелда ҳам киритиш клапани ёпилиши билан (2-нукта) поршен п. ч. н. дан ю. ч. н. га ҳаракат қилганда цилиндр ичида сиқиш жараёни содир бўлади. Бу вақтда киритилган ҳаво билан цилиндр деворлари ўртасида ўзаро иссиқлик алмашилиши кетади. Ёниш камерасига

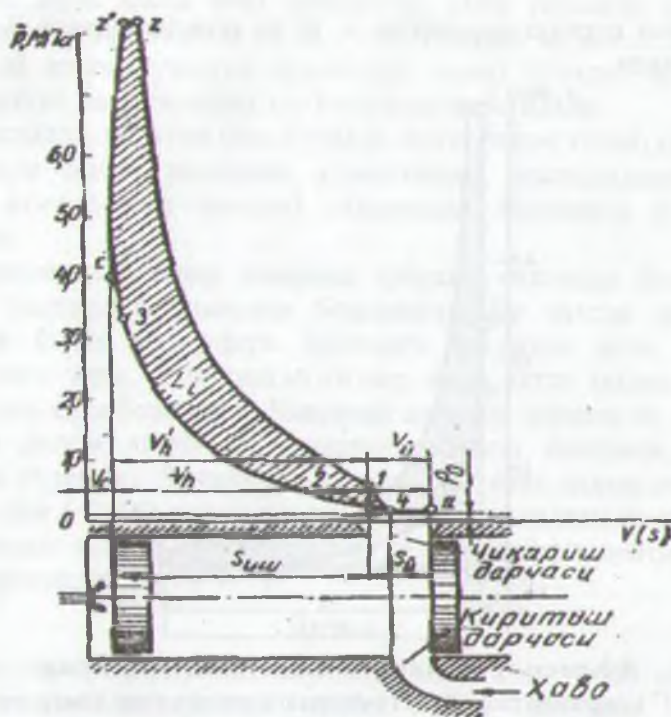
ёнилгини пуркаш поршен ю. ч. н. га якинлашганида (3-нукта)
 бошланади.



4.3-расм. Тўрт тактли «наддув»сиз дизелнинг
 $p - V$ координаталар системасидаги индикатор диаграммаси

Дизел цилиндрига ёнилгини пуркаш поршен ю. ч. н. га 10... 20° етмасдан бошланади. Бу пайтда сиқилган ҳавонинг температураси юкори бўлиб (800... 1000 °К), пуркалган ёнилгининг зарралари ҳавога қўшилиши билан ўз-ўзидан ёна бошлайди. Пуркаш кўпгина ҳолларда ёниш вақтида тугайди. Демак дизелда иш аралашмасини ҳосил қилиш учун ажратилган вақт жуда киска бўлиб, уни тўғри ташкил қила билиш катта аҳимиятга эга. Бундай шароитда ёнилғи пуркаш асбобларига ва ҳавонинг уюрма ҳаракатига бўлган талаб ошади.

Юкори босимли ёнилғи насоси ва кичик тешиклари бўлган форсунка дизелнинг ёниш камерасига ёнилгини майда тиррачаларга тўзитиб пуркайди. Сиқилган ҳавонинг уюрма ҳаракати таъсирида иш аралашмаси ҳосил бўлади. Камеранинг қайси қисмида аралашманинг таркиби ёнишга тайёр бўлса, ўша ердан ёна бошлайди ва тезликда бутун камера бўйлаб тарқалади. Цилиндрга пуркалган ёнилғи маълум вақт ўтиши билан ёна бошлайди. Бу давр алангаланишнинг кечикиш даври дейилади.



4.3. ИККИ ТАКТЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИШ ЦИКЛИ

4-расмда тиркишлар орқали газ алмашинувчи икки тактли двигателнинг индикатор диаграммаси кўрсатилган. Киририш жараёни 4-нуктада бошланиб, $\alpha 4$ нуктагача давом этади. Бу вақт ёнида ҳаво компрессордан босим остида цилиндрга киритилади. 1-нуктадан (чикариш дарчаси беркитилгандан сўнг) 3-нуктагача ёниш жараёни содир бўлиб, форсунка орқали ёниш камерасига ёниш пуркалади. Сиқиш жараёнида ёнилгини пуркаш, уни ёниш заррачаларга тўзитиш, иш аралашмаси ҳосил қилиш, адантилатиш ва ёниш жараёни худди тўрт тактли дизелда бўлгани каби ўтади. Кенгайиш жараёнининг охирида чикариш дарчалари ю. ч. н. га $40... 45^\circ$ етмасдан (1-нукта) очилади ва ишлатилган газлар катта тезлик билан чиқа бошлайди, чунки бу вақтда цилиндрдаги босим $0,3 - 0,5$ МПа га тенг бўлади. Бунинг натижасида цилиндрдаги босим тез пасайиб 4-нуктада компрессор орқали берилаётган босимдан кичик бўлиб қолади. Поршен 4-нуктага келганида ҳаво киритиш дарчаси очилади ва поршеннинг пастга ҳаракат қилиши натижасида дарчалардан цилиндрга босим остида ҳаво кира бошлайди. Шу пайтда (4а нукта) чикариш ва киритиш дарчалари маълум вақт ичида очик бўлади, кираётган ҳаво ёниш маҳсулотларини ҳайлайди ва цилиндрни тозалашга ёрдам беради. Поршен п. ч. н. дан ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганида компрессордан цилиндрга ҳаво кириши тўхтайди (4-нукта). Лекин бу вақтда ($\alpha-4-2$ нукталарда) ҳам ишлатилган газларнинг чиқиши давом этади ва 2-нуктага келиб тугайди, цикл қайтарилади.

Демак икки тактли двигателларда газ алмашинуви фақат п. ч. н. атрофида қисқа вақт ичида, яъни ҳажмнинг V_h га ўнгаришида содир бўлади. Икки тактли двигателларда компрессордан берилаётган ҳавонинг бир қисми ишлатилган газлар билан чиқиб кетади. Шунинг учун юритмали компрессор параметрларини танлашда, цилиндрни тозалашда исроф бўладиган ҳаво миқдори ҳам ҳисобга олинади.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателлар ҳам икки тактли цикл сингари ишлаши мумкин. Бундай карбюраторли двигателлар айрим мотоциклларда қўлланилади. Лекин уларнинг тежамлилиги тўрт тактли карбюраторли

двигателларниги нисбатан ёмон, чунки газларни чиқариш вақтида ёнувчи аралашма ҳам қисман ташқарига чиқиб кетади.

Икки тактли дизелнинг ҳақиқий сиқиш даражасини аниқлашда йўқолган иш ҳажми V_a ни ҳисобга олиш зарур, яъни

$$\varepsilon' = \frac{V'_h + V_c}{V_c},$$

бу ерда $V'_h = V_h - V_a$; V_a – йўқолган иш ҳажми

$\frac{V_a}{V_h}$ нисбат иш ҳажмининг газ алмашинувида йўқолган

улушини билдиради ва φ_a билан белгиланади. Бу ҳолда ҳақиқий ва геометрик сиқиш даражалари ўртасидаги боғланиш куйидагича аниқланади:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon' - \varphi_a}{1 - \varphi_a}.$$

Икки тактли автомобил ва мотоцикл двигателларида иш ҳажмининг йўқолган улуши 12 – 25% ни ташкил қилади ва шу сабабли улар тежамсиз ишлайди.

V боб

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИДА СОДИР БЎЛАДИГАН ЖАРАЁНЛАР

Двигателнинг энг катта қуввати, буровчи моменти, унинг таъминлилиги, ейилишга чидамлилиги ва бошқа иш кўрсаткичлари айрим цикл давомида содир бўладиган жараёнларнинг бориш характериға боғлиқ. Двигателларнинг энг конструкцияларини яратишда тажрибалар орқали аниқланган ва двигателнинг айрим параметрларига ҳамда уларда содир бўладиган жараёнларга ижобий таъсир кўрсатадиган омилларни ҳисобга олиш зарур.

Қуйида двигателларда содир бўладиган жараёнлар ва уларга таъсир этувчи омилларнинг таҳлилини кўриб чиқамиз.

5.1. ГАЗ АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНИ

Киритиш ва чиқариш жараёнларининг характеристикалари

Киритиш жараёнида цилиндр ичига ёнувчи аралашма (карбюраторли двигателларда) ёки ҳаво (дизелда) киритилади.

Цилиндр ичига ёнувчи аралашмани ёки ҳавони кўп миқдорда киритиш учун поршен секин ҳаракат қилиши, цилиндрда қолдиқ газлар бўлмаслиги, киритиш клапанларининг қосим юзалари катта бўлиши, иссиқлик тарқаладиган юзларнинг температураси ташқи муҳитнинг температурасига тенг бўлиши лозим. Бундай шароитда цилиндрга кирган ҳаво ёки ёнувчи аралашма поршен п. қ. н. га етганида цилиндр ҳажмини тўлиқ қоплайди ва унинг босими ҳамда температураси атмосфераникига тенглашади.

Цилиндр ичига кирадиган ҳаво массасининг энг кўп назарий миқдори қуйидагича аниқлани:

$$G_0 = V_a \cdot \rho_0, \text{ кг;}$$

бу ерда V_a — цилиндрнинг тўла ҳажми, м^3 ;

ρ_0 — ҳавонинг нормал босим ва температурадаги зичлиги, кг/м^3 .

Амалда киритиш жараёнида юқорида кўрсатилган шароитларни яратиб бўлмайди, чунки реал двигателларда

поршен маълум тезликда ҳаракатланади ва цилиндрда албатта қолдиқ газлар бўлади.

5.1-расмда тўрт тактли карбюраторли двигателнинг киритиш системасида аввал ҳаво, сўнгра ёнувчи аралашманинг ҳаракат схемаси кўрсатилган. Ҳаво киритиш системасига ташқи муҳитдан p_0 босим ва T_0 температура билан киради. Ҳаво таркибида ҳамма вақт чанг заррачалари бўлади ва бундай ҳавони цилиндрга киритишдан олдин тозалаш зарур. Цилиндр деворлари, поршен ҳалқалари ва бошқа деталларнинг тегилишига чанг сабаб бўлади. Ҳавони чангдан тозалаш учун ҳаво тозалагичлар (ҳаво филтрлари) ишлатилади. Ҳаво тозалагичларда тозаланган ҳаво карбюратор диффузорида катта тезликда ўтиб, тўзиткичдан чиқаётган ёнилғи билан аралашади ва ёнувчи аралашма ҳосил қилади.



5.1-расм. Карбюраторли двигателнинг киритиш системаси бўйлаб заряд ҳаракатининг схемаси

Ҳаво ёки ёнувчи аралашма двигателнинг киритиш системасида гидравлик қаршиликларга дуч келиб, гирдобланади, натижада ҳавонинг деворлар билан ишқаланиши ва ўзаро ички ишқаланиши кучаяди. Гидравлик қаршиликлар

таъсирда киритиш системасидаги ҳавонинг босими атмосфера босимидан паст ($p_a < p_o$) бўлади.

Ҳаво ва ёнувчи аралашманинг киритиш системасидан ўтаётган нуктадаги босимининг ўзгариш характери 5.1-расмда тасвирланган.

Ўрта тактли карбюраторли двигателда ва наддувсиз дизелда ишлатилган газларни ташқарига чиқариш ва янги зарядни киритиш (газ алмашилиш) жараёнининг схемаси ҳамда индикатор диаграммалари 5.2-расмда тасвирланган.

5.3-расмда бу жараён наддувли дизел учун тасвирланган.

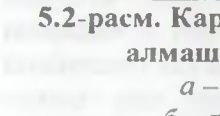
Наддувли дизелда ҳаво аввал компрессорда p_k босимгача сиклилади, натижада унинг температураси T_k гача ошади. Компрессор эса турбина билан ҳаракатга келтирилади. Ишлатилган газлар цилиндрлардан чиқиб ресиверга киради, унинг ресивердан бир текисда чиқиб турбинани айлантиради. Ресивердаги бесим p_p атмосфера босими p_o дан катта, лекин p_k дан кичик бўлади, шунинг учун газ алмашилиш диаграммасининг кўп қисмида чиқариш жараёнини характерловчи $12r$ чизиқ киритиш чизиғи $3a4$ дан пастда жойлашади. Демак наддувли дизелда газ алмашилиш жараёнида фойдали иш бажарилади.

Наддувсиз дизелда киритиш жараёнида ҳаво атмосферадан киради ва газ алмашилиш жараёни 5.2-расмда кўрсатилгандек бўлади. Фақат гидравлик қаршилиқлар ва шунга мос ҳолда Δp_a нинг миқдори кичик бўлади, чунки дизелда карбюратор ва дроссел-заслонка бўлмайди. Шу сабабли дизелнинг тўлдириш коэффициенти карбюраторли двигателникидан катта бўлади.

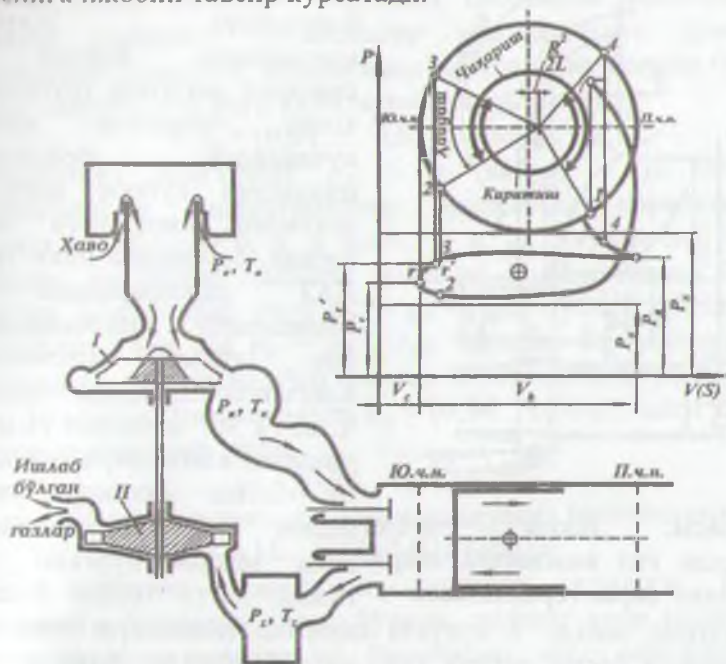
5.2-расм, б ва 5.3-расм, б да газ тақсимлаш фазалари, яъни янги заряд киритиш ва ишлатилган газларни чиқариш жараёнлари тасвирланган. Киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиш ҳамда ёпилиш пайтлари газ тақсимлаш фазалари ва индикатор диаграммаларида бир хил номли нукталар билан белгиланган.

* Расмда $\frac{R^2}{2L}$ шатун узунлигини ҳисобга оладиган тузатма.

Enthalpy



ия шланглар ичидаги ёниш маҳсулотлари катта тезлик билан чиқа бошлайди. Бу жараёни эркин чиқариш деб аталиб, поршен п. ч. н. га бeлгунча дивом этади. Ёниш маҳсулотларининг қолган қисми поршен ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда ҳайдаб чиқарилади ва тирекадан пал ю. ч. н. дан $2... 25^\circ$ ўтганида чиқариш клапани очилади (2-нукта). Бу нуктада чиқариш жараёни тугайди. Кириштиш клапани чиқариш жараёнининг охирида поршен ю. ч. н. га $5... 20^\circ$ етмасдан очилади (3-нукта). Шундай қилиб, маълум вақт дивомида (3-нукталар оралиғида) иккала клапан очик ҳолатда бўлади. Клапанларнинг бундай ишлаши тўлдириш жараёнига ижобий таъсир кўрсатади.



5.3-расм. Тўрт тактли наддувли дизелда газ алмашиш жараёнининг характеристикалари:
 а – газ турбинали наддувли двигателнинг схемаси;
 б – газ алмашиш жараёнининг диаграммаси.

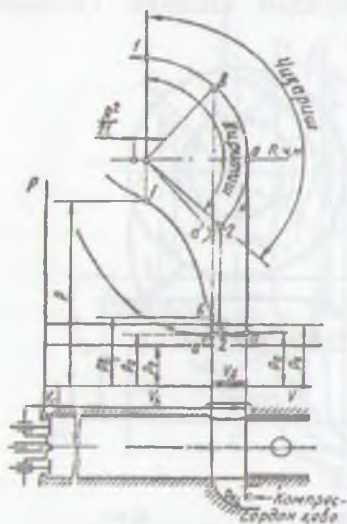
Кириштиш клапани барвақт очилгани учун цилиндр ичидаги ишлатилган газлар янги заряд ёрдамида ҳайдалади. Бундан

ташқари. ишлатилган газлар ҳайдалганда тезлик билан ташқарига чиққани учун поршен ю. ч. н. томон ҳаракатланса ҳам газлар ўз инерцияси билан ташқарига чиқишда давом этади. Бу пайт киритиш клапанларининг остида сийракланиш ҳосил бўлиб, цилиндрга кўпроқ заряд киради.

Наддувли двигателларда (5.3-рasm, б) киритиш ва чиқариш клапанларининг бир вақтда очик бўлиши ёниш камерасини тозалаш учун яхши шароит яратади.

Киритиш клапани тирсакли вал п. ч. н. дан $30... 70^\circ$ ўтганида ёпилади (4-нукта 5.2-рasm) ва сўнгра сиқиш жараёни бошланади. Киритиш

клапанининг бундай кеч ёпилиши киритиш трубаларида ҳосил бўладиган инерция кучларидан фойдаланиб, цилиндрга кўпроқ ҳаво ёки аралашма киритишга имкон беради. 5.4-рasmда икки тактли ЯАЗ дизелларидаги газ алмашиниш диаграммасининг бир қисми келтирилган. Кенгайиш жараёнида поршен п. ч. н. га 90° етмасдан (1-нукта) чиқариш клапанлари очилади ва бу пайтда цилиндр ичидаги



5.4-рasm. Икки тактли босим атмосфера босимидан дизелда газ алмашиниш жараёнида кенгайиш жараёнида поршен п. ч. н. га 90° етмасдан (1-нукта) чиқариш клапанлари очилади ва бу пайтда цилиндр ичидаги босим атмосфера босимидан газлар катта тезлик билан *b* нуктагача чиқади. *b* нуктада киритиш тешиклари очилади ва цилиндрга босим остида ҳаво кира бошлайди. Ҳаво чиқариш клапанлари томон ҳаракат қилиб, ишлатилган газларни ҳайдаб чиқаради ва унинг бир қисми ишлатилган газлар билан атмосферага чиқиб исроф бўлади. Чиқариш клапанлари поршен ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганида 2-нуктада ёпилади. Бу пайтда ҳаво киритиш дарчалари очик бўлади ва ҳавонинг цилиндрга кириши дарчалар ёпилгунча (*a* нукта) давом этади, чунки цилиндрдаги босим компрессордаги босимдан кичик.

Газ ыкмашиниш жараёнларини характерловчи параметрларни аниқлаш

Босим p_a ва p_r . Киритиш жараёнини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, гидравлик қаршиликлар таъсирида цилиндр ичидаги босим маълум вақтдан сўнг атмосфера босими p_o дан (наддувсиз двигателда) ёки компрессордаги босим p_k дан (наддувли двигателда) Δp_a микдорга камаяди, яъни p_a га тенг бўлади.

Тажрибаларнинг кўрсатишишича, босимнинг сарфи Δp_a таряд ҳаракати тезлигига, киритиш системаси юзаларининг ишланниш сифатига, бурилишлар мавжудлигига дроссел-ислонканинг ҳолатига, айланишлар частотасига боғлиқ бўлиб, ҳар хил двигателлар учун қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta p_a = (0,01 \dots 0,02) p_o, \text{ МПа.}$$

Наддувсиз двигателда $p_k = p_o$ ва $p_k = p_o$ бўлади. Ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида киритиш ва чиқариш жараёнлари п. ч. н. ва ю. ч. н. да тугайди деб фараз қилинади. Бу ҳолда цилиндр ичидаги (a нуктадаги) босим наддувли двигателлар учун $p_a = p_k - \Delta p_a$ бўлади. Наддувсиз двигателлар учун эса $p_a = p_o - \Delta p_a$ бўлади. Тажрибаларнинг кўрсатишича наддувсиз тўрт тактли двигателларда $p_a = (0,8 \dots 0,9)p_o$; наддувли двигателларда $p_a = (0,90 \dots 0,96)p_k$; икки тактли тенпорар двигателлар учун:

$$p_a = (0,85 \dots 0,98) p_k.$$

Чиқариш жараёни охиридаги босим наддувсиз двигателлар учун $p_r = 0,11 \dots 0,125$ МПа бўлади.

Демак, киритиш жараёнида цилиндр ичидаги босим тапқаридаги босимдан кичик бўлади, шунинг учун цилиндрга кирган заряднинг зичлиги ва, бинобарин, масса микдори ҳам кам бўлади. Цилиндр ичидаги ҳавонинг ёки ёнувчи ағлашманинг зичлиги характеристик тенгламалар оркали қуйидагича топилади:

$$\rho_a = \frac{p_a}{RT_a} \quad \text{ва} \quad \rho_o = \frac{p_o}{RT_o},$$

бу ерда

$$p - \text{Н/м}^2; R - \text{Ж/кг} \cdot \text{град.}$$

Зичликларининг ўзаро боғланиши куйидагича ифодаланади:

$$\rho_a = \rho_0 \frac{p_a}{p_0}.$$

Демак p_a босимда ва T_a температурада заряднинг массаси

$$G = \rho_a \cdot V_a = \rho_0 \frac{p_a}{p_0} V_a \text{ бўлади.}$$

Заряд массасининг гидравлик қаршиликлар таъсирида камайиши:

$$\Delta G = G_0 - G = \rho_0 V_a - \rho_0 V_a \cdot \frac{p_a}{p_0} = \rho_0 V_a \left(1 - \frac{p_a}{p_0} \right)$$

Киритиш жараёни давомияда заряднинг қизиши. Двигателни ишга туширишни оsonлаштириш учун цилиндрга кираётган зарядни озрок киздириш талаб этилади. Шу мақсадда чиқариш трубалари киритиш трубаларига якин жойлаштирилади. Натижада киритиш системасида ҳаракатланаётган янги заряд маълум температурагача кизийди, шу сабабли унинг масса микдори камаёди. Бундан ташқари, янги заряднинг цилиндр деворларига тегиб қизиши ва юқори температурали қолдик газлар билан араланиши натижасида ҳам масса микдори камаёди. Двигателнинг иш режимларида цилиндр ва головка 150... 200°C гача кизийди. Ташқи муҳитдан кираётган ҳавонинг температураси головка ва цилиндр температурасидан анча кам бўлгани учун киритиш жараёнида ҳаво ΔT° га кизийди, зичлиги эса камаёди. Демак тўлдириш бошида заряд кизиб унинг температураси

$$T'_0 = T_0 - \Delta T$$

га тенг бўлади.

Тўлдириш жараёни охирида заряднинг зичлиги (гидравлик қаршиликлар ва қизишни ҳисобга олсак) куйидагича аниқланади:

$$\rho_a = \frac{p_a}{RT_0}$$

ёки атмосфера шароитларига тааллуқли параметрлар орқали ифодаласак:

$$\rho_a = \rho_0 \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_a} \text{ бўлади.}$$

Цилиндрга кирган янги заряднинг миқдори:

$$G' = V_a \rho_0 \frac{p_a}{p_0} \frac{T_0}{T_a}.$$

Юқорида келтирилган сабабларга биноан заряд массасининг камайтиши:

$$\Delta G = V_a \rho_0 \left(1 - \frac{p_a}{p_0} \frac{T_0}{T_a} \right).$$

Заряднинг кизиш миқдори ΔT двигателнинг юқламасига, киритиш жараёнининг давоматига, чиқариш трубаларининг жойлашishiга ва атмосфера температурасига боғлиқ.

Карбюраторли двигателларда ёнилгини тезроқ буғлантириш мақсадида киритиш трубаларини махсус қиздирилади, чунки бу ёнилги жараёнининг эффектив ўтишини яхшилайдди. Аммо, двигател цилиндрини янги заряд билан қўпроқ тўлдириш учун киритиш даврида зарядни камроқ қиздиришга ҳаракат қилиш керак. Агар заряд қўпроқ қиздириб юборилса, цилиндрни янги заряд билан тўлдириш ёмонлашади, шунинг учун зарядга факат ёнилгини буғлатишга етарли даражада иссиқлик миқдори бериш керак.

Таъжрибаларнинг кўрсатишича, карбюраторли двигателларда $\Delta T = 0 \dots 20^\circ$, дизелларда эса $\Delta T = 20 \dots 40^\circ$ бўлади.

Цилиндрдан чиқиб кетмаган қолдиқ газлар. Маълумки, чиқариш жараёни давомида ишлатилган газларни ҳайдаб чиқариб янги заряд киритиш керак. Лекин ҳақиқий циклларда газ тақсимлаш фазаларининг тўғри танланганлигига қарамасдан ишлатилган газларнинг бир қисми, яъни қолдиқ газлар цилиндр ичиди қолади. Бу қамчилик асосан наддувсиз двигателларга тааллуқлидир.

Цилиндрнинг янги заряд билан тўлиш даражасига ишлатилган газларнинг таъсири қолдиқ газлар коэффициенти билан характерланади. Қолдиқ газлар миқдори M_2 нинг янги заряд миқдори M_1 га бўлган нисбати қолдиқ газлар коэффициенти деб аталади;

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{M_r}{M_1} \quad \text{ёки} \quad \gamma_{\text{кол}} = \frac{G_r}{G_1},$$

бу ерда M_r , G_r – колдик газлар миқдори, кмол ва кг;

M_1 , G_1 – янги заряд миқдори, кмол ва кг.

Колдик газлар коэффициентининг қиймати двигател турига ва, асосан, унинг сиқиш даражасига боғлиқ. Ҳанча катта бўлса, колдик газлар шунча кам бўлади.

Тўрт тактли карбюраторли двигателларда сиқиш даражаси кичик бўлгани учун $\gamma_{\text{кол}} = 0,06 \dots 0,10$; наддувсиз дизелларда эса $\gamma_{\text{кол}} = 0,03 \dots 0,06$ бўлади. Карбюраторли двигателларнинг камчиликларидан бири шундаки, юклама камайиши билан колдик газлар миқдори ошиб кетади.

Икки тактли дизелларда цилиндрни тозалаш газ алмашув схемасига боғлиқ бўлиб, компрессордан келадиган ҳаво ёрдамида амалга оширилади ва $\gamma_{\text{кол}} = 0,03 \dots 0,07$ бўлади.

$\gamma_{\text{кол}}$ нинг қийматига двигателларнинг тезлик режими ҳам таъсир қилади. Карбюраторли двигателларда дроссел-заслонка тўла очилганда, $\gamma_{\text{кол}}$ минимал қийматга эга бўлади. Двигателнинг айланишлар частотаси ошиши билан янги заряд миқдори G_1 камаяди ва $\gamma_{\text{кол}}$ кўпаяди.

Карбюраторли двигателлар кам юкламада ишлаганда $\gamma_{\text{кол}}$ ошиб, тўлдириш ва ёниш жараёнлари ёмонлашади.

Газ алмашиниш жараёни охиридаги температура. Газ алмашиниш жараёнининг боришига юқорида кўриб ўтилган омиллар алоҳида-алоҳида эмас, балки комплекс таъсир қилади. Тўрт тактли двигателларда ишлатилган газларни чиқариш киритиш жараёни бошлангандан кейин тугалланса ҳам, янги заряд колдик газларнинг кенгайиши натижасида улар билан аралашиб цилиндр деворларига тегиб қизийди. Юқорида кўриб ўтилганидек, икки тактли двигателда янги зарядни киритиш ишлатилган газларни чиқариш билан бир вақтда содир бўлади. Бунинг натижасида киритиш охирида заряднинг температураси ҳавонинг температурасидан юқори, лекин колдик газларникидан паст бўлади. Бу температурани иссиқлик балансига асосланиб аниқлаш мумкин. Иссиқлик баланси янги заряд ва колдик газлар учун уларнинг бир-бири билан аралашгандан кейинги ва

аралашмасдан олдинги ҳолатлари учун тузилади. Иссиқлик баланси шартларига биноан:

$$Q_{\text{ар}} = Q_{\text{из}} + Q_r = c_p G_l \cdot T'_0 + c_p'' G_r \cdot T_r = c_{\text{пар}} (G_l + G_r) \cdot T_a;$$

бу ерда

- $Q_{\text{из}}$ – янги заряднинг иссиқлик миқдори;
- Q_r – қолдиқ газларнинг иссиқлик миқдори.
- $c_{\text{пар}}, c_p, c_p''$ – иш аралашмаси, янги заряд ва қолдиқ газларнинг ўзгармас босимдаги солиштирма иссиқлик снгими $c_p = c_p'' = c_{\text{пар}}$ деб қабул қилинади.
- T_a – иш аралашмасининг киритиш жараёни охиридаги температураси.

Тенгламанинг ўнг ва чап қисмларини G_l га бўлиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$T'_0 + \frac{G_r}{G_l} \cdot T_r = \left(1 + \frac{G_r}{G_l}\right) T_a;$$

бу ерда $\frac{G_r}{G_l} = \gamma_{\text{кол}}$ эканини ҳисобга олсак, у ҳолда киритиш

жараёни охиридаги температура қуйидатича аниқланади:

$$T_a = \frac{T'_0 + \Delta T + \gamma_{\text{кол}} + T_r}{1 + \gamma_{\text{кол}}}.$$

Тўрт тактли карбюраторли двигателларда ва наддувсиз дизелларда $T_a = 310... 350^\circ\text{K}$; наддувли ва икки тактли двигателларда $T_a = 320... 400^\circ\text{K}$.

Таърибаларнинг кўреатишича $\gamma_{\text{кол}}$ ва ΔT ларнинг қиймати кичикка қадар бўлса, киритиш жараёни охирида заряднинг температураси ҳам шунча ортади. Бу эса цилиндрга қираётган янги заряднинг зичлигини камайтиради, натижада тўлдириш коэффициенти ва цилиндрга қираётган заряднинг миқдори кичаяди. Чикариш жараёни охиридаги ишлатилган газларнинг температураси T_r таъриба йўли билан аниқланган бўлиб, карбюраторли двигателлар учун $T_r = 900... 1000^\circ\text{K}$, дизеллар учун эса $T_r = 700... 900^\circ\text{K}$.

Тўлдириш коэффициенти. Двигател цилиндрини янги заряд билан тўлдириш сифати тўлдириш коэффициенти η_v билан белгиланади. Двигател цилиндрига кирган янги заряд ҳақиқий миқдори G_1 нинг атмосфера шароитларида (p_0 , T_0) двигателнинг иш ҳажми V_h га жойланиши мумкин бўлган заряд миқдори G_0 га нисбати тўлдириш коэффициенти η_v деб аталади.

$$\eta_v = \frac{G_1}{G_0}.$$

Ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида бундан кейин суюқ ёнилғида ишловчи ҳамма турдаги двигателлар учун янги зарядни ҳаводан иборат деб ҳисоблаймиз.

Юқорида айтиб ўтганимиздек, наддувсиз тўрт тактли двигателларда киритиш жараёнида ҳаво атмосферадан p_0 босим ва T_0 температурада сўрилади. Икки тактли ва тўрт тактли наддувли автомобил двигателларида цилиндрга ҳаво компрессордан киргани учун унинг босими p_k ва температураси T_k бўлади.

Нормал атмосфера шароитлари учун:

$$G_0 = \frac{p_0 V_h}{R_0 T_0}$$

бўлади, бу ерда R_0 — ҳавонинг газ доимийси.

Цилиндрга кирган ҳаво ва қолдиқ газларнинг умумий миқдорини аниклаш учун характеристик тенгламадан фойдаланамиз:

$$G_1 + G_r = \frac{p_a V_a}{R_{ap} \cdot T_a} \quad \text{ёки} \quad G_1(1 - \gamma_{\text{кол}}) = \frac{p_a V_a}{R_{ap} \cdot T_a};$$

бу ерда R_{ap} — иш аралашмасининг газ доимийси. Одатда $R_{ap} = R_0$ деб қабул қилинади.

Бу ҳолда тўлдириш коэффициентини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\eta_v = \frac{G_1}{G_0} = \frac{p_a V_a}{R_{ap} \cdot T_a} \cdot \frac{1}{1 - \gamma_{\text{кол}}} \cdot \frac{R_0 T_0}{p_0 \cdot V_h}.$$

$\frac{V_a}{V_h} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$ эканлигини ҳисобга олиб, η_v ни қуйидагича

ифодалаймиз:

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_a(1 + \gamma_{\text{кол}})}.$$

Икки тактли ва наддувли двигателлар учун $T_0 = T_k$ ва $p_a =$

p_k .

Лекин

$$T_a(1 + \gamma_{\text{кол}}) = T_0 \Delta T + \gamma_{\text{кол}} T_r$$

эканлигини ҳисобга олсак юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + (1 + \gamma_{\text{кол}}) \cdot T_r}.$$

Тўлдириш коэффициентини аниқроқ ҳисоблаш учун қўшимча заряд киритиш коэффициенти φ_1 ни ҳисобга олиш зарур, чунки η_v нинг ифодаси газ тақсимлаш фазаларини ҳисобга олмасдан ҳисобланган эди. Бу ҳолда тўлдириш коэффициенти қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_v = \varphi_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + (1 + \gamma_{\text{кол}}) \cdot T_r}.$$

Бу ерда $\varphi_1 = 1,05 \dots 1,1$. Двигателда қўшимча заряд киритиш, яъни киритиш клапаннинг кечроқ ёпилиш даври канча катта бўлса, φ_1 ҳам шунча катта бўлади.

5.2. ТЎЛДИРИШ КОЭФФИЦИЕНТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Юқорида келтирилган тенгламалардан кўришиб турибдики, тўлдириш коэффициентиға асосан, киритиш жараёни бошидаги ш охиридаги босим p_k ва p_a лар таъсир кўрсатади. Лекин температура T_a , заряднинг қизиши ΔT , қолдиқ газлар коэффициенти $\gamma_{\text{кол}}$, температура T_r ва сиқилиш даражаси ε ларнинг таъсирини ҳисобга олиш зарур. p_a катта бўлса, тўлдириш коэффициенти ҳам катта бўлади. Тоғли районларда тўлдириш коэффициенти кичик бўлишига асосий сабаб p_0 нинг

кичиклигидир. Тўлдириш коэффициентиға қуйидагилар таъсир кўрсатади: киритиш трубаси ички юзасининг ҳолати; тирсаклар (бурилишлар); ҳаво тозалагичининг конструкцияси ва жойлашиши (капотнинг ичида ёки ташқарисида); газ тақсимлаш фазалари; атмосферанинг температураси ва босими; қолдиқ газлар миқдори; киритиш трубасининг жойлашиши.

Юклама. Карбюраторли двигателларда тирсакли валнинг айланишлар частотаси юкламага мос ҳолда ўзгаради. Лекин юкламанинг тўлдириш коэффициентиға таъсирини текшириш учун айланишлар частотаси ўзгармас бўлиши шарт. Синаш стандартларида двигателнинг айланиш частотасини реостат ёрдамида ўзгартирмасдан сакланади. Бу ҳолда юклама дроссел-заслонканинг ҳолатиғи ўзгартириш билан, яъни цилиндрға кирувчи ёнувчи аралашманинг миқдори билан ўзгартирилади.

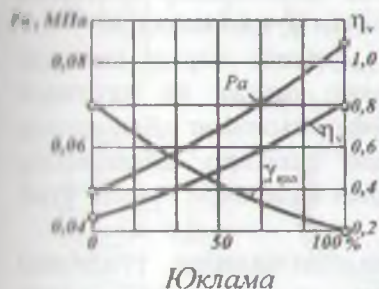
Двигателнинг ўзгармас айланишлар частотасида энг кўп қувват ҳосил қилиш учун дроссел-заслонкани тўла очиш керак. Бундай шароитда двигател цилиндриға энг кўп миқдорда ёнувчи аралашма киради ва тўлдириш коэффициенти максимал, $\gamma_{\text{кол}}$ эса минимал қийматта эга бўлади.

Двигател кичик юкламада ишлаши учун дроссел-заслонка кам очилади. Бунда киритиш системасидаги гидравлик қаршиликлар кўпайиб, p_2 босим пасаяди, натижада тўлдириш коэффициенти ҳам камаяди.

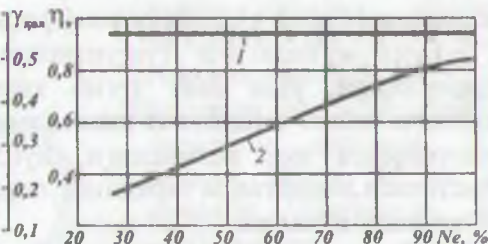
Карбюраторли двигателнинг юкламасиға босим p_2 , қолдиқ газлар коэффициенти $\gamma_{\text{кол}}$ ва тўлдириш коэффициенти η_v нинг (дроссел-заслонканинг ҳолатиға) боғлиқлиги 5.5-расмда кўрсатилган.

Дизелнинг юкламасини ўзгартириш учун цилиндрға маълум миқдорда ёнилғи пуркаш керак. Дизелларнинг киритиш системасида цилиндрға келаётган ҳаво миқдорини ўзгартирувчи ҳеч қандай мослама йук. Шунинг учун дизелларда тирсакли валнинг айланишлар частотаси ўзгармас бўлса, киритиш системасидаги гидравлик қаршиликлар ҳам ўзгармай қолади. 5.6-расмда турли двигателлар учун юкламанинг тўлдириш коэффициентиға таъсири кўрсатилган.

Дизелларда юклама ортиши билан тўлдириш коэффициентининг кийматига (1-чизик) фақат хавонинг қизиши ΔT таъсир қилади. Бунда тўлдириш коэффициентининг киймати осяилади. Карбюраторли двигателларда эса (2-чизик) аксинча, юклама ортиши билан тўлдириш коэффициенти ортади. Дизелларда η_v нинг бундай ўзгариши қуйидагича тўшунтирилади: юклама ортиши билан цилиндр девори, поршен тўби, цилиндрлар головкасининг температураси ҳам ортади. Бу ҳол ўз навбатида цилиндрга кираётган хавони қўпроқ қизишига олиб келади ва натижада тўлдириш коэффициенти бир оз пасаяди.



5.5-расм. Карбюраторли двигател учун P_a , $\gamma_{\text{кол}}$ ва η_v ларнинг юкламага боғлиқлиги



5.6-расм. Тўлдириш коэффициентининг юкламага боғлиқлиги:

1 – тўрт тактли Д – 108 дизели ($n = 1050 \text{ мин}^{-1}$);

2 – карбюраторли ЗИЛ-130 двигатели ($n = 1000 \text{ мин}^{-1}$)

Двигателнинг киритиш системасидаги заряднинг ҳаракат тезлиги айланишлар частотаси (n) га боғлиқ бўлиб, n қанча катта бўлса заряднинг тезлиги ҳам шунча катта бўлади. Лекин бу ҳолда гидравлик қаршиликлар кўпайиб, p_a босим пасаяди. Заряднинг ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса, Δp_a ҳам шунча катта бўлади, бу эса p_a босимнинг пасайишига олиб келади. Худди шундай ҳол чиқариш системасида ҳам кузатилади. Айланишлар частотаси ортиши билан қолдик газлар босими p_v ни унинг миқдори M_g ортади.

Тезлик режими ортганда ΔT (зарядни қиздириш) камаяди, чунки заряднинг иссиқ деворга тегиб ҳаракат қилиш вақти қисқаради. Шу сабабдан ΔT нинг η_v га таъсири нисбатан камдир.

Ҳар бир двигател эксплуатация шароитларида маълум тезлик режимида энг катта бурувчи момент ҳосил қилади. Бундай тезлик режими учун газ тақсимлаш фазалари танланади. Тезлик режими тўлдириш коэффициентига таъсир кўрсатади. 5.7-расмда карбюраторли двигател ва дизел учун тўлдириш коэффициенти билан айланишлар частотаси орасидаги боғланиш кўрсатилган. Ҳар иккала двигател учун ҳам тўлдириш коэффициентининг энг катта қиймати маълум бир айланишлар частотасига мос келади. Двигателнинг айланишлар частотаси камайиши билан тўлдириш коэффициенти η_v ҳам камаяди.

Буни қуйдагича тушунтириш мумкин: заряд цилиндр деворларига узок вақт тегиб ҳаракат қилади ва натижада ортикча кизиб кетади; газ тақсимлаш фазаларининг айланишлар частотасига мос келмаслиги. Бундан ташқари, айланишлар частотаси камайганда заряднинг поршен халқалари орқали ўтиб йўқолиши кўпаяди.

5.7-расмдан кўрииб турибдики, дизелларда тўлдириш коэффициенти η_v (1- ва 2-эгри чизиклар) карбюраторли двигателларникига (3, 4, 5-эгри чизиклар) қараганда бирмунча юқори бўлиб, тезлик ва юкламага қараб кам ўзгаради.

Карбюраторли двигателларнинг асосий камчиликларидан бири шуки, дроссел-заслонка беркитила бориши билан (юклама камайганда) қаршилиқлар ошиб, тўлдириш коэффициенти тез камайиб кетади (4- ва 5-эгри чизиклар). Карбюраторли двигателларда тўлдириш коэффициентининг айланишлар частотасига бундай боғлиқлиги натижасида юклама пасайиши билан тирсакли

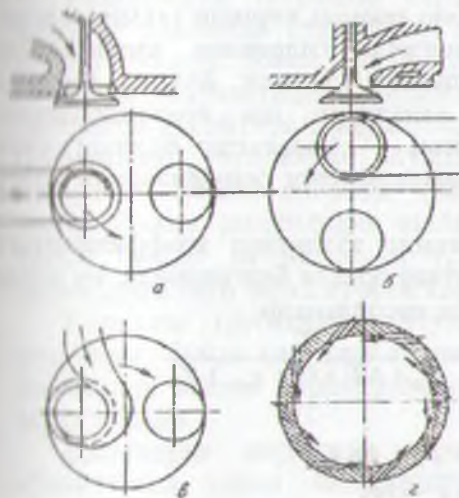


5.7-расм. Двигател ваги айланишлар частотасининг η_v га таъсири

валнинг максимал айланишлар частотаси қиймати чекланади, яъни двигател ҳаддан ташқари катта тезликда ишлашдан

қарқинида ва энг кам айланишлар частотасида двигателнинг ишлайиши таъминланади.

Дизелларда юклама пасайиши билан тўлдириш коэффициенти η_v ошиб кетиб, дизел ҳаддан ташқари катта тезликда ишлаши мумкин. Бу эса дизелнинг асосий камчилигидир.



5.8-расм. Заряднинг айланма ҳаракатини ҳосил қилувчи мосламалар:

- a* — клапанида ширма бўлган канал;
- b* — тангенциал канал;
- c* — “улитка” шаклли канал;
- d* — тангенциал тешикли гильза

клапанлар ўрнатиш мумкин. Бу эса киритиш жараёнида зарядни кичик тезликда ҳаракатланишини таъминлайди. Натижада гидравлик қаршиликлар камайиб, тўлдириш коэффициенти ошади. Поршеннинг ўртача тезлиги кичик бўлса, цилиндрга зарид кўпроқ тушади. Шу сабабдан поршен йўли цилиндр диаметридан кичик булган ($S/D < 1$) двигателлар кўпроқ ишлатилади. Бундай двигателларнинг афзалликларидан бири шуки, нисбатан катта цилиндрлар головкасига катта диаметрли

Сикиш даражасининг ортиши ёки камайиши натижасида двигател цилиндридаги зарядни киздириш шароити ΔT ҳамда қолдиқ газлар миқдори M , ва температураси T , ўзгаради. Масалан, сикиш даражаси ортганда ΔT ортади, лекин M , ва T , камаяди. Натижада бу омилларнинг алоҳида таъсири ўзаро йўқолади. Тажрибалар тўлдириш коэффициентининг умуман сикиш даражасига боғлиқ эмаслигини кўрсатади.

Агар двигател катта диаметрли цилиндрга эга бўлса, унга катта диаметрли киритиш ва чиқариш трубалари ҳамда

клапанларни жойлаштириб тўлдириш коэффициентини ошириш мумкин.

5.8-расмда карбюраторли двигателлар ва дизелларнинг киритиш клапанлари, каналларининг тузилиш схемалари ҳамда айлаима ҳаракат ҳосил қилиш усуллари кўрсатилган. Клапанлар юқорида жойлаштирилганда ва уларга мос киритиш каналлари танланганда янги заряднинг бир текисда кириши таъминланади. Клапанлар юқорида жойлашганда гидравлик қаршиликлар камайиб, тўлдириш коэффициенти кўпаяди. Бундан ташқари махсус шаклли киритиш каналлари иш аралашмасининг цилиндр ичида йўналтирилган ҳаракатда бўлиши учун имконият яратади. Бу эса аралаштириш жараёнларини яхши ташкил қилишга олиб келади.

Газ таксимлаш фазаларининг тўлдириш коэффициентига таъсири φ_1 , ва φ_2 коэффициентлар орқали белгиланади. Бу ҳолда η_v қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$\eta_v = \varphi_1 \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + (1 + \gamma_{\text{кол}}) \cdot T_r}$$

ёки

$$\eta_v = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T} \cdot \frac{\varphi_1 \varepsilon p_a - \varphi_2 p_r}{(\varepsilon - 1) p_0}$$

бўлади, бу ерда φ_1 — кўшимча заряд киритиш коэффициенти, поршеннинг п. ч. н. дан ю. ч. н. га томон ҳаракати давомида (киритиш клапани ёпилгунча) цилиндр ичига тушган кўшимча заряднинг миқдорини ҳисобга олади (5.2-расм, а 4-чизик).

φ_2 — цилиндрни ҳаво ёрдамида қолдик газлардан тозалаш коэффициенти. Бу коэффициент поршен ю. ч. н. атрофида бўлганида (иккала клапаннинг бараварига очик ҳолатида) цилиндрни кўшимча тозаланишини ҳисобга олади.

Тўрт тактли двигателлар учун қолдик газлар коэффициенти қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_a - p_r}$$

Айланишлар частотаси кенг чегарада ўзгарувчи автомобил двигателларининг турли тезлик режимларида тажриба йўли билан танланган газ таксимлаш фазалари тўлдириш коэффициентининг оптимал қийматларини олишга имкон

қилинади. Шу сабабдан газ таксимлаш фазалари танланадиган айланмалар частотаси двигателни эксплуатация қилишда қўлланладиган талабларга боғлиқ бўлади.

5.1-жадвалда айрим автомобил ва трактор двигателлари учун газ таксимлаш фазалари келтирилган.

Газларнинг тебранма ҳаракати. Киритиш ва чиқариш жараёни давомида трубаларда газларнинг тебранма ҳаракати нуқудга келиб, босим тўлқинлари ҳосил бўлади. Газларнинг тебранма ҳаракатидан цилиндрга кираётган янги заряд массасини кўпайтириш учун фойдаланилади. Масалан, чиқариш трубасининг узунлигини шундай танлаш мумкинки, бунда чиқариш жараёни охирида чиқариш системасида сийраклик ҳосил бўлади, цилиндрдан ишлатилган газларнинг кўп қисми чиқиб кетади ва натижада $\gamma_{\text{кол}}$ камаяди. Шунда двигател цилиндрига янги заряд кўпроқ киради.

Киритиш трубасининг узунлигини ҳам шундай танлаш мумкинки, бунда киритиш клапани олдидаги босим атмосфера босимидан юқори бўлиб қолади, цилиндрга эса кўпроқ янги заряд киради.

Цилиндрга кираётган янги заряд массасини бундай кўпайтириш усули «инерцион наддув» дейилади. Бундай двигателларда тўлдириш коэффициент η_v 1 дан кагга бўлади.

5-мисол. Карбюраторли двигателлар учун тўлдириш коэффициент η_v ва киритиш жараёни охиридаги температура T_a аниқлансин, агар қуйидагилар маълум бўлса: $\epsilon = 8,8$; $\gamma_{\text{кол}} = 0,06$; $T_r = 950^\circ\text{K}$ ва $p_a = 1$ бар. Ҳисоблашлар T_0 , ΔT ва p_a ларнинг икки хил қиймати учун олиб борилсин. Бу қийматлар Ўрта Осиё иқлим шароитлари $p_0 = 1$ бар ҳисобга олиб танланган, яъни $\Delta T = 10^\circ$ ва 20° ; $T_a = 288$ ва 310°K ҳамда $p_a = 0,79$ ва $0,85\text{ кг/см}^2$.

Ечиш. Киритиш жараёни охиридаги температура иккала ҳол учун қуйидагича аниқланади:

$$1) T_a = \frac{288 + 10 + 0,06 \cdot 950}{1 + 0,06} = 335^\circ\text{K}$$

$$2) T_a = \frac{T_0 + \Delta T + \gamma_{\text{кол}} \cdot T_r}{(1 + \gamma_{\text{кол}})} = \frac{310 + 20 + 0,06 \cdot 950}{1 + 0,06} = 365^\circ\text{K}$$

Тўлдириш коэффициент:

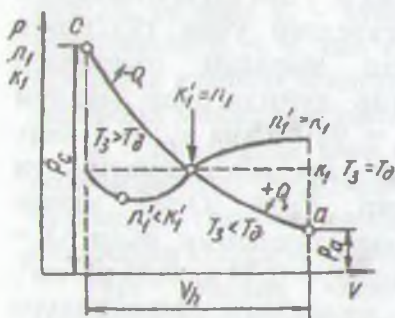
$$1) \eta_v = 1,05 \frac{8,8}{8,8-1} \frac{0,85}{1,0} \frac{288}{335} = 0,866;$$

$$2) \eta_v = 1,05 \frac{8,8}{8,8-1} \frac{0,79}{1,0} \frac{310}{365} = 0,796$$

Бундан кўриниб турибдики, иссиқ шароит учун тўлдириш коэффициентининг қиймати (ҳавонинг зичлиги ҳисобга олинганда) камаяди. Аммо цилиндрга кираётган заряднинг температураси катталашади ва у ёниш жараёнига ижобий таъсир кўрсатиши керак.

5.3. СИҚИШ ЖАРАЁНИ

Наддувли ва наддувсиз тўрт тактли двигателларда киритиш клапанлари беркитилгандан кейин, икки тактли двигателларда эса газ алмашув жараёни тугагандан сўнг поршен цилиндрда ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда сиқиш жараёни содир бўлади. Цилиндрга кирган янги заряднинг температураси ва босими сиқиш натижасида ортади. Сиқиш даражаси карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши билан, дизелларда эса дизел ёнилғисининг ўз-ўзидан алангаланиш



5.9-расм. Ҳақиқий циклда сиқиш жараёнининг кечиш характери

температураси билан чекланган бўлади. Шу сабабли сиқиш жараёни охирида заряднинг температураси ва босими маълум чегарада бўлади. Дизелларда сиқиш жараёни охирида температура ва босимнинг ошиши билан циклнинг унумдорлиги ошади ҳамда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади.

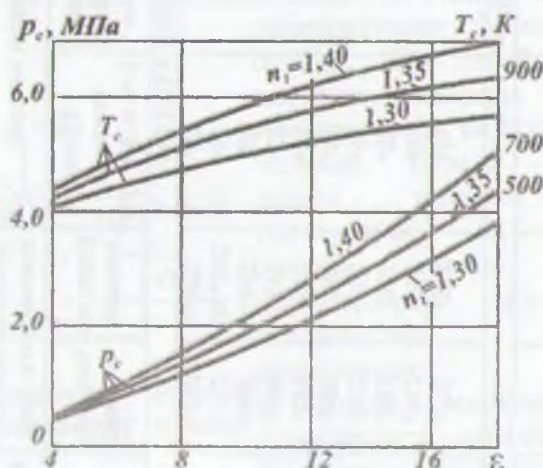
Сиқиш жараёни охирида цилиндрдаги заряднинг уярма ҳаракатини тезлаштириш учун ёниш камераси, киритиш каналлари ва клапанлари махсус шаклда тайёрланади.

Автомобил двигателларининг газ таксимлаш фазалари

5.1-жадвал

Двигателлар	Киритиш клапани		Чикариш клапани		Очик холатнинг давомчилиги, град.		Клапанларнинг бараварлига очик холати, град.
	Очилишнинг бошланиши, ю. ч. н. гача	Тўлиқ ёпилиши, п. ч. н. дан сўнг	Очилишнинг бошланиши, ю. ч. н. гача	Тўлиқ ёпилиши, п. ч. н. дан сўнг	Киритиш клапани	Чикариш клапани	
КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛЛАР							
ГАЗ — 53	24°	64°	50°	12°	268°	252°	46°
ЗИЛ — 111	16°	64°50'	52°	29°	260°50'	271°	45°
ЗИЛ — 130	31°	83°	67°	47°	294°	294°	78°
ЗИЛ — 375	16°	71°	52°	35°	267°	267°	51°
ГАЗ — 24	12°	60°	54°	18°	252°	252°	30°
ГАЗ — 21	24°	64°	58°	30°	268°	268°	54°
МЗМА — 408	21°	55°	57°	19°	256°	256°	40°
МЗМА — 412	30°	70°	70°	30°	280°	280°	60°
МемЗ — 966	10°	46°	46°	10°	236°	236°	20°
ВАЗ — 2101 ва	12°	40°	42°	10°	232°	232°	22°
ВАЗ — 2103							
ДИЗЕЛЛАР							
ЯМЗ — 236 ва	20°	56°	56°	20°	256°	256°	40°
ЯМЗ — 238	20°	46°	66°	20°	246°	266°	40°
ЯМЗ — 240	20°	50°	50°	20°	250°	250°	40°
А-01, А-01, А-01М	16°	40°	40°	16°	236°	236°	32°
Д-37 Е	17°	56°	56°	17°	253°	253°	54°
Д-37							

Ҳақиқий циклда сиқиш жараёнининг содир бўлиш характери 5.9-расмда кўрсатилган. Сиқиш жараёнининг биринчи даврида заряднинг температураси цилиндр деворлари, головкаси ва поршен тубининг температурасидан паст бўлгани учун заряд қизийди. Поршеннинг ю. ч. н. га томон ҳаракати давомида заряд тобора кўпроқ сиқилади ва унинг температураси T_3 ҳамда цилиндр деворларининг ўртача температураси T_4 орасидаги фарк камайиб боради. Поршеннинг маълум бир нуктасида заряд ва цилиндр деворларининг температураси тенглашади. Поршеннинг кейинги ю. ч. н. га томон ҳаракатида $T_3 > T_4$ бўлиб қолади, натижада иссиқлик оқими ўз йўналишини ўзгартиради ва сиқилган заряддан цилиндр деворларига иссиқлик ўта бошлайди. Заряд температурасининг ўзгаришига мос равишда политропа кўрсаткичи ҳам ўзгаради. Сиқишнинг биринчи даврида $n_1 = \kappa$, иккинчи даврида $n_1 > \kappa$, учинчи даврида эса $n_1 < \kappa$ бўлади. Лекин ҳисоблашларда ўзгарувчан политропа кўрсаткичи ишлатилмасдан, унинг ўртача қиймати қўлланилади. Бу ҳолда сиқиш жараёни охиридаги (с нуктада) температура ва босимни политропа тенгламаси $pV^{n_1} = \text{const}$ орқали аниқлаш мумкин:



5.10-расм. Сиқиш жараёни охиридаги босим p_c ва температура T_c нинг ε га боғлиқлик графиги (n_1 нинг ҳар хил қийматларида)

$$p_c = p_a \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{\eta_1} \quad \text{ва} \quad \left(\frac{T_c}{T_a} \right) = \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{\eta_1 - 1},$$

яъни $\frac{V_a}{V_c} = \epsilon$ бўлгани учун $p_c = p_a \epsilon^{\eta_1}$ ва $T_c = T_a \epsilon^{\eta_1 - 1}$ бўлади. 5.10-

расмда сикиш жараёни охиридаги босим p_c ва температура T_c нинг ϵ ва η_1 га богликлиги тасвирланган. Автомобил двигателларида қўлланиладиган сикиш даражалари ϵ сикиш жараёни охиридаги босим ва температура ҳамда политропа кўрсаткичи η_1 5.2-жадвалда келтирилган.

Мисол. Сикиш даражаси $\epsilon = 8$ ва политропа кўрсаткичи $\eta_1 = 1,34$ бўлган карбюраторли двигател учун киритиш жараёни охиридаги икки хил температура $T_a = 335^\circ \text{K}$; 365°K ва босим $p_a = 0,085$; $0,079 \text{ МПа}$ учун, сикиш жараёни охиридаги температура T_c ва босим p_c аниқлансин.

$$1) p_c = p_a \cdot \epsilon^{\eta_1} = 0,085 \cdot 8^{1,34} = 1,38 \text{ МПа}$$

$$2) p_c = p_a \cdot \epsilon^{\eta_1} = 0,079 \cdot 8^{1,34} = 1,263 \text{ МПа}$$

Сикиш жараёни охиридаги температура:

$$1) T_c = T_a \cdot \epsilon^{\eta_1 - 1} = 335 \cdot 8^{0,34} = 680^\circ \text{K}$$

$$2) T_c = 365 \cdot 8^{0,34} = 743^\circ \text{K}$$

Демак Ўрта Осиё иқлим шароитига мос температурада p_c ва p_a босимлар пасаяр экан, сикиш жараёни охиридаги температура эса ортади. Бу дизелларда ёниш жараёнини яхшилашга олиб келса, карбюраторли двигателларга салбий таъсир қилиши мумкин.

5.2-жадвалда ички ёнув двигателларида қўлланиладиган сикиш даражалари ва сикиш жараёнининг параметрлари келтирилган.

5.2-жадвал

Двигател тури	ε	n_1	p_c , МПа	T_c , °К
Карбюраторли	6 – 9	1,3 – 1,37	0,97 – 1,6	600 – 750
Дизеллар:				
ажратилмаган камерали	16 – 17	1,34 – 1,38	3,88 – 5,88	800 – 1050
ажратилган камерали	18 – 21	1,34 – 1,40	2,81 – 4,20	700 – 900
газли	5 – 10	1,3 – 1,37	0,8 – 1,4	480 – 650

5.4. УЧҚУН БИЛАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ДВИГАТЕЛЛАРДА ЁНИШ ЖАРАЁНИ

1. Умумий маълумотлар

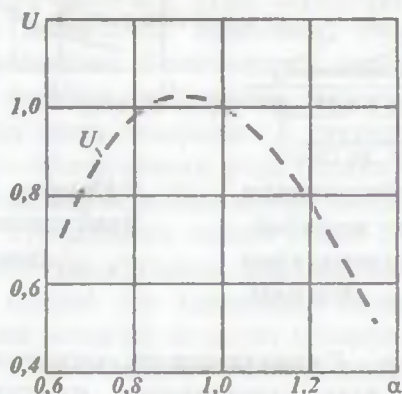
Ички ёнув двигателларининг ёниш камерасида иш аралашмаси ёнганида ёнилгининг кимёвий энергияси иссиқлик энергиясига айланади ва натижада механик иш бажарилади. Бундай ўзгаришлар поршен ю. ч. н. атрофида бўлганида, яъни маълум вақт оралиғида юз беради.

Ёниш жараёнининг самарадорлигига бир канча омиллар, жумладан, аралашманинг таркиби, уни ҳосил қилиш усули ва ёнилги ёндиришни илгарилатиш бурчаги, двигателнинг юқламаси ва айланишлар частотаси, ёниш камерасининг шакли, сиқиш даражаси ва бошқалар таъсир этади. Шунинг учун ёниш жараёнини карбюраторли двигателлар ва дизеллар учун алоҳида кўриб чиқиш керак.

Ёниш жараёни мураккаб реакция бўлиб, уни қисқа вақт ичида амалга ошириш лозим. Карбюраторли двигателга учқун иш аралашма маълум температурага эга бўлганда, сиқиш жараёни охирида берилиши керак. Чунки юқори температураларда ёниш реакцияларининг тезлиги ортади ва ёниш жараёни қисқа вақт ичида тугалланади.

Аланганинг таркалиш тезлиги ёнувчи аралашманинг таркибига, яъни ҳавонинг ортиклик коэффициентига боғлиқ. Бензин ва газда ишлайдиган двигателларда ёниш жараёни нормал кечиши учун ҳавонинг ортиклик коэффициенти $\alpha = 0,7 \dots 1,2$ бўлиши керак. Ҳавонинг ортиклик коэффициенти бу миқдордан ошиб ёки камайиб кетса иш аралашмаси ёнмайди, чунки ёниш учун шароит яратилмайди. Аланга тарқалишининг

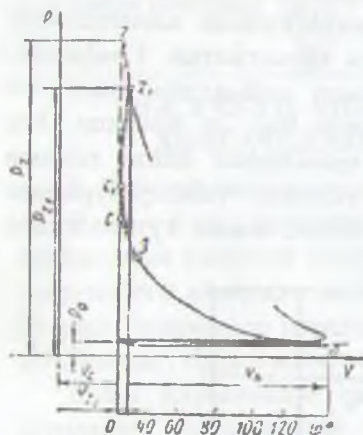
юқори концентрацион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффициентининг энг кичик қиймати $\alpha_{\min}$ га айтилади. Аланга тарқалишининг қуйи концентрацион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффициентининг энг катта қиймати $\alpha_{\max}$ га айтилади. Углеводородли ёнилғиларда $\alpha = 0,85 \dots 0,9$ бўлганда аланганинг тарқалиш тезлиги энг юқори қийматга эришади. 5.11-расмда мисол тариқасида пропан алангасининг тарқалиш тезлиги α га боғлиқ ҳолда кўрсатилган. Графикдан кўринадик, α нинг миқдори оптимал қийматдан оёса ёки кимийса аланганинг тарқалиш тезлиги бир оз пасаяди. Иш аралашмаси жуда суюқлашса ёки қуюқлашса ёниш тезлиги кескин камайиб кетади. Ёниш тезлиги температуранинг кватратига пропорционал равишда ошади, босим кўтарилганда эса бир оз пасаяди.



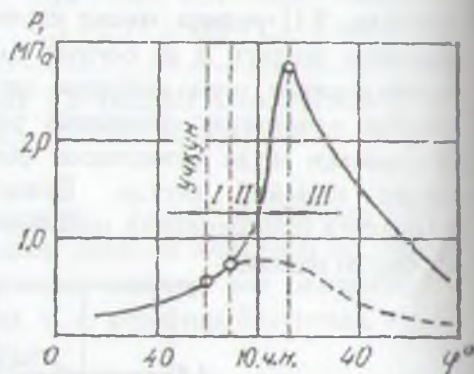
5.11-расм. Аланга фронтига тарқалиш тезлиги (пропан-ҳаво)

Учкун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнувчи аралашма газ ёки бензин буғларидан ва ҳаводан ташкил топган бўлиб, уни алангаланувчанлик чегарасидан ташқарида ёндириб бўлмайди. Иш аралашмасида қолдиқ газлар кўп бўлса, алангаланувчанлик чегаралари қисқаради. Шунинг учун, карбюраторли двигателларнинг юкламаси ўзгарганда ёнилғи ва қувонинг миқдорини шундай ўзгартириш керакки, натижада ҳар қандай юкламада ҳам ёнувчи аралашма алангаланувчанлик чегарасида бўлсин. Карбюраторли двигателларда цилиндрга

берилаётган ёнувчи аралашманинг таркиби ва миқдори дроссел-заслонканинг ҳолати билан белгиланади. Двигател кам юклама билан ишласа (автомобилни юргизиб юборишда, кичик тезликда ҳаракат қилишда), дроссел-заслонка беркитилади, натижада аралашма қуюклашади. Бу эса двигателнинг тежамлилигини пасайтиради ва иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради.



5.12-расм. Карбюраторли двигател ёниш жараёни-нинг $p-\varphi$ координаталар системасидаги диаграммаси



5.13-расм. Карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси

5.12-расмда $p - V$ координаталар системасида карбюраторли двигател учун ёниш жараёнининг индикатор диаграммаси тасвирланган, ушбу циклга мос бўлган назарий циклдаги иссиқлик узатиш эса штрих чизиклар билан кўрсатилган. Ҳақиқий циклда ёниш жараёни маълум вақт (0,001 с) оралигида содир бўлади, бу даврда поршен тирсакли валнинг $\varphi_{\text{т}} = 10... 25^\circ$ бурчакка бурилишига мос йўлни босади. Диаграммадан кўриниб турибдики, ёниш даврида (тирсакли вал 20° га бурилганда) ёниш жараёнини характерловчи c_{121} чизик $V = \text{const}$ чизигидан кўп четлашмайди. Ёниш жараёнини $p - V$ координаталар системасида кўриб чиқиш кийин, шунинг учун бу жараёни $p - \varphi$, координаталар системасида кўриб чиқиш анча қулайдир. Ёниш жараёнининг бундай диаграммалари

босим индикатори ёрдамида двигателларни синаш пайтида ёзиб олинади.

5.13-расмда карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси циклнинг характерли нукталари билан кўрсатилган. Ёниш камерасига электр учкуни берилмаган ҳолдаги кенгайиш жараёни штрих чизик билан кўрсатилган. Ёниш натижасида ажралиб чиққан иссиқликдан унумли фойдаланиш учун иш аралашмасини поршен ю. ч. н. яқинида бўлганида тез ёнишини таъминлаш зарур. Бунинг учун ёниш камерасига электр учкуни поршен ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан берилиши керак Тирсакли валнинг учкун берилган пайтдан ю. ч. н. гача бурилиш бурчагига *ут олдиришини амалга ошириш* бурчаги дейилади ва ϕ_e билан белгиланади. Учкун чиққан зонада жуда юкори температура (10000°C) ҳосил бўлади. Агар иш аралашмаси ёниш даражасига етган бўлса, у ҳолда аралашма алангалана бошлайди. Учкун берилгандан кейин ёниш жараёнининг бошланишига кимёвий тайёргарлик учун секунднинг мингдан бир улушича вақт керак.

Электр учкуни ёниш камерасига I нуктада берилган бўлса ҳам, аланга пайдо бўлмаганлиги учун босимнинг I нуктадан II нуктагача кўтарилиши учкун берилмаган ҳолдагидек юз беради. II нуктада кўзга кўринадиган аланга пайдо бўлади, босим эса сезиларли даражада тез кўтарила бошлайди. Бу пайтда аланга ёниш камераси бўйлаб тез таркалиши натижасида ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори жуда тез кўпаяди, бу эса босим ва температуранинг бир неча марта кўтарилишига олиб келади. Циклнинг температураси ўзининг энг катта қийматига энг катта босимда эмас, балки бир оз кейинроқ эришади. Бунга асосий сабаб шуки, шиддатли ёниш жараёни босим энг катта қийматига эришгандан кейин ҳам давом этади. Лекин поршеннинг п. ч. н. га томон ҳаракатланиши ва газларнинг кенгайиши натижасида босим камаяди.

Ёниш жараёнининг турли даврларида олинган фотосуратлар камерада ёнган ва ёнмаган аралашмани ажратиб турувчи – ёруланувчи контур борлигини кўрсатади. Аланга фронти деб номланган бу контур ёниш реакциялари ривожланаётган аралашманинг юпқа қатламидан иборат.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларнинг ёниш жараёнини шартли равишда учта фазага бўлиш мумкин:

Биринчи фаза — электр учқуни берилган пайтдан бошлаб, босимнинг бирдан кўтарилишигача ўтган давр. Бу фаза ёнишнинг бошланғич фазаси деб аталади. Биринчи фаза вақтида, ёнувчи аралашманинг тахминан 6 – 8 фоизи ёнади.

Иккинчи — асосий фаза — босимнинг бирдан кўтарилиш пайтидан бошлаб максимал $p_{z \text{ max}}$ қийматига эришгунча ўтган давр. Иккинчи фаза давомида ёнувчи аралашманинг тахминан 80 фоизи ёнади. Бу даврда босимнинг тез кўтарилиши кузатилади. Ёниш жараёнининг шиддатлилиги деб аталувчи катталиқ K тирсакли валнинг ҳар бир градус бурилишига тўғри келадиган босимнинг кўтарилиш тезлиги билан характерланади.

$$K = \frac{\Delta p}{\Delta \varphi}; \text{ МПа/град};$$

бу ерда Δp босимлар айирмаси.

Учинчи фаза — босим максимумга эришган пайтдан ёнилғининг ёниб тугашигача бўлган давр. Ёниш жараёни тўғри уюштирилган карбюраторли двигателларда учинчи фазанинг давом этиш даври катта эмас ва кенгайиш жараёнининг ўрталарида тугайди.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёниш жараёни шиддатлилигининг ўртача қиймати $K = 1... 2 \text{ бар/град} = 0,1... 0,2 \text{ МПа/град}$ га тенг.

2. Ёниш жараёнига таъсир этувчи омиллар

Ўт олдиришни илгарилатиш бурчаги. Иссиқликдан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш учун иш аралашмасининг асосий қисми кенгайиш вақтида ю. ч. н га яқин ерда ёниши керак. Бу ҳолда электр учқунини илгарирок, яъни поршен ю. ч. н. га бир неча градус (ΔS масофа) етмасдан бериш керак.

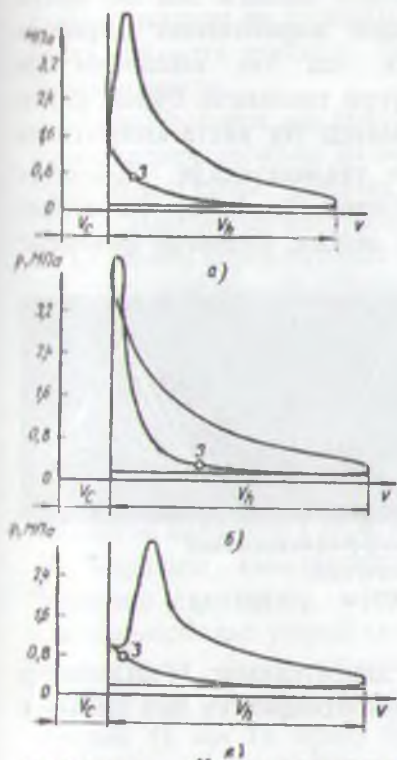
5.14-расм, *а*, *б* ва *в* да карбюраторли двигателлар учун ўт олдиришни илгарилатиш бурчакларининг турли қийматларидаги индикатор диаграммалар кўрсатилган. Бу диаграммаларни олишда двигателнинг айланишлар частотаси ва дроссел-заслонканинг ҳолати ўзгармас бўлган. Юқорида айтиб ўтилганидек, двигателнинг ҳар бир иш режими учун ёндиришни

илгарилаш бурчаклари тўғри аниқланган бўлиши дозим. 5.14-рasm, *а* да тасвирланган диаграммадан кўриниб турибдики, ёндиришни илгарилаш бурчаги тўғри танланган. Учкун ўз вақтида берилиши натижасида ёниш жараёнининг ю. ч. н. яқинида (кенгайишнинг бошланиш даврида) тугалланиши таъминланади. Натижада двигател энг юқори кувватга эришади ва тежамкор ишлайди.

Агар ёндиришнинг илгарилаш бурчаги кандайдир сабабга кўра катталашиб кетса (5.14-рasm, *б*), ёниш жараёни поршен ю. ч. н. га етиб келмасдан содир бўлади, натижада босим бирдан кўтарилади ва ўзининг энг юқори қийматиға сиқиш жараёнида,

поршен ю. ч. н. га етмасдан эришади. Поршеннинг бундан кейинги ҳаракати натижасида босим камайиб ю. ч. н. яқинида кенгайиш жараёнида «ҳалқа» ҳосил бўлади ва унинг штрихланган юзаси унумсиз сарфланган ишни кўрсатади. Натижада двигателнинг куввати камайиб кетади ва тежамсиз ишлайди. Илгарилаш бурчаги ортиқча катталашиб кетса, тартибсиз, детонацияли ёниш содир бўлиб, двигател «такиллаб» ишлайди.

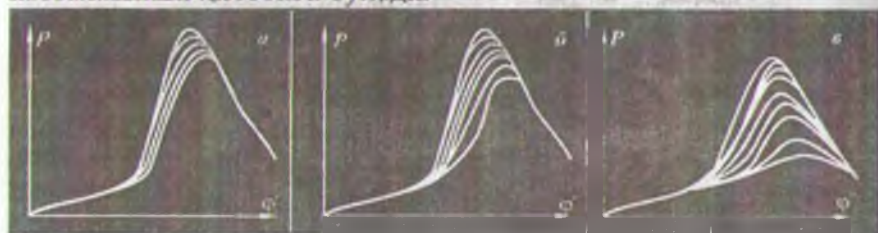
Ёндиришнинг илгарилаш бурчаги кичрайиб кетса (5.14-рasm, *б*) ёниш жараёни кенгайиш вақтида, яъни поршен ю. ч. н. дан анча узоклашган пайтда содир бўлади. Натижада двигателнинг куввати, тежамлилиги ёмонлашади, ишлатилган газларнинг температураси кўтарилади ва двигател кизиб кетади. Учкун билан ўт олдириладиган



5.14-рasm. Ўт олдиришнинг илгарилатиш бурчагининг карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммасига таъсири

двигателлар учун ёндиришни илгарилаш бурчагининг энг қулай қиймати тормозлаш стэндида двигателни синаб танланади. Ёндиришни илгарилаш бурчаги иш аралашмасининг температурасига, уорма ҳаракатига, таркибига, двигателнинг иш режимларига боғлиқ.

Иш аралашмасининг таркиби. Иш аралашмасининг таркиби ҳавонинг ортиклик коэффиценти α билан белгиланади ва у ёниш жараёнининг кечиш характерига катта таъсир кўрсатади. Юкорида айтиб ўтилганидек, ҳавонинг ортиклик коэффиценти $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ бўлганда ёниш жараёни жуда қисқа вақт давом этади, аланганинг тарқалиш тезлиги эса энг катта қийматга эришади. Шунингдек, ёниш жараёнининг биринчи фазаси қисқаради, асосий фазаси эса тез юксалади ва ёндиришнинг илгарилаш бурчаги тўғри танланган бўлса, ёниш ю. ч. н. атрофида тугайди, p_z босимнинг энг катта қиймати ва циклда энг катта иш бажарилиши таъминланади. Ҳавонинг ортиклик коэффиценти ошиши билан ($\alpha > 1$) ёнишнинг чўзилиб кетиши кузатилади, бу эса асосан, биринчи фазанинг катталашishi ҳисобига бўлади.



5.13-расм. Ҳаво ортиклик коэффицентиинг ёниш жараёнига таъсири:

а - $\alpha = 0,8 \dots 0,9$; б - $\alpha = 1,0 \dots 1,03$; в - $\alpha = 1,14 \dots 1,15$

5.15-расмда карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси ҳаво ортиклик коэффицентиининг уч хил қиймати учун келтирилган.

$\alpha = 1,14$ бўлганда кетма-кет келувчи циклларда ёниш жараёни текис ривожланмайди, ва айрим циклларда у жуда секин ривожланади, чунки цилиндрга тушаётган аралашма миқдори ҳар хил бўлади. Аралашма яна ҳам суюқлаштирилса ($\alpha = 1,14$ дан катталайса), ёниш жараёни жуда секин ривожланади,

натижада двигател бекор ва самарасиз ишлайди. Демак α нинг киймати, ҳар бир двигател учун ёниш камерасининг шакли, сикши даражаси ва юкламасига қараб таълаанади.

Двигателдан катта қувват олиш зарур бўлган ҳолларда цилиндрга куюк аралашма ($\alpha = 0,8... 0,9$) киритиш зарур. Бунинг учун дроссел-заслонка тўлиқ очилади ва экономайзер ишга туширилади. Аммо бундай шаронгда двигателнинг тежамлиги паст бўлиб, ёниш чала ёниши сабабли кўп сарфланади. Карбюраторли автомобил двигателлари ҳавонинг оптиклик коэффициенти $\alpha = 1,05... 1,15$ бўлганда тежамли ишлайди, чунки бунда ёшилги тўла ёнади. Натижада исикликдан тўла фойдаланилади ва индикатор фойдали иш коэффициентига η энг катта кийматга эришади. Лекин бу ҳолда двигателнинг қуввати бир оз пасаяди.

Ёниш тезлиги иш аралашмасининг таркибига мос равишда ўзгарганлиги сабабли ёндиришнинг илгарилан бурчагини ҳам ўзгартириш керак. Ҳавонинг оптиклик коэффициенти камайиши билан ёндиришни илгарилан бурчагини катталаштириш керак. Бу вазифани карбюраторда сийракланишни чеклагич бажаради.

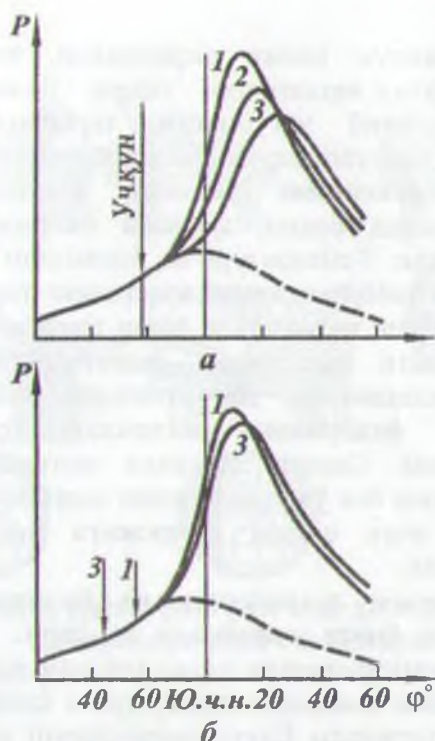
Иш аралашмаси уюрма ҳаракати тезлигининг ёниш жараёнига таъсири. Иш аралашмасининг уюрма ҳаракати тезлиги аланга фронтининг тарқалиш тезлигига ва ёнишнинг иккинчи фазаси кискаришига ижобий таъсир қилиб, ёнишнинг умумий вақтини камайтиради. Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси уюрмали ҳаракатланганда аланганин тарқалиш тезлиги 15... 60 м/с ни танкил этади, яъни уюрма ҳаракат бўлмаган пайтдагига қараганда 8...12 марта катта бўлади.

Киритиш каналларидаги уюрма ҳаракат янги зарядни киритиш пайтида ҳосил бўлади. Ёниш пайтида иш аралашмасининг уюрма ҳаракати тезлигини ошириш учун сиқиб чиқаргичли ёниш камералари қўлланилади. Бундай ёниш камерасида поршен ва цилиндр головкеси орасида озгина оралик (1 мм га яқин) бўлади. Сиқиб жараёни охирида бу ораликдан заряд ёндириш свечасига қараб хайдалади ва бунда уюрма ҳаракатнинг кучайиши юз беради. Бундай камераларда ёнилигининг охириги порцияси тўла ёнади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишини камайтиради.

Айланишлар частотасининг ёниш жараёнига таъсири. Двигателнинг айланишлар частотаси қанча катта бўлса, ёниш жараёни учун ажратилган вақт шунча кам бўлади. Шу сабабли ёниш фазаларининг айланишлар частотасига боғлиқлигини кўриб чиқамиз. Айланишлар частотаси ошиши билан ёнишнинг биринчи фазасининг давом этиш вақти бир оз камаяди, чунки сиқиш жараёни охиридаги температура бир оз ошади. Лекин бу камайиш айланишлар частотасининг ошишига мутаносиб бўлмагани учун биринчи фазанинг тирсакли вал бурилиш бурчаклари орқали ифодаланган қиймати катталашади. Айланишлар частотасининг ўсиши билан заряднинг ҳаракат тезлиги кучаяди. Бу ҳолда аланга фронтининг тарқалиш тезлиги шундай ўсадики, натижада асосий ёниш фазасининг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги орқали ифодаланган қиймати ўзгармай қолади.

Айланишлар частотаси ўсиши билан ёниш фазасининг учинчи даври ҳам ортади. Булар ўз навбатида, ёниш жараёнининг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги орқали ифодаланган қийматининг катталашшига сабаб бўлади. Демак карбюраторли двигателларда ёниш жараёнини ю. ч. н. яқинида таъминлаш учун айланишлар частотасининг ортиши билан ёндиришнинг илгарилаш бурчагини ҳам ошириш керак, яъни илгарироқ учкун бериши керак (5.16-расм). Бу ҳолда ёниш ю. ч. н. атрофида тугалланади. Бу вазифани марказдан қочирма регулятор бажаради. Бу мослама двигателнинг айланишлар частотаси ортиши билан автоматик равишда ёндиришни илгарилаш бурчагини ўзгартиради.

Юкламанинг ёниш жараёнига таъсири. Двигател иш вақтининг 70 – 80% даврида кичик юкламаларда ишлайди, яъни дроссел-заслонка оралик ҳолатларда бўлади. Бунда цилиндрга келаётган янги аралашма микдори камаяди. Бу эса киритиш жараёнидаги босим p_a ва температура T_a нинг камайишига олиб келади; қолдиқ газлар коэффициенти кўпаяди, янги аралашма эса инерт газлар билан қўшилиб, цилиндрни тўлдириши ёмонлашади. Натижада иш аралашмасининг ёниш шароити ёмонлашади, аланганинг тарқалиш тезлиги камаяди ва ёниш жараёнининг биринчи ҳамда асосий фазаларнинг давом этиши ортади.



5.16-расм. Карбюраторли двигателнинг ҳар хил айланишлар частотасида олинган индикатор диаграммаси:

$a - \theta_k = \text{const}$; $b - \theta_k = \text{оптимал}$.

$1 - n = 1000 \text{ мин}^{-1}$; $2 - n = 2000 \text{ мин}^{-1}$; $3 - n = 3000 \text{ мин}^{-1}$

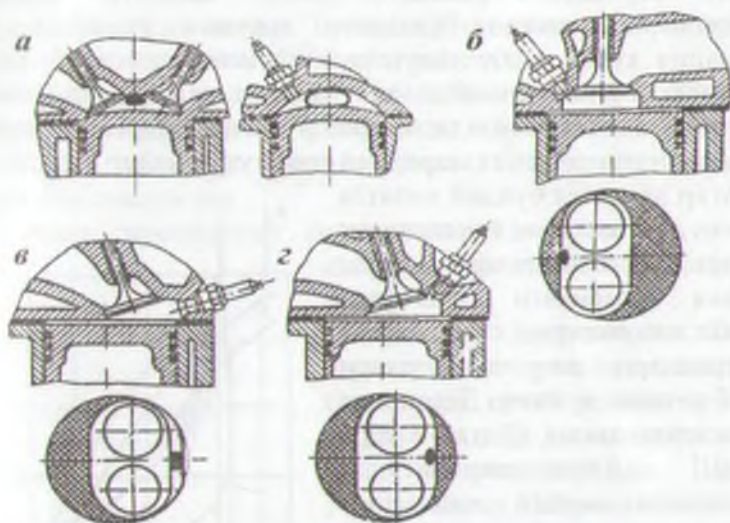
Дроссел-заслонканинг оралиқ ҳолатларида ёниш жараёнини қисман яхшилаш учун ёнувчи аралашма таркибини махсус созлаш ёки ёндиришни илгарिलाш бурчагини каталаш-тириш керак. Бу вазифани вакуум-корректор ёрдамида ба-жарилади.

Дроссел-заслонка тежамли режим ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$) ҳолатидан бошлаб ёпилганда аралашма куюклаша бориши керак. Бу ҳолда ёниш жараёнининг тез ривожланишига олиб келади. Бундан ташқари, вакуум-корректор ёрдамида ёндиришнинг илгарिलाш бурчагини автоматик равишда ошириш натижасида ёнишнинг иккинчи фазаси ю. ч. н. яқинида содир бўлади. Аммо бундай шароитларда ($\alpha < 1$) ёнилғи чала ёниши натижасида

исикликнинг маълум қисми ажралмайди, ёнилги ортикча сарфланади. Бунда ишлатилган газлар билан бирга кўп миқдорда тўла ёниб улгурмаган, таркибида захарловчи моддалар бўлган маҳсулотлар ҳам чиқариб юборилади.

Сикиш даражасининг таъсири. Сикиш даражасини ошириш натижасида сикиш жараёни охиридаги босим ва температура ортади. Температура ва босимнинг ортиши билан ёнилгини ёнишга тайёрлаш ҳамда аланганинг тарқалиш тезлиги катталашади. Бунинг натижасида ёниш жараёнининг умумий давом этиш вақти қисқаради, двигателнинг қуввати ва тежамлилиги яхшиланади. Двигателларда сикиш даражаси ўзгартирилганда ёндиришни илгарिलाш бурчагини ҳам ўзгартириш лозим. Сикиш даражаси ошганда детонацияли ёниш, барвақт ёниш ёки ўз-ўзидан ёниш ҳодисалари бўлмаслиги лозим. Бунинг учун сикиш даражасига мос бензин тури ишлатилиши керак.

Ёниш камераси шаклининг ва ёндириш свечалари жойлашганининг ёниш жараёнига таъсири. Ҳозирги замон карбюраторли двигателларида турли хилдаги ёниш камералари қўлланилади. Ёниш камераларининг турига қараб свечалар ҳам турлича жойлаштирилади. Ёниш камерасининг шакли ва ундаги ёндириш свечаларининг жойланиши ёниш жараёнига катта таъсир кўрсатади. Ёниш камерасининг энг узок жойланган нуқтаси билан ёндириш свечаси орасидаги масофа қанча кичик бўлса, ёниш камераси шунча қулай ҳисобланади, чунки бунда аланга фронтининг йўли қисқа бўлади. 5.17-расмда ёниш камераларининг энг кўп тарқалган шакллари кўрсатилган. Ёндириш свечаси камеранинг ўрта қисмига жойлаштирилганда (5.17-расм, а) иш аралашмасининг ёниши учун энг яхши шароит яратилади, чунки бундай свечадан аланга fronti ҳамма томонга бир хил тезликда тарқалади. Ярим сферик, понасимон ва ярим понасимон шаклдаги ёниш камераларида ёндириш свечалари марказга нисбатан силжиган бўлади (5.17-расм, а, в ва г). Бундай камераларда сиқиб чиқаргич ҳисобига заряднинг уюрма ҳаракати ҳосил бўлади, натижада ёниш жараёни тез ривожланади. Ёниш камерасининг бундай тузилиши заряднинг уюрма ҳаракатини тезлаштирилади ва иш аралашмаси охириги порциясининг детонациясиз ёнишини таъминлайди.



5.17-расм. Карбюраторли двигателлар ёниш камераларининг схемалари:

а – ярим сферик; *б* – текис овалсимон; *в* – понасимон;
г – ярим понасимон

Ярим понасимон ёндириш камералари автомобил двигателларида (ЗИЛ-130, ГАЗ-21, МЗМА-408 двигателларда) кенг қўлланилган.

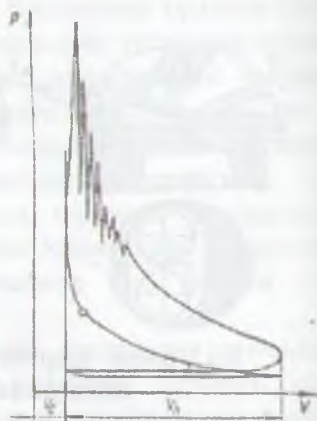
Цилиндрлари нисбатан катта диаметрли двигателларда ҳамда газ билан ишлайдиган двигателларда ёниш жараёнини тезлаштириш мақсадида иккита ёндириш свечаси ўрнатилиши мумкин.

3. Детонацияли ёниш. Детонациянинг пайдо бўлишига таъсир этувчи омиллар

Карбюраторли двигателларда баъзан жаранглаган металл товушлари эшитилади. Бу ҳодиса двигателларнинг сиқилиш даражасига мос бўлмаган бензин ишлатилганда, двигателни ўчирганда, катта юкламада ишлаганда содир бўлади. Бу товушлар детонацияли ёнишнинг белгисидир. Детонация нисбатан кучсиз бўлганда бу товушлар вақти-вақти билан эшитилади, бу товуш худди поршен бармоғи ва шатуннинг

юкори втулкаси орасидаги зазор киймати нормадан катталашганда найдо бўладиган товушга ўхшайди. Агар детонация кучайса, бу товушлар узлуксиз эшитилиб туради. Двигател нотекис ишлайди ва тирсакли валнинг айланишлар частотаси камайиб кетади, цилиндр ва цилиндрлар головкаси кизийди, ишлатилган газларда эса қора тутун пайдо бўлади.

Агар двигател бундай ҳолатда узок муддат ишласа, поршеньнинг четлари, цилиндрлар билан головка орасидаги кистирма, шунингдек, ёндириш свечасининг электродлари ва изоляторлари куйиб кетиши мумкин. Детонация нагжасида ҳосил бўлган юкори босим кривошип-шатунли механизмда зарбий юкламалар ҳосил қилиб шатун подшипнигидаги антифрикцион (ишқаланишни камайтирадиган) катламни ишдан чиқаради. Зарбий юкламалар таъсирида мой пардалари йиртилади, бу эса цилиндрлар гильзалари юкори қисмининг тез ейилишига олиб келади. Шу сабабларга кўра детонация билан ишлашга йўл қуйилмайди.



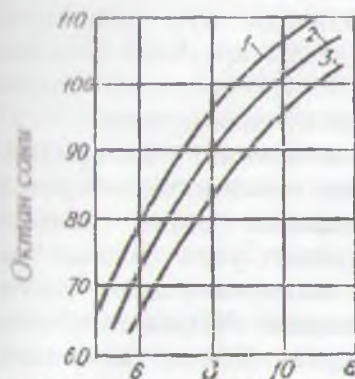
5.18-расм. Детонацияли ёниш диаграммаси

Детонацияли ёниш жараёнида аланга фронти олдида ёнмай қолган иш аралашмалар сиқилиб, унинг температураси кўтариледи. Натижада ёнилги молекулаларида кимёвий оксидланиш реакцияси содир бўлиб «пероксид» бирикмалар ҳосил бўлади. Етарли даражада юкори температура ва босимга эга бўлган бу бирикмалар ўз-ўзидан ёниб кетади. Бундай характерда бошланган ёниш жараёни жуда катта тезлик билан иш аралашмасининг қўшни катламларига тарқалади ва бу катламларда ҳам бетартиб ёниш жараёни бошланади. Бу ҳолда ёниш жараёнини бошқариб бўлмайди. Бундай ёниш жараёнида ҳосил бўлган зарбий тўлқинлар жуда катта тезлик билан бутун ёниш камераси бўйлаб тарқалади ва деворлардан қайтиб, металл товушлар найдо қилади. Зарб тўлқинлари кимёвий реакция

индикатор тутаётган зоналарга таъсир қилиб, детонацияли портлашлар ҳосил қилади. Бундай детонацияли тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги 2000... 2300 м/с гача етади.

Карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг индикатор диаграммаси 5.18-расмда кўрсатилган. Бу ҳолда ёниш ва кенгайиш жараёнларида босимнинг ўзгариши арасимон шаклга эга.

Қуйида детонацияли ёнишнинг пайдо бўлишига таъсир қилувчи ҳар хил омиллар таҳлил қилинган.



5.19-расм. Ҳар хил диаметрли двигателлар учун октан сонининг сиқиш даражасига боғлиқлик графиги:

- 1) 120 мм; 2) 90 мм;
- 3) 60 мм

Сиқиш даражаси. Сиқиш даражасининг ортиши детонацияли ёниш учун қулай шароит яратади, чунки бу ҳолда детонацияга мойил заряд кўпроқ қизийди. Шунинг учун сиқиш даражасининг энг юқори қиймати детонацияли ёниш билан чегараланади. Двигателнинг кўрсаткичларига сиқиш даражаси ижобий таъсир қилганлиги учун уни ёнилгининг октан сонини ошириш ва ёниш камерасининг шаклини ўзгартириш ҳисобига оширилади. Шунинг учун ҳар бир двигателнинг сиқиш даражасига мос октан сонли ёнилги ва ёниш камераси танланади (5.19-расм).

Тажрибалар шуни кўрсатадики, октан сонига сиқиш даражасидан ташқари цилиндрнинг ўлчамлари ҳам таъсир қилади.

Ёниш камерасининг шакли ва ёндириш свечаларининг жойлашуви

Ёниш жараёни детонациясиз бориши ва аланганинг ҳамма гомонга текис тарқалиши учун ёндириш свечаси ёниш камерасининг марказига ўрнатилиши лозим (5.17-расм, а). Бундай камерада сиқиш даражасининг қийматини ошириш мумкин. Сиқиб чиқаргичли ёниш камерасида эса (5.17-расм, в ва

2) двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди, чунки бу ҳолда иш аралашмаси уюрмали ҳаракатга келиб аланга fronti таъсирида узоқ вақт қолиб кетмайди.

Цилиндрлар сони ва ўлчами. Цилиндрнинг диаметри катта бўлса, ёниш камерасининг чекка нуқтасигача бўлган аланганинг йўли олислашади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишига олиб келади. Шунинг учун катта диаметрли двигателларда аралашма детонациясиз ёниши учун иккита ёндириш свечаси, диаметр бўйича карама-карши томонга ўрнатилади. Кўп цилиндрли карбюраторли двигателларда цилиндрларга аралашма нотекис тақсимланади. Натижада куюк ($\alpha = 0,8... 0,9$) аралашма тушган цилиндрда детонацияга мойиллик пайдо бўлиши мумкин.

Поршен ва цилиндрлар головкасининг материали. Двигателнинг детонацияга мойиллигини камайтиришда поршен ва цилиндрлар головкасининг материали ҳамда совитиш системасининг аҳамияти катта. Шунинг учун поршен ва цилиндрлар головкасини тайёрлашда иссиқликни яхши ўткази оладиган материаллардан фойдаланилади. Чўяга нисбатан иссиқликни ўтказиш қобилияти яхши бўлган алюминий қотишмасидан фойдаланиш двигателларда сиқиш даражасини бир қадар оширишга имкон беради.

Иш аралашмасининг таркиби. Карбюраторли двигателларда ёнувчи аралашма куюк ($\alpha = 0,8... 0,9$) бўлса, детонацияли ёнишга мойиллик кучаяди, чунки бунда ёниш тезлиги, температура ва босим катта бўлиб, детонациянинг рўй беришига имкон туғилади.

Айланишлар частотаси. Валнинг айланишлар частотаси ошганда, детонацияли ёниш бўлмайди, чунки ёнувчи аралашманинг молекулаларидаги оксидланиш реакцияларига кетадиган вақт камаяди; киритиш системасидаги қаршиликлар Δp_a ва қолдик газлар ошади. Бу омилларнинг биргаликдаги таъсири натижасида айланишлар частотаси ортиши билан сиқиш ва ёниш жараёнлари охиридаги температура ва босим пасаяди, двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди.

Двигател юкламаси. Юклама камайганда ҳам двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди.

Ёндиришни илгарилаш бурчаги. Ёндиришни илгарилаш бурчаги катталашганда ёниш жараёни ю. ч. н. яқинида, сиқиш

жароёни охирида содир бўлади. Натижада ёниш жараёнининг иккинчи фазасидаги босим ва температура катталашади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишига ёрдам беради.

Қурум ҳосил бўлиши.

Поршен тубини ва цилиндрлар головкасини қурум қоплаши натижасида улардан иссиқликнинг тарқалиши қийинлашади ва ёниш камераси деталларининг температураси ортиб боради. Бундан ташқари сиқилиш даражаси ҳам бирмунча ошади. Натижада, ёнувчи аралашманинг температураси ва босими ортади, детонацияли ёниш рўй беради. Бундай двигателларда детонациянинг олдини олиш учун ёндиришни илгарилаш бурчагини бир оз камайтириш керак.

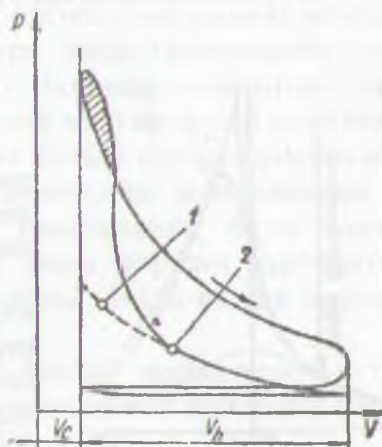
Двигателни совитиш.

Бирон сабабга кўра цилиндр деворлари орқали совитиш муҳитига узатиладиган иссиқлик миқдори камайса, цилиндр, поршен ва цилиндрлар головкаси кизиб, детонацияли ёнишнинг содир бўлишига қулай шароит яратилади.

4. Барвақт ўз-ўзидан алангаланиш

Карбюраторли двигателлар катта юклама билан ва иқлими иссиқ шароитларда ишлаганда цилиндрлар головкасининг айрим зоналари, чиқариш клапанлари ва свечаларининг электродлари каттиқ кизиб кетади ҳамда уларнинг температураси 700... 800 °С ни ташкил қилади. Шунингдек, чўғланган қурум мавжуд бўлса, учқун берилмасдан ҳам иш аралашмаси ўз-ўзидан алангаланиши мумкин.

5.20-расмда ўз-ўзидан алангаланиш шароитида олинган индикатор диаграмма кўрсатилган. Ёнувчи аралашма барвақт ўз-ўзидан алангаланганда ёниш жараёнида бўғик тақиллан



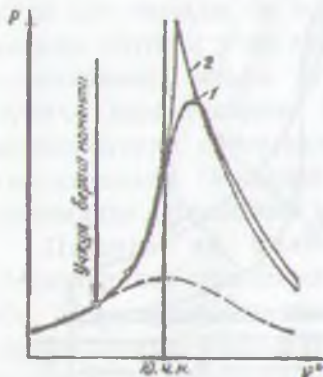
5.20-расм. Ўз-ўзидан барвақт алангаланиш диаграммаси:

1 - учқун бериш пайти;

2 - алангаланишнинг бошланиши

овозлари эшитилади, двигателнинг қуввати камаяди, иссиқлик кўп йўқолади. Бундан ташқари, сиқиш жараёнида босимнинг ортиши натижасида кривошип-шатунлиги механизмида қўшимча динамик кучланишлар ҳосил бўлади.

5. Ёниш даврида ўз-ўзидан алангаланиш



5.21-расм. Ёниш вақтида ўз-ўзидан алангаланиш диаграммаси:

- 1 – нормал ёниш;
- 2 – ўз-ўзидан ёниш

гулдураш кузатилади. Ўз-ўзидан алангаланиш ҳодисаси содир бўладиган циклниң индикатор диаграммаси 5.21-расмдагидек кўринишга эга бўлади.

Бундай ёниш жараёни карбюраторли двигателларда, кўпинча кичик юкламадан тўла юкламага ўтиш вақтида рўй беради.

5.5. ДИЗЕЛЛАРДА ЁНИШ ЖАРАЁНИ

1. Умумий маълумот

Дизеллар цилиндрида ёнувчи аралашма сиқиш жараёнининг охирида ҳосил бўлади. Шунинг учун сиқиш жараёнида факат ҳаво сиқилади. Ёниш камерасига ёнилгини пуркаш поршен ю. ч. н. га келмасдан бир оз вақтлик, яъни сиқиш жараёни охирида амалга оширилади. Натижада сиқилган ҳаво билан майда

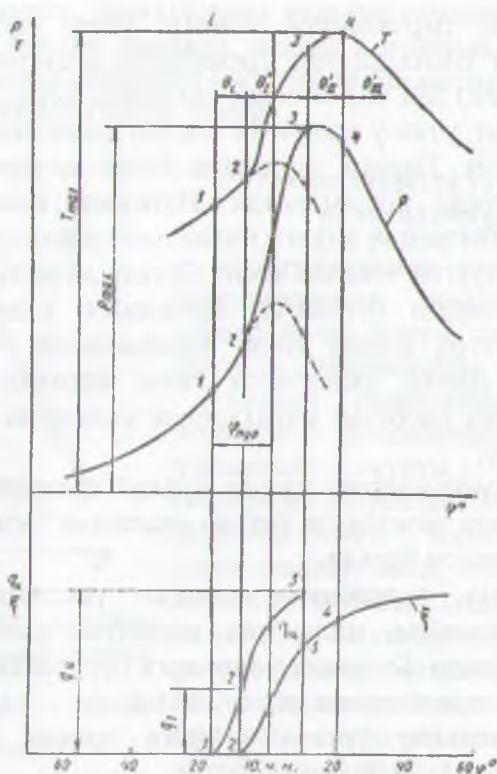
заррачаларга парчаланган ёнилги ўзаро қўшилиб ёнувчи аралашмани ҳосил қилади. Дизелларда ишлатиладиган ёнилги (дизел ёнилги) дан бир жинсли аралашма ҳосил қилиш мумкин эмас, шунинг учун у юкори ва пастки алангаланиш чегарасига ета бўлмайди. Ёнилги зарралари ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб нотекис таксимланади. Натижада камеранинг айрим жойларида бугланган ёнилги билан ҳаво аралашиб алангаланиш чегарасида турган зоналар ҳосил бўлади ва ёниш камерасининг ушбу зоналарида бугланган ёнилгининг алангаланиши рўй беради. Сўнгра аланга ёниш камерасининг барча ҳажмини иттифайди. Демак, дизелларда ёниш жараёни карбюраторли двигателларга нисбатан мураккаброк кечади ва уни бошқариш мумкин эмас.

Ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб аралашманинг нотекис таксимланиши дизелларда ёнувчи аралашма таркибини сифатли ростлашга имкон беради.

Аралашма таркибини сифатли ростлашда дизелнинг юкломаси камайса, цилиндрга кираётган ҳавонинг микдори ўнгармай қолади. Бу ҳолда цилиндрга пуркалаётган ёнилгининг микдори камайтирилади. Натижада ҳаво ортиклик коэффициентининг ўртача киймати ортади ва дизел салт ишлаганда $\alpha = 5 \dots 6$ бўлади.

Дизелларда қўлланиладиган сиқил даражаси пуркалган ёнилгининг ўз-ўзидан алангаланишини таъминлаши лозим. Шу сабабли сиқил жараёни охирида ҳавонинг температураси дизел ёнилгисининг алангаланиш температурасидан тахминан $150 \dots 250^\circ$ юкори бўлиб, $700 \dots 900 \text{ K}$ ни ташкил қилади.

Дизелларда ёниш жараёнини характерловчи параметрларнинг ўзгариш схемаси 5.22-расмда кўрсатилган. Расмда цилиндрдаги босим p ва температура T нинг тирсакли вагининг бурилиш бурчаги ϕ бўйича ўзгариш чизиклари келтирилган, илтирих чизиклар билан ёниш жараёни содир бўлган циклнинг диаграммалари кўрсатилган. Пастки схемада ёниш камерасига пуркалган q_n ва ёнган ёнилги ξ микдорлари келтирилган.



5.22-расм. Дизелда ёнилғи бериш ва ёниш жараёнлари

Юқорида кўриб ўтганимиздек, карбюраторли двигателларда учкун поршен ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан берилади. Дизелда ҳам карбюраторли двигателдаги каби (учкун ўрнига) ёнилғи пуркаш поршен ю. ч. н. га (1 нукта) етмасдан бошланади. Бу бурчак ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги деб аталади ва у $\phi_{\text{пур}}$ билан белгиланади.

Дизелда ёниш жараёни куйидаги фазаларга ажратиш мумкин:

Биринчи фаза 0, бурчак билан белгиланиб, алангаланишнинг кечикиш даври деб аталади. Бу давр 1 нуктадан 2 нуктагача, яъни ёнилғи пуркалгандан кўзга кўринарли аланга ҳосил

бўлигунча давом этади. Бу пайтда цилиндр ичидаги босимнинг ўсиши ҳавонинг янада сиқилиши билан тушунтирилади. Бу даврда ёнган ёнилғи алангаланмайди, ёнилғи томчилари қисман бутланиб кимевий оксидланиш реакциялари содир бўлади. Бу жараёнларнинг кетиши учун бирмунча вақт талаб қилинади. Шу вақт ичида цилиндрга q_1 мг ёнилғи тушади ва у сиқилган ҳаво билан араланиб алангаланишга тайёрланади. Натижада 2 нуктада кўзга кўринарли ёниш бошланади, босим ва температурани ифодаловчи эгри чизик 2 нуктада штрихланган эгри чизикдан четлашади. Шу пайтдан бошлаб ёниш жараёни жadalланиб, босим p тез кўтарилади ва қиска вақт оралиғида p_2 кийматга эришади. Асосий ёки тез ёниш фазаси деб аталувчи бу даврда тирсакли вал θ_1 бурчакка бурилади (2 ва 3 нукталар оралиғи). Лекин цикл температурасининг максимал қиймати босимнинг энг катта қийматига мос келмайди, у 4 нуктада ўзининг энг катта қийматига эришади. Бу давр **секин ёниш фазаси** деб аталади ва θ_{11} билан белгиланади. Бу пайтда ёнилғининг асосий қисми ёниб бўлади. Дизелларда асосий ёниш фазасида босимнинг ошиш тезлиги ёниш камерасининг турига боғлиқ бўлиб, у 0,4... 1,0 МПа/град. атрофида бўлади.

Юқорида айтганимиздек, ξ эгри чизик ёнган ёнилғи микдорини ифодалайди. Бундан кўриниб турибдики, энг катта босим p_2 га эришиш пайтида киритилган ёнилғининг факат бир қисми ёнади. Дизелда ёниш жараёни энг катта босимга эришилгандан кейин ҳам, диаграмманинг 3-4 қисмида катта қисқлик чиқариб давом этади. Бу пайтда босимнинг бир оз пасайиши кузатилади, чунки поршен п. ч. н. га томон ҳаракат қилади. Лекин ёнилғининг ёниши давом этганлиги туфайли температура ортади (4 нукта).

4 нуктадан кейинги кенгайиш жараёнида ёнилғининг ёниб бўлиши рўй беради ва у **ёниб бўлиш фазаси** деб аталади. Бу фаза θ_{111} билан белгиланади. Ёнишнинг аниқ тугаш вақтини аниқлаш жуда қийин. Дизелларда ёниб бўлиш фазаси лабораторли двигателларга нисбатан кўпроқ давом этади. Дизелнинг самарали ишлаши яхши бўлиши учун ёниш жараёни муносиб қадар қиска вақт давом этиши ва цикл босими бир текис бўлиши керак. Акс ҳолда дизел шиддатли ва тақиллаб ишлайди.

2. Дизелларда ёниш жараёнига таъсир этувчи омиллар

Дизелларда алангаланишнинг кечикиш даври ёниш жараёнининг характериға ва давом этиш вақтиға таъсир этади. Алангаланишнинг кечикиш даври канча катта бўлса, ёниш камерасиға пуркалган ёнилгининг шунча кўп қисми бўғланиб кетади, натижада ёниш жараёнининг шиддатлилиги ортади. Шунинг учун алангаланишнинг кечикиш даврини илोजи борича камайтириш керак. Ҳозирги замон дизелларида алангаланишнинг кечикиш даври 0,0005... 0,02 секундни ташкил этади.

Дизелларда алангаланишнинг кечикиш давриға, ёниш жараёнининг сифатиға ва давом этиш вақтиға қуйидаги омиллар таъсир қилади: ёнилгининг кимевий ва физик хоссалари, сиқиш даражаси, яъни ёнилгини пуркаш вақтида ҳавонинг температураси ва босими, ёнилги пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги, ёниш камерасининг конструкцияси, ундаги ҳавонинг уюрма ҳаракати ва тезлиги, ёнилги узатиш аппаратининг иш характеристикаси, тирсақли валнинг айланишлар частотаси ва двигател юкламаси.

Ёнилгининг физикавий ва кимёвий хоссалари. Алангаланишнинг кечикиш давриға ёнилгининг кимевий таркиби катта таъсир кўрсатади. Ёнилги таркибида парафин углеводородлари канча кўп бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври шунчалик кичик бўлади, натижада ёниш жараёнининг равои кетиши учун қулай шароит ҳосил бўлади.

Ёнилгининг физик хоссаларидан унинг ковушқоқлиги, сирт таранглиги ва бўғланувчанлиги ёниш жараёниға катта таъсир кўрсатади. Алангаланишнинг кечикиш даврини ёнилгининг цетан сонига боғлиқ бўлган ўз-ўзидан алангаланиш температурасини пасайтириш билан камайтириш мумкин. Ёнилгининг цетан сони канча катта бўлса, алангаланиш температураси шунча кичик бўлади ва демак, алангаланишнинг кечикиш даври ҳам кичик бўлади.

Сиқилган ҳавонинг босими ва температураси. Сиқилган ҳаво температурасининг ошиши ёниш жараёниға ижобий таъсир қилади, чунки ёнилгини пуркаш пайтида ҳавонинг

температураси катта бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври кичиради. Дизелларнинг сикиш даражаси ошганда, двигател бутун юкламаларда ишлаганда цилиндрга кираётган ҳавонинг температураси юкори бўлади. Натижада ёнишнинг шиддатлилиги камаяди.

Ёниш камерасида ҳавонинг уярма ҳаракати. Сикиш жараёни охирида ёниш камерасидаги ҳавонинг ҳаракати ёниш жараёнига катта таъсир кўрсатади. Агар ҳавога маълум йўналишда ҳаракат берилмаса, ёниш жараёнини бошқариш мумкин эмас. Ёнилгининг самарали ёниши учун ҳавонинг уярма ҳаракатини вужудга келтириш ва ёниш камерасининг бутун ҳажми бўйлаб бир текис ёнувчи аралашма ҳосил қилиш керак. Ҳавонинг уярма ҳаракати ёнилғи бугларини кислород билан бўлган зоналарга кўчиришга ва ёниш маҳсулотларини реакция рўй бераётган зоналардан чиқариб юборишга ёрдам беради. Шунинг учун дизелларда киритиш ва сикиш жараёнида ҳавонинг уярма ҳаракатини ҳосил қиладиган ёниш камерасининг ҳар хил турлари ва махсус қурилмалар қўлланилади.

Ёнилғи бериш аппаратлари. Ҳозирги замон тезкорар дизелларда турли конструкцияли ёнилғи бериш аппаратлари шиддатланоқда. Ёнилгининг узокқа отилиши, тўзиш сифати ва ёниш камерасининг бутун ҳажмига текис таксимланиши бу аппаратлар конструкциясига боғлиқ. Ёниш жараёнига ёнилғи пурқанишнинг давом этиш вақти ҳам таъсир қилади ва у ўз навбатида ёнилғи бериш аппаратининг тузилишига боғлиқ.

Ёниш камераси. Ёниш камерасининг тузилиши турли дизелларда ёнувчи аралашма тайёрлаш ҳамда ёниш жараёниларига таъсир кўрсатадиган асосий омиллардан биридир. Дизелларда икки хил: ажратилмаган (бир бўшлиқли) ва ажратилган ёниш камералари қўлланилади.

Ажратилмаган камераларда бир жинсли ёнувчи аралашма ҳосил қилиш жуда мураккаб, шу сабабли бундай камераларда ёниш жараёни шиддатли кечади. Аксинча, ажратилган камераларда бир жинсли аралашма ҳосил қилиш анча осон, чунки бу камераларда ҳавонинг ҳаракат тезлиги 150... 280 м/с га тенг. Натижада ёниш жараёнининг шиддати анча пасаяди. Бу осон ажратилган камераларнинг асосий афзаллигидир.

Ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги. Ҳар бир двигател учун ёнилғи пуркай бошлашнинг оптимал илгарилаш бурчаги бўлиб, у тажрибалар асосида танланади. Ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги катта бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври ортади, чунки бу даврда цилиндрдаги ёнувчи аралашманинг температураси ва босими паст бўлади. Натижада ёнишнинг асосий — тез ёниш фазаси бошлангунча цилиндр ичида кўп миқдорда ёнилғи буғланади ва бирданига алангаланади, бу эса ёниш жараёнининг шиддатли ўтишига олиб келади. Бундан ташқари, энг юқори босимга поршен ю. ч. н. га келганда эришилади. Бундай шароитда ёниш жараёни самарали бўлмайди.

Ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги кичик бўлса, ёниш жараёнининг асосий қисми кенгайиш даврида содир бўлади, натижада ёнишнинг умумий даври узайиб кетади. Натижада кенгайиш жараёнида кўп иссиқлик йўқотилганлиги сабабли дизелнинг қуввати, тежамлилиги кескин ёмонлашади, поршен, цилиндр головкаси ва цилиндрнинг ўзи кизиб кетади, ишлатилган газларнинг температураси эса кескин ортади. Шу сабабдан ёнилгини пуркай бошлашнинг энг қулай илгарилаш бурчаги ҳар бир двигател учун тажриба йўли билан танланади. У ёниш камерасининг турига, сиқиш даражасига, ёнилғининг турига, ёнилғи узатувчи аппаратларнинг ишлашига ва тирсакли валнинг айланишлар частотасига боғлиқ. Двигател оптимал илгарилаш бурчакларда ишлаганда энг катта босимга поршен ю. ч. н. дан $8...12^\circ$ ўтгандан кейин эришади ва энг катта қувват ҳамда тежамкорлик таъминланади.

Юклама ва иш аралашмасининг таркиби. Дизелларнинг карбюраторли двигателларга нисбатан афзалликларидан бири шуки, унда иш аралашмаси ёниш камерасининг ҳажми буйлаб нотекис тақсимланиши туфайли, ёниш жараёни ҳаво ортиқлик коэффициентининг катта қийматларида ($a = 5...6$) ҳам содир бўлади. Аммо дизелларда ҳавонинг ортиқлик коэффициентининг ўртача қиймати бирга яқин бўлган ($a = 1$) да ёнилғи тўла ёнмайди. Бу ҳолда ёниш жараёни кескин ёмонлашади, ишлатилган газлардаги тутун миқдори кўпаяди, двигателнинг тежамлилиги кескин пасаяди ва у кизиб кетади. Дизел энг катта қувватга a нинг энг кичик қийматларида

иришади. α нинг энг кичик киймати бир катор омилларга боғлиқ бўлиб, тўрт тактли автомобил дизелларида 1,25... 1,4 га тенг ва у тутун чиқариб ишлаш чегараси билан белгиланади.

Пуркалаётган ёнилғи миқдорини ўзгартириш билан дизелларнинг юкламаси ўзгартирилади. Юклама камайганда камеранинг ортиклик коэффиценти ортади, чунки ёниш камерасига кам ёнилғи пуркалади. Дизелларда иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш ва индикатор фойдали иш коэффицентини ошириш учун юклама камайганда ($n = \text{const}$) ёниш пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини озрок камаййтириш керак. Бу вазифани насос плунжери орқали амалга оширилади. Бунда ёнилғи юқори температурали зарядга пуркилади ва алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради. Натижада ёниш жараёни ю. ч. н. атрофида тутайди.

Айланишлар частотаси. Дизелларда айланишлар частотаси ўзгариши билан ёниш жараёнининг давом этиш вақти ўзгармай қолгани катта аҳамиятга эга. Бу масала ҳал қилинганлиги сабабли ҳозирги вақтда тўрт тактли автомобил дизелларининг айланишлар частотаси 4500... 5000 айл/мин га етказилди. Демак ёниш жараёнини шундай ташкил қилиш керакки, айланишлар частотаси ортганда ёнишнинг иккала фазаси (θ_1 ва θ_{11}) имкони борича камайиши керак.

Дизелларда айланишлар частотаси ортса, ёниш ва ёнилғи арилишмасини тайёрлаш жараёнлари бирмунча тезлашади. Масалан, алангаланишнинг кечикиш даври θ_1 камаяди, бунга ёниш камерасидаги ҳаво уюрма ҳаракатининг қучайиши ва ёнилғи пуркаш босимининг ортиши сабаб бўлади. Аксинча, айланишлар частотаси ортиши билан киритиш босими p_a камаяди ва сиқиш жараёнида иссиқлик алмашиниш пароиити ўзгарганлиги туфайли сиқиш охиридаги босим ва температура ҳам бир оз пасаяди. Юқоридаги барча омилларнинг биргаликда таъсири натижасида ёниш жараёнининг умумий давом этиш вақти қисқаради. Шу сабабли айланишлар частотаси ортса, ёниш жараёнининг ю. ч. н. яқинида ўтиши ҳамда иссиқликдан унумли фойдаланиш учун ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини катталаштириш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун ёниш насосининг валига пуркаш бурчагини илгарилаш туфайли ўрнатилади.

5.6. ЦИКЛНИНГ МАКСИМАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВА БОСИМИНИ АНИҚЛАШ

1. Учқун билан ўт олдириладиган двигателда циклнинг максимал температурасини аниқлаш

Карбюраторли двигателларда ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида циклнинг ёниш жараёни энг катта босимгача, яъни $s - z$ нукталари орасида ўзгармас ҳажмда боради (5.12-расм) деб қабул қилинади. Лекин бу даврда ёнилги тўла ёниб тугамайди ва иссиқликнинг бир қисми ёниш камерасининг деворлари орқали совитувчи муҳитга узатилади ҳамда ёниш маҳсулотларининг диссоцияланишига сарф бўлади. Ёниш камерасининг деворлари орқали йўқотиладиган иссиқлик миқдорида ёниш камерасининг шакли катта таъсир кўрсатади. Юзасининг ҳажмига нисбати кичик бўлган ёниш камерасида иссиқлик кам йўқолади. Шу сабабдан ярим сфера, ўтов шаклдаги камералар қулай бўлиб, бунда клапанлар юқорида жойлашганлиги туфайли юзанинг ҳажмига нисбати кичик бўлади.

Карбюраторли двигателларда циклнинг максимал температураси 2400°C гача етиб, ёниш маҳсулотларининг маълум бир қисми молекулаларнинг диссоцияланиши натижасида элементларга парчаланади. Диссоцияланиш вақтида молекулаларнинг парчаланиши учун иссиқлик сарф бўлади. Масалан сув буғи (H_2O) водород ва кислородга парчаланганда иссиқлик ютилади. Аммо кенгайиш жараёнида температура пасайганда иссиқлик ажралиб чиқадиган тескари жараён кузатилади. Лекин бу иссиқлик ютилган иссиқликни қоплай олмайди.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда 1 кг ёнилгининг ёниши учун қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$H'_u = H_u - (Q_{a_k} + Q_{c.m.}),$$

бу ерда: Q_{a_k} – ёнилгининг $s-z$ участкада ёниб тугалланмаганлиги сабабли ажралмай қолган иссиқлик миқдори; $Q_{c.m.}$ – ёниш жараёнида совитиш муҳитига узатилган ва диссоцияланишга кетган умумий иссиқлик миқдори. Демак ёнилги билан киритилган иссиқлик миқдори H_u дан тўла фойдаланилмайди ва унинг бир қисми исроф бўлади. Шу

сизибдан ёниш иссиқликларининг нисбатини $\frac{H'_u}{H_u} = \xi$ деб

белгилаймиз ва бу нисбатни циклда иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти деб атаймиз.

Газларнинг z нуктадаги температурасини аниқлаш учун sz участкада ажралиб чиққан иссиқликнинг ҳаммаси ёниш маҳсулотларининг ички энергиясини ошириш учун сарф бўлади, деб фарз қилинади.

Термодинамиканинг биринчи қонунига мувофиқ қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$H'_u = \xi \cdot H_u = U_z - U_c.$$

Агар ёниш жараёни кислород етишмасдан кетса, яъни $a < 1$ бўлса, ёнилғининг чала ёниши туфайли иссиқликнинг бир қисми ажралиб чиқмайди. Ажралиб чиқмаган иссиқлик микдори қуйидаги ифода орқали топилади:

$$\Delta H_u = 119852 (1 - a) L_0, \text{ кЖ/кг.}$$

Ҳисоблашлар килокалорияда олиб борилганда:

$$\Delta H_u = 28690 (1 - a) L_0, \text{ ккал/кг}$$

бўлади. Натижада тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\xi (H_u - \Delta H_u) = U_z - U_c.$$

Ёниш жараёни охирида z нуктадаги газларнинг ички энергияси:

$$U_z = \mu C_v'' (M_z + M_r) T_z;$$

ёниш жараёни охирида c нуктадаги иш аралашмасининг ички энергияси:

$$U_c = \mu C_v (M_l + M_r) T_c$$

бўлади, бу ерда, $\mu C_v''$, μC_v – ёниш маҳсулотларининг ва иш аралашмасининг ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сифими, мол.

Қолдиқ газларнинг микдори ҳавонинг микдорига нисбатан қам бўлгани учун $\mu C_v = \mu C_{v_x}$ деб қабул қилинади, бу ҳолда юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$\xi (H_u - \Delta H_u) = \mu C_v'' (M_z + M_r) T_z - \mu C_v (M_l + M_r) T_c.$$

Тенгламанинг иккала қисмини $M_l + M_r = M_l (1 + \gamma_{\text{қол}})$ га бўлишимиз, $\mu C_v T_c$ ва $\mu C_v'' T_z$ ларни ички энергия орқали ифодалаб карбюраторли двигател учун ёниш жараёнининг тенгламасини ҳосил қиламиз.

$$\frac{\xi(H_u - \Delta H_u)}{M_1(1 + \gamma_{\text{АВТ}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{АВТ}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{АВТ}}} = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} U_z''.$$

$\frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \mu$ деб белгилаймиз ва у молекуляр ўзгаришнинг

хакикий коэффициентини деб аталади. Бу коэффициент ёниш натижасида газлар молекулалари сонининг ошишини, яъни ҳажм ўзгаришини характерлайди. Натижада ёниш формуласи куйидаги кўринишга келади:

$$\frac{\xi(H_u - \Delta H_u)}{M_1(1 + \gamma_{\text{АВТ}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{АВТ}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{АВТ}}} = \mu U_z''.$$

Карбюраторли двигателлар учун $\mu = 1,06 \dots 1,08$, дизеллар учун эса $\mu = 1,03 \dots 1,06$. $a = 1$ бўлганда $\Delta H_u = 0$ бўлади.

Циклнинг максимал температураси $T = 2500 \dots 2800$ °К, шунинг учун ҳисоблашларда иссиқлик сизимининг температурага боғлиқлиги эътиборга олинади. Лекин ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида ёниш маҳсулотларининг ва турли газлар, ҳавонинг ички энергиясидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Газлар ички энергиясининг қиймати 5.3-жадвалда келтирилган. Температура T_z ни ички энергиянинг ўзгариши орқали аниқлаш VII бобда келтирилган.

2. Дизел циклининг максимал температурасини аниқлаш

Дизел циклининг z нуктадаги T_z температурасини ҳисоблашда ёниш аввал (cz' участкада) ўзгармас ҳажмда, кейин эса (zz' участкада) ўзгармас босимда рўй беради деб фарз қилинади. Дизелларда ҳавонинг ортиклик коэффициентини $a > 1$ бўлгани учун ёниш жараёнида ҳамма вақт ҳаво ортик бўлади. Дизел цикли учун термодинамиканинг биринчи қонуни куйидаги кўринишга эга:

$$\xi H_u = U_z - U_c + L_{zz'}.$$

Берилган α учун 1 кг ёнилгининг ёнишидан ҳосил бўлган ёниш маҳсулотларининг z нуктадаги ички энергияси

$$U_z = (M_2 + M_r) U_z''$$

га тенг,

бу ерда; U_z'' — 1 кмол ёниш махсулотларининг ички энергияси; c нуктадаги ички энергия ҳавонинг ва қолдиқ газларнинг ички энергиясидан ташкил топган, яъни:

$$U_c = M_l U_c + M_r U_c'' = \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}},$$

бу ерда U_c - 1 кмол янги заряднинг ички энергияси.

Кенгайиш жараёнида бажарилган иш қуйидагича аниқланади:

$$L_{\text{ж}} = 8314 [(M_2 + M_r) T_z - \lambda(M_l + M_r) T_c].$$

Дизелда ёниш жараёнининг тенгламаси:

$$\xi H_u = (M_2 - M_r) U_z'' - (M_l + M_r) U_c + 8314 [(M_2 + M_r) T_z - \lambda(M_l + M_r) T_c].$$

Тенгламанинг ҳамма ҳадларини $M_l + M_r = M_l (1 + \gamma_{\text{кол}})$ га бўлиб, $\frac{M_2 + M_r}{M_l + M_r} = \mu$ эканлигини ҳисобга олиб ва маълум

қийматларни чап томонга ўтказиб қуйидагини оламиз:

$$\frac{\xi H_u}{M_l (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 8314 \lambda T_c = \mu \chi U_z'' + 8314 T_z.]$$

Эски бирликларда ёниш жараёнининг тенгламаси.

$$\frac{\xi H_u}{M_l (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 1,985 \lambda T_c = \mu \chi U_z'' + 1,985 T_z.]$$

Дизел учун босимнинг ёниш жараёнидаги кўтарилиш даражаси:

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = 1,4 - 2,2 \text{ бўлади. } \lambda \text{ нинг катта қиймати ажратилмаган,}$$

кичик қиймати эса ажратилган ёниш камерали дизеллар учун олинади.

3. Ёниш жараёнининг энг катта босимини аниқлаш

Юқорида янги заряд учун c нуктадаги, ёниш махсулотлари учун эса z нуктадаги ҳолат учун характеристик тенгламалар ёзилган эди.

Ушбу тенгламалардан фойдаланиб, карбюраторли двигател учун циклнинг максимал босими қуйидагича аниқланади

$$p_z = \mu \varphi_c T_z / T_c.$$

Циклнинг ҳақиқий максимал босими тажрибӣ натижаларига кўра қуйидагича топилади:

$$p_{z_1} \approx 0,85 p_z.$$

Дизелларда, яъни иссиқлик аралаш усулида бериладиган цикл учун

$$\frac{p_z}{p_c} = \lambda$$

деб белгиланган эди. Бу ҳолда циклнинг энг катта босими қуйидагича топилади: $p_z = \lambda p_c$. Дастлабки кенгайиш даражаси

$$\rho = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c}$$

бўлади. Қуйидаги жадвалда ҳар хил двигателлар

учун ёниш жараёнининг параметрлари келтирилган:

5.3-жадвал

Параметрлар	Дизел		Карбюраторли двигател	Газ двигател
	Ажратил- маган камерали	Ажратил- ган камерали		
$T_z, ^\circ K$	1800-2200	1700-2000	2500-2850	2200-2500
$p_z, \text{МПа}$	7,5-12,5	5,5-7,5	3,0-5,0	2,5-4,5
λ	1,7-2,1	1,4-1,7	3,8-4,2	3,5-4,0
ρ	1,4-1,8	1,3-1,7	1	1
ξ_z	0,7-0,82	0,6-0,75	0,8-0,9	0,80-0,85
α	1,2-1,5	1,2-1,3	0,8-0,9	0,95-1,1
$dp/(d\varphi)_{\max},$ МПа/град	1,2 гача	0,25-0,4	0,15-0,25	0,2-0,3

5.7. КЕНГАЙИШ ЖАРАЁНИ

Ички ёнув двигателларида ёнган иш аралашмасининг кенгайиши натижасида иссиқлик энергияси механик энергияга айланиб, фойдали иш бажарилади. Ҳақиқий циклда ёниш маҳсулотлари юқори температурада кенгайгани учун иссиқликнинг бир қисми ташки муҳитга цилиндрнинг головки, деворлари ва поршеннинг туби орқали узатилади.

Натижада ёниш маҳсулотларининг температураси пасаяди. Ёниш жараёнини z нуктада тугаллашнинг иложи бўлмагани учун кенгайиш жараёнида ҳам иссиқлик ажралиши давом этади. Демак кенгайиш жараёнида иссиқлик алмашинуви мураккаб характерга эга бўлиб, бу жараённинг ўзгарувчан политропа кўрсаткичини аниқлаш қийин. Лекин ҳисобларни соддалаштириш мақсадида кенгайиш жараёни политропанинг ўртача n_2 кўрсаткичи бўйича содир бўлади деб қабул қилинади. У ҳолда кенгайиш жараёни z нуктадан (5.23-расм) бошланади деб фараз қилиб, политропа тенгламаси бўйича кенгайиш охиридаги (b нукта) босим ва температурани қуйидагича аниқланади:

$$p_b = p_z \left(\frac{V_z}{V_b} \right)^{n_2}.$$

Дизел учун z нукта ю. ч. н. га нисбатан $z^1 z$ масофага сурилган бўлади. Шу сабабли $V_z/V_b = \delta$ ни сўнгги кенгайиш даражаси дейилади. Бу ҳолда дизеллар учун кенгайиш охиридаги босим қуйидагича аниқланади:

$$p_b = p_z \frac{1}{\delta^{n_2}}.$$

Карбюраторли двигателларда

$$\frac{V_b}{V_i} = \frac{V_a}{V_c} = \varepsilon = \delta \quad \text{бўлгани учун}$$

$$p_b = \frac{p_z}{\varepsilon^{n_2}}. \quad \text{Дизеллар учун кенгайиш}$$

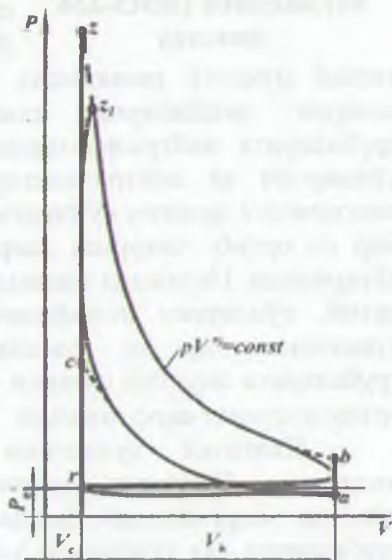
жараёни охиридаги температура:

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}.$$

Карбюраторли двигателлар учун эса

$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_2-1}},$$

бу ерда n_2 – политропанинг ўртача кўрсаткичи ва у тажриба асосида топиланади. 5.24-расмда n_2 нинг

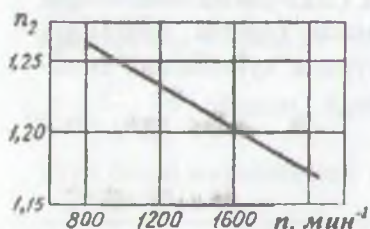


5.23-расм. Кенгайиш жараёнининг диаграммаси

қиймати ЯМЗ-238 дизели учун кўрсатилган. Двигателлар учун кенгайиш охиридаги босим ва температуранинг ҳамда n_2 қийматлари 5.4 жадвалда келтирилган:

5.4-жадвал

	n_2	p_b , бар	T_b , °К	p_b , МПа
Дизел	1,18... 1,23	2...6,0	800... 1200	0,23... 0,6
Карбюраторли двигател	1,23... 1,30	4...6	1400... 1700	0,4... 0,6



5.24-расм. n_2 нинг айланишлар частотасига боғлиқлиги (ЯМЗ-238 дизели)

Кенгайиш жараёнидан сўнг чиқариш жараёни содир бўлади. Чиқариш клапани очилиши билан ишлатилган газлар двигател цилиндридан катта тезликда чиқа бошлайди ва натижада, каттик шовкин ҳосил бўлади. Шовкинни камайтириш учун чиқариш трубаларига шовкин сўндиргич ўрнатилади. Ишлатилган газлар сўндиргичдан ўтаётганда кенгайиб, ўз тезлигини анча йўқотади ва ташқи муҳитга шовкинсиз чиқади. Ёниш маҳсулотларидаги захарли моддаларни камайтириш мақсадида чиқариш трубаларига нейтрализаторлар ўрнатилади. Бу ҳолда шовкин сўндиргич ва нейтрализатор биргаликда ясалади. Чиқариш системасига шовкин сўндиргич ўрнатилганда, унинг қаршилиги бир оз ортиб, чиқариш даврида цилиндр ичидаги босим (p_z) кўтарилади. Натижада цилиндрдаги қолдиқ газларнинг миқдори ортиб, тўлдириш коэффициенти камаяди. Бу эса двигател қувватини бир оз пасайишига олиб келади. Чиқариш трубаларига акустик шовкин сўндиргич ўрнатилганда двигател ортикча қувват сарфламайди.

Двигател қувватини ошириш усулларида бири наддувдир. Қувватни ошириш учун ишлатилган газларнинг кинетик энергиясидан фойдаланилади. Бунинг учун чиқариш трубаларига газ турбинаси уланади. Двигател цилиндрларидан чиқаётган ишлатилган газлар турбина куракчаларини ҳаракатга келтиради. Турбина ўз навбатида компрессорни ҳаракатга келтиради ва цилиндрга босим остида ҳаво ҳайдалади. Чиқариш

трубиаларига газ билан айлантириладиган турбина ўрнатиш чикариш системасининг қаршилигини бир оз ортишига олиб келади, лекин бунга сарфланган қувват наддувдан олинадиган фойдидан жуда кичикдир. Наддув оркали двигател қувватини 70% гача ошириш мумкин.



ЦИКЛНИНГ ЎРТАЧА БОСИМИ, ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИ ВА ТЕЖАМЛИЛИГИ

6.1. ЦИКЛНИНГ ЎРТАЧА ИНДИКАТОР БОСИМИ

6.1.1. Карбюраторли двигател

Тўрт тактли карбюраторли двигателнинг бажарган иши ҳақиқий циклнинг индикатор диаграммасидаги $a_1fkz_1lb_1a_1$ юза билан аникланади (6.1-расм, а).

Двигателнинг ҳақиқий индикатор диаграммаси ёзиб олинмаган бўлса, у циклнинг индикатор иши L_{ix} ни ҳисоблаш билан қўрилган киррали диаграммадаги $aczba$ юза орқали аникланади. Бу ҳолда циклнинг L_i индикатор иши кенгайишда бажарилган L_{zb} иш билан сиқишда бажарилган L_{ac} ишнинг айирмасига тенг бўлади, яъни:

$$L_i = L_{zb} - L_{ac}.$$

Кенгайиш жараёнида

бажарилган иш қуйидагича аникланади:

$$L_{zb} = \frac{\lambda p_c V_c}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right), \text{ бу ерда}$$

$$\lambda p_c = p_i \text{ ва } \frac{V_i}{V_b} = \frac{1}{\varepsilon}.$$

Сиқиш жараёнида бажарилган иш

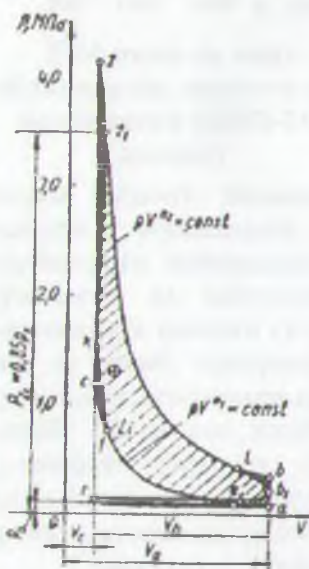
$$\text{эса: } L_{ac} = \frac{p_c V_c}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right), \text{ бўлади,}$$

$$\text{бу ерда } \frac{V_c}{V_a} = \frac{1}{\varepsilon}.$$

У ҳолда циклнинг

ҳисобланган индикатор иши:

$$p_{ix} = p_c V_c \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right]$$



6.1-расм. Карбюраторли двигателнинг ҳақиқий ва ҳисобланган индикатор диаграммалари

бўлади.

Цилиндрнинг V_h иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган қиррали диаграмманинг солиштирма иши ўртача индикатор босим деб аталади ва у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$p_{ix} = \frac{L_{ix}}{V_h}, \text{ Нм/м}^3 \text{ ёки } p_{ix} = \frac{L_{ix}}{V_h} \cdot 10^{-6}, \text{ МПа.}$$

Агар карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси ёшиб олинган бўлса, у ҳолда циклниң ўртача индикатор босими p_i қуйидагича топилади (6.2-расм):

$$p_i = \frac{L_i}{V_h}$$

Циклниң ўртача индикатор босими шартли доимий тисир кўрсатувчи ортиқча босимни ифодалайди. Бундай босимда поршен бир марта ўз йўлини босиб ўтганда газларнинг бажарган иши циклниң индикатор ишига тенг.

Ўртача индикатор босимни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$p_{ix} = p_a \frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(-1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

6.1.2. Дизел

Дизел учун ҳақиқий ($a_1c_1c_2z_2/b_1a_1$) ва ҳисоблаш йўли билан қурилган индикатор диаграммалар (acz_1zba) 6.3-расмда кўрсатилган. Циклниң ҳисобланган индикатор иши қуйидагича аниқланади:

$$L_{ix} = L_z I_z + L_{zb} - L_{ac}.$$

Бу ерда бирламчи кенгайишда бажарилган иш:

$$L_{z_1z_2} = p_z \cdot V_z - p_{z_1} V_{z_1} = \lambda p_c \cdot V_c (\rho - 1) \text{ бўлади.}$$

Сўнгги кенгайишда бажарилган иш эса:

$$L_{zb} = p_c V_c \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right).$$

Дизел ва карбюраторли двигателларнинг цикларидаги екинчи жараёни ўзаро фарк қилмагани учун сиқиш жараёнида

бажарилган иш ҳам карбюраторли двигателдагидек аниқланади, яъни:

$$L_{ac} = \frac{p_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right),$$

бу ҳолда дизел учун ҳисобланган ўртача индикатор босим қуйидагича бўлади:

$$p_{ix} = p_a \frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

6.1.3. Ёзиб олинган диаграмма бўйича ўртача индикатор босимни аниқлаш

Ҳақиқий циклнинг индикатор диаграммаси босим индикатори ёрдамида фотоқоғозга ёзиб олинади. Бу диаграмма бўйича планиметр орқали аниқланган индикатор иш L_i ҳисоблаб топилган L_{ix} ишдан бир оз кичик бўлади, яъни X шаклида штрихланган юзага мос келадиган иш миқдори кичикдир (6.2-6.3-расмлар). Демак $L_i = \varphi_T L_{ix}$ бўлади, бу ерда φ_T — диаграмманинг тўлалик коэффициенти. Тўрт тактли двигателлар учун $\varphi_T = 0.92 \dots 0.97$ га тенг. φ_T нинг кичик қиймати дизеллар учун, кагга қиймати эса карбюраторли двигателлар учун олинади. Тўрт тактли двигателнинг ҳақиқий цикли учун ўртача индикатор босимни индикатор иш каби аниқлаш мумкин:

$$p_i = \varphi_T p_{ix}.$$

Наддувсиз тўрт тактли двигателларда газ алмашувига b_1rab_1 юзага тенг $L_{газ}$ иш сарфланади (6.4-расм). Газ алмашув жараёнининг ўртача босими қуйидагича ҳисобланади:

$$p_{газ} = \frac{L_{газ}}{V_h} \cdot 10^{-6}, \text{ МПа};$$

бу ерда $p_{газ}$ — Нм, V_h — м³ да ифодаланган.

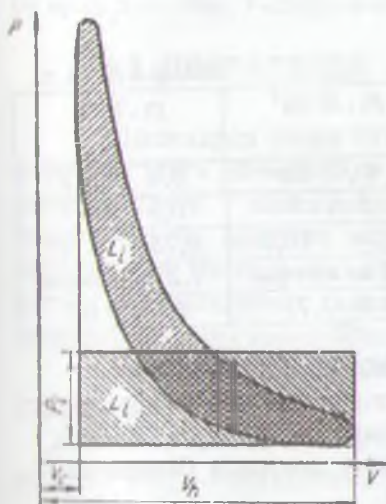
Наддув бўлмаганда $p_{газ}$ нинг қийматини қуйидаги ифодадан тахминий ҳисоблаш мумкин:

$$p_{газ} = p_r \cdot p_a.$$

Икки тактли двигателнинг ўртача индикатор босими қуйидагича аниқланади:

$$p_{ix} = \frac{L_{ix}}{V_h}$$

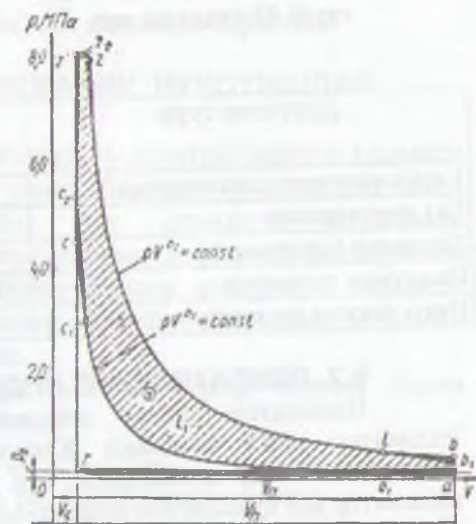
Ҳақиқий циклниң ўртача индикатор босими p_i эса йўқотилган ҳажмнинг улуши ψ ни ва диаграмманиң тўлалик коэффициенти φ_T ни ҳисобга олиб, умумий ҳажм V_h га нисбатан қуйидагича аниқланади: $p_i = \varphi_T \cdot p_{ix} \cdot (1 - \psi)$. Икки тактли дизелларда: $\varphi_T = 0,94 \dots 1,0$ га тенг. Турли двигателларнинг ўртача индикатор босими 6.1-жадвалда келтирилган.



6.2-расм. Ҳақиқий циклниң индикатор босимини аниқлаш

Бу қийматлар двигател тўла юклама билан ишлаганда олинган.

Двигателларда юклама камайиши билан ўртача индикатор босим p_i ҳам камаяди ва унинг энг кичик қиймати двигателнинг салт ишлашига тўғри келади. Бу ҳолда ёнишдан ҳосил бўлган индикатор босим ишқаланишга, газ алмашувига ва ёрдамчи механизмларни ҳаракатга келтиришга сарф бўлади, яъни $p_i = p_m$ бўлади.



6.3-расм. Двигателнинг ҳақиқий ва ҳисобланган индикатор диаграммалари



6.4-расм. Тўрт тактли
двигателда газ алмашишга
сарф бўладиган иш

6.1-жа д в а л.

Двигател тури	p_i , кг/см^2	p_i , МПа
Карбюраторли двигателлар	8 ... 12	0,8 ... 1,2
Газ двигателлар	5 ... 7	0,5 ... 0,7
Дизеллар (наддувсиз)	7,5 ... 10,5	0,75 ... 1,05
Наддувли дизеллар	12 ва юқори	1,2 ва юқори
Икки тактли дизеллар	5 ... 7	0,5 ... 0,7

6.2. ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ҚУВВАТИ

Индикатор қувват деб вақт бирлигида бажарилган индикатор ишга айтилади. Юқоридаги ифодаларга биноан, двигателнинг бир цилиндрида бир цикл давомида бажарилган индикатор иш қуйидагича аниқланади:

$$L_i = p_i V_h$$

Двигателда бир секунд давомида бажариладиган иш циклларининг сони $\frac{2n}{\tau}$ га тенг.

Бир цилиндрдан олинadиган индикатор қувват қуйидагига тенг:

$$N_{i_n} = \frac{2n}{\tau} p_i V_h, \text{ Вт,}$$

i та цилиндрга эга бўлган двигателнинг индикатор қуввати

$$N_i = \frac{2}{\tau} p_i V_h n i, \text{ Вт.}$$

бу ерда: $2n$ — поршеннинг бир секунддаги юриш сони;

τ — двигател такти;

p_i — ўртача индикатор босим, Н/м^2 ;

V_h — цилиндрнинг иш ҳажми, м^3 ;

n — тирсакли валнинг бир секунддаги айланишлар частотаси.

Индикатор қувват кВт ларда қуйидагича ифодаланади:

$$N_i = \frac{p_i \cdot V_h \cdot i \cdot n}{300 \tau},$$

бу ерда p_i — бар, V -литр, n -айл/мин ҳисобида берилган.

6.3. ДВИГАТЕЛДА МЕХАНИК ЙЎҚОТИШЛАР

Цилиндрда ҳосил бўладиган индикатор ишнинг ҳаммаси фойдали ишга айланмайди, унинг бир қисми двигател жуфт деталларидаги ишқаланишга, газ алмашув жараёнини бажаришга ва ёрдамчи механизмларни ҳаракатга келтиришга сарфланади. Ишқаланиш цилиндр-поршен ҳалқалари; тирсакли вал — подшипниклар; тақсимлаш вали-подшипниклар ва бошқа жуфтлар орасида ҳосил бўлади.

Механик йўқотишлар қуввати исроф бўлган барча қувватлар йиғиндисига тенг, яъни:

$$N_m = N_{\text{ишк}} + N_{\text{е.м}} + N_{\text{газ}}$$

бу ерда: $N_{\text{ишк}}$ — ишқаланишга сарфланадиган қувват;

$N_{\text{е.м}}$ — ёрдамчи механизмлар (сув ва мой насослари, ҳаво ҳайдагич, генератор) ни ҳаракатлантиришга сарфланадиган қувват;

$N_{\text{газ}}$ — янги зарядни киритишга ва ишлатилган газларни чиқаришга сарфланадиган қувват.

Икки ва тўрт тактли наддувли двигателларда компрессорни ҳаракатга келтириш учун қўшимча қувват сарфланади.

Бу ҳолда: $N_m = N_{\text{ишк}} + N_{\text{е.м}} + N_{\text{газ}} + N_k$ бўлади,

бу ерда N_k — компрессорни ҳаракатга келтириш учун сарфланадиган қувват, бу қувват двигателнинг тирсакли вали компрессор билан механик боғлиқ бўлса, ҳисобга олинади.

Механик йўқотишлар қуввати N_m ни қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$N_m = \frac{p_m \cdot V_h \cdot n \cdot i}{300 \tau},$$

бу ерда p_m — механик йўқотишларнинг ўртача босими, бар.

Механик йўқотишларнинг ўртача босимини механик йўқотишлар қуввати каби қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$p_m = p_{\text{ишк}} + p_{\text{е.м}} + p_{\text{газ}} + p_k.$$

$p_{\text{ишк}}$, $p_{\text{е.м}}$, $p_{\text{газ}}$, p_k — ишқаланишга, ёрдамчи механизмларни ҳаракатга келтиришга, газлар алмашувига ва компрессорни ҳаракатга келтиришга сарфланадиган ўртача индикатор босимнинг улушлари.

Тўрт тактли наддувсиз двигателларда механик йўқотишларнинг 70% асосан, жуфтлар орасидаги ишқаланишларга сарф бўлади.

Механик йўқотишлар қуввати двигателнинг тури, цилиндр диаметри, поршен йўли, тезлик, юклама ва иш шароитларига боғлиқ.

Бир қатор двигателлар учун механик йўқотишлар ўртача босими p_m нинг айланишлар частотасига боғлиқлик графиклари 6.5-расмда келтирилган. Графиклардан кўриниб турибдики, бир хил айланишлар частотаси n да дизелларда p_m карбюраторли двигателларга нисбатан катта. Бундан ташқари, юк автомобиллари двигателларидаги p_m енгил автомобиллар двигателларидагига нисбатан катта бўлади.

Тўрт тактли компрессорсиз двигателлар учун механик йўқотишларнинг ўртача босимини қуйидаги эмпирик формула орқали аниқлаш мумкин:

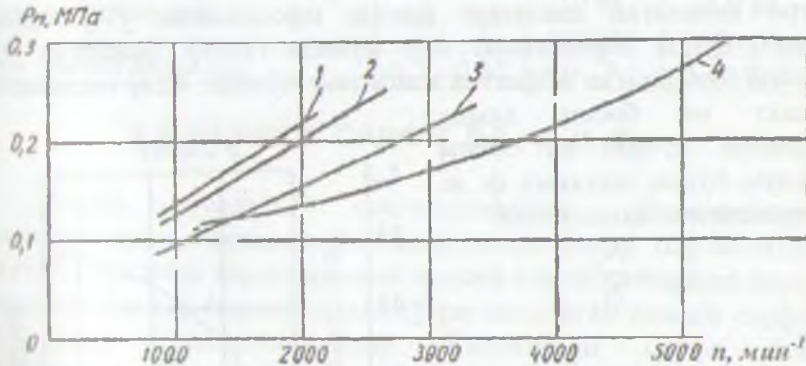
$$p_m = a + b V_n;$$

бу ерда a ва b двигателнинг турига боғлиқ бўлган ўзгармас коэффициентлар бўлиб, уларнинг қийматлари қуйида келтирилган. V_n - поршеннинг ўртача ҳаракатланиш тезлиги, м/с.

6.2-жадвал

Двигател тури	<i>a</i>	<i>b</i>
Карбюраторли двигател:		
$S/D > 1$	0,50	0,155
$S/D < 1$	0,40	0,135
Дизел:		
а) ажратилмаган ёниш камерали	1,03	0,12
б) ажратилган ёниш камерали	1,05	0,138

Дизелларда p_m ёниш камерасининг турига ҳам боғлиқ. Ажратилган ёниш камерали дизелларда қаршиликлар катта бўлгани учун p_m ҳам катта бўлади. Дизелларда ёнилғи узатиш аппарати ишқаланиш жуфтларининг сони, двигателнинг техник ҳолати (цилиндрлар блокида ва головкасида накип борлиги, цилиндр қобирғаларида чангнинг бўлиши), совитувчи сув ва



6.5-расм. Механик йўқотишлар ўртача босими p_m нинг айланишлар частотасига боғлиқлиги:
1 — ЯМЗ-238 дизели; 2 — ЯМЗ-740 дизели; 3 — ЗИЛ-130 двигатели; 4 — Москвич-412 двигатели

майнинг температураси ҳам механик йўқотишларнинг ўртача босимига таъсир кўрсатади. Шу сабабли двигателнинг нормал

ишлаши учун талаб қилинадиган совитувчи сув ва мой температураси техник шартларда кўрсатилади.

6.4. ЭФФЕКТИВ ҚУВВАТ ВА МЕХАНИК Ф. И. К.

Двигателнинг эффектив куввати N_e деб, тирсакли валдан олинадиган ва иш машинаси (автомобил, трактор) ни ҳаракатга келтириш учун сарфланадиган кувватга айтилади.

Агар индикатор кувват ва механик йўқотишларга сарфланадиган кувват маълум бўлса, эффектив кувват қуйидагича ҳисобланади:

$$N_e = N_i - N_m$$

ёки ўртача эффектив босим:

$$p_e = p_i - p_m$$

Агар p_e маълум бўлса, эффектив кувватнинг қиймати қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30 \tau}, \text{ кВт}$$

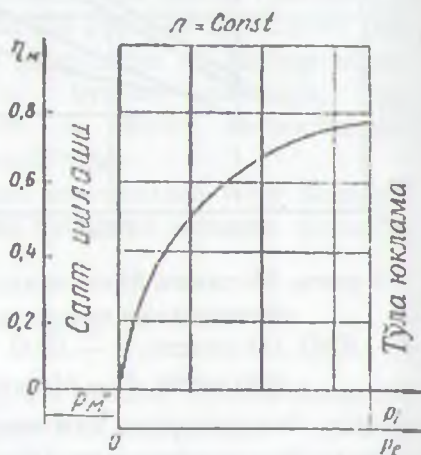
p_e — эффектив босим, цилиндрнинг ҳажм бирлигига тўғри келадиган циклниң ишини ифодалайди, у ўзгармас бўлиб, бунда поршеннинг бир йўлида газлар бажарган иш циклда бажарилган эффектив ишга тенг бўлади. Агар индикатор кувват ва босим ҳамда эффектив кувват ва босим маълум бўлса, механик ф. и. к. қуйидагича аниқланади:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

ёки

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i}$$

Механик ф. и. к. двигател юкласига боғлиқ бўлиб, юклама ошган сари η_m нинг қиймати катталашади, чунки иссиқликнинг кўп



6.6-расм. Механик ф. и. к. η_m нинг юкламага боғлиқлиги

қисми эффектив ишга айланади. Ушбу боғланиш 6.6-расмда кўрсатилган. p_e босим двигателга берилган юкламани кўрсатади. Юкорида айтганимиздек, двигател салт ишлаганда $p_1 = p_m$ ва N_e , p_m , $\eta_m = 0$ бўлади. Юклама ошган сари механик ф. и. к. катталашиб, двигателнинг тўлик юкламасида ўзининг энг каттга кийматига эришади.

Эффектив қувват ва механик йўқотишлар, двигателни тормозлаш стендида синаш йўли билан аниқланади, сўнгра механик ф. и. к. топилади.

6.3-жадвалда номинал режимда ишлаётган турли двигателлар учун ўртача эффектив босим ва механик ф. и. к. нинг кийматлари келтирилган.

6.3- жадвал.

Двигател тури	η_m	p_e , бар	p_e , МПа
Карбюраторли двигателлар	0,7...0,85	7,5...9,5	0,75...0,95
Дизеллар (наддувсиз)	0,7...0,82	6,0...8,5	0,6...0,85
Наддувли дизеллар	0,8...0,9	10 ва юкори	1,0 ва юкори
Икки тактли дизеллар	0,7...0,85	4,0...7,5	0,4...0,75

6.5. ЁНИЛҒИ САРФИ ВА Ф. И. К.

Барча турдаги двигателларнинг афзалликлари ёнилғининг солиштира сарфи билан таққосланади. Шу сабабли двигател сифатини характерловчи асосий кўрсаткичлардан бири қувват ёки тезлик бирликларига тўғри келадиган ёнилғи сарфи ёки унинг тежамлилигидир. Ёнилғининг сарфи ёки тежамлилиги двигателни стендда синаш вақтида маълум вақт оралиғида сарф бўлган ёнилғи миқдори билан ўлчанади.

Двигателни синаш маълум тезлик ёки юклама режимларида олиб борилади (яъни, $p_e = const$ ёки $n = const$). Ўлчаншлар натижасида бир соат мобайнида сарф бўлган ёнилғи миқдори G_e топилади.

$$G_e = \frac{\Delta q}{\tau} \cdot 3,6, \text{ кг/соат};$$

бу ерда Δq - ўлчанаётган ёнилги миқдори, г; τ - сарф вақти, с.

Двигателнинг тежамлилиги ёнилгининг солиштирма сарфи билан характерланади ва у 1 кВт ёки 1 о. к. қувватга бир соатда сарф бўлган ёнилгининг граммлардаги миқдори билан белгиланади. Ёнилгининг солиштирма сарфини аниқлаш учун двигателнинг қуввати маълум бўлиши шарт. У ҳолда ёнилгининг солиштирма индикатор сарфи қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$q_i = \frac{G_y}{N_i} \cdot 10^3, \quad \text{г/(кВт·соат)}.$$

Ёнилгининг солиштирма эффектив сарфи:

$$q_e = \frac{G_e}{N_e} \cdot 10^3, \quad \text{г/(кВт·соат)}.$$

Механик ф. и. к. маълум бўлса, q_e ни қуйидаги ифода орқали ҳам топиш мумкин:

$$q_e = \frac{G_e}{\eta_m}, \quad \text{г/(кВт·соат)}.$$

Ҳақиқий циклларда ёнилгининг ёниши натижасида ажралиб чиққан иссиқликдан фойдаланиш даражаси индикатор ф. и. к. η_i орқали баҳоланади ва у ёнилгининг солиштирма индикатор сарфи маълум бўлса, қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\eta_i = \frac{3600}{H_u \cdot q_i},$$

бу ерда: 3600 кЖ/кВт — кўчириш коэффициенти; H_u МЖ/кг да ва q_i г/(кВт · соат) да ифодаланган.

Индикатор ф. и. к. η_i нинг киймати термик ф. и. к. нинг кийматидан доимо кичик бўлади, чунки циклнинг номукамаллиги натижасида қўшимча йўқотишлар ҳосил бўлади. Бу фарк нисбий ф. и. к. η_n орқали ифодланади.

$$\eta_n = \frac{\eta_i}{\eta_t} < 1.$$

Бу ифодадан кўриниб турибдики, циклда иссиқликдан фойдаланиш қанчалик мукамал ташкил қилинган бўлса, η_n бирга шунчалик яқинлашади, яъни ҳақиқий цикл назарий циклга яқинлашади. Бу жиҳатдан дизеллар карбюраторли двигателларга нисбатан бир мунча афзалликларга эга.

Эффектив ишга айланган иссиқликнинг улуши эффектив ф. и. к. орқали белгиланади. У ҳам юқоридаги ифодалар каби аниқланади:

$$\eta_e = \frac{3600}{H_u q_e}.$$

Агар η_i ва η_m маълум бўлса, η_e қуйидагича ҳисобланади:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m.$$

Номинал режимда ишлаётганда автомобил двигателлари учун ёнилғининг солиштирма сарфи, индикатор ва эффектив ф. и. к. ларнинг қиймати 6.4-жадвалда келтирилган.

6.4-жадвал

Двигател турлари	Ёнилғининг солиштирма сарфи				η_i	η_e
	г(кВт. соат)	г(о.к. соат)	г(кВт. соат)	г(о.к. соат)		
	q_i	q_l	q_e	q_o		
Карбюраторли	245—	180—	330—	220—	0,28—	0,25—
	300	220	325	260	0,35	0,29
Тезкорар дизеллар	175—	130—	220—	160—	0,42—	0,35—
	205	150	240	180	0,48	0,40
Газ билан ишлайдиган	—	—	—	—	0,28—	0,23—
					0,33	0,26

Циклда иссиқликдан самарали фойдаланиш учун унга таъсир қилувчи омилларни билиб олиш керак. Фақат бу омилларга таъсир қилибгина индикатор ф. и. к. нинг қийматини ошириш мумкин. Бу жиҳатдан, индикатор ф. и. к. ни топиш учун индикатор диаграммадан фойдаланиш қулай, чунки бу ҳолда диаграмма орқали индикатор иш L , осон аниқланади.

Демак, индикатор иш маълум бўлса, η_i ни қуйидаги ифода орқали аниқлаш мумкин: $\eta_i = \frac{L_i}{H_u}$.

Индикатор ишни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$L_i = p_i \cdot V_h.$$

Иш ҳажми V_h ни характеристик тенглама орқали M_i моль янги заряд ва атмосфера шароити p_o ва T_o учун қуйидагича аниқлаймиз:

$$V_h = 8314 \frac{M_i T_o}{p_o \eta_v}.$$

Бу ҳолда L_i қуйидаги кўринишга келади:

$$L_i = 8314 \frac{p_i}{p_o} \cdot \frac{M_i \cdot T_o}{\eta_v}.$$

Демак индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = 8314 \frac{p_i}{p_o} \cdot \frac{M_i}{H_u} \cdot \frac{T_o}{\eta_v}$$

бўлади.

$$M_i = \alpha L_o = \frac{\alpha l_o}{\mu_x} \text{ ва } \mu_x \cdot R = 8314$$

эканлигини ҳисобга олсак юқоридаги ифода қуйидагича ёзилади:

$$\eta_i = 8314 \frac{p_i \alpha \cdot l_o}{R \cdot \mu_x p_o \cdot H_u \cdot \eta_v} = \frac{p_i \alpha \cdot l_o}{H_u \cdot \eta_v \cdot p_o}.$$

Агар p , бар ва H_u МЖ/кг деб олинса, тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_i = \frac{\alpha \cdot l_o \cdot p_i}{10 H_x \cdot \eta_v p_o}.$$

Индикатор ф. и. к. маълум бўлса, ёнилгининг солиштирма индикатор сарфи қуйидагича аниқланади:

$$g_i = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_i} \text{ ёки } g_i = \frac{3600 \rho_o \eta_v}{\alpha l_o p_i}, \text{ г/(кВт.соат)}$$

Наддувли двигател учун $\rho_o = \rho_k$ бўлади.

Ёнилғининг солиштирма эффектив сарфи $g_e = \frac{g_i}{\eta_m}$ ва

ўртача эффектив босими $p_e = p_i \eta_m$ эканлигини ҳисобга олиб ёнилғининг эффектив сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$$g_e = 36000 \frac{\rho_o \eta_v}{\alpha \cdot l_o \cdot p_e}, \text{ г/(кВт соат)}.$$

6.6. ЁНИЛЎНИНГ СОЛИШТИРМА САРФИ ВА ДВИГАТЕЛ ҚУВВАТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Ёнилғининг солиштирма сарфига таъсир қилувчи омиллар

Ёнилғининг солиштирма сарфини аниқлаш формулаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, у янги заряд зичлиги ρ_o га, унинг миқдори αl_o га, тўлдириш коэффициенти η_v га ва ўртача эффектив p_e ёки индикатор p_i босимга боғлиқдир. Бу омилларнинг двигател тежамлилигига таъсирини алоҳида-алоҳида текшириш анча мураккаб, чунки бир омилнинг ўзгариши билан бошқалари ҳам ўзгаради. Бу ўзгаришлар турли двигателларда ҳар хил кечади. Шу сабабли бу омиллар таъсирини юкламалар орқали таҳлил қилиш қулай.

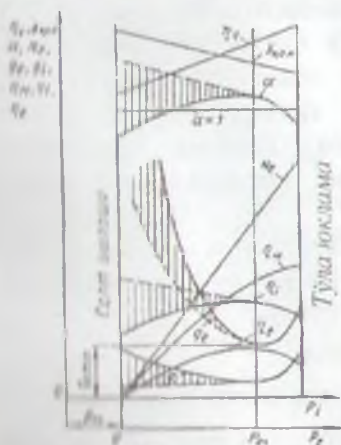
6.7-расмда карбюраторли ва учкун билан ўтказиладиган двигателлар асосий кўрсаткичларининг $n = const$ бўлгандаги юкламага қараб ўзгариш характери кўрсатилган. Двигател салт ишлаганда ўртача эффектив босим p_e ва ф. и. к. $\eta_e = 0$ бўлади, чунки $p_i = p_m$, яъни индикатор иш ишқаланишига, газ алмашушига ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарфланади. Бундан ташқари, тўлдириш коэффициенти η_v энг кичик қийматга эга бўлади. Дроссел-шелонка очила бошлаши билан тўлдириш коэффициенти ҳам

Ұса бошлайди ва дроссел-заслонка тўла очилганда ўзининг энг катта кийматига эришади. Бу вақтда двигател энг катта юклама билан ишлайди, демак, двигателдан энг катта қувватни олиш учун дроссел-заслонка тўла очик бўлиши керак. Юклама камайиши билан қолдиқ газлар коэффициенти $\gamma_{\text{қол}}$ ортади ҳамда ёнилгининг ёниш шароити ёмонлашади. Дроссел-заслонка қия ёпилган шароитда ёнувчи аралашма ёниши учун аралашмани қуюқлаштириш, яъни ёнилгини кўпроқ бериш керак бу эса карбюраторни махсус усулда созлаш орқали амалга оширилади. 6.7-расмдан кўриниб турибдики, двигател кичик юкламаларда ишлаганда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти бирдан кичик ($\alpha < 1$) бўлади. Бу эса карбюраторли двигателларнинг асосий камчиликларидан биридир, чунки бундай шароитда η_v камаяди ва g_e ортиб кетади. Ўрта юкламаларда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти бирдан катта ($\alpha > 1$) бўлади ва двигател тежамли ишлайди. Агар юкламани яна ҳам кўпайтириш керак бўлса, дроссел-заслонкани каттарок очиш керак. Шу вақтда экономайзер ишга тушади, ёнувчи аралашма қуюқлашади ва двигателдан энг катта қувват олинади, лекин тежамлилиқ бир оз ёмонлашади, α эса пасаяди. Юклама p_e ошиши билан механик ф. и. к. нолдан максимумгача ўсади. Эффектив ф. и. к. $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$ эса двигател салт ишлаганда нолга тенг бўлади, юклама ортиши билан у ҳам ортади. η_e максимал кийматга p_{e_1} да эришади. Юкламанинг бундан кейинги оширилиши ёнилғи иссиқлигидан чала фойдаланишга олиб келади, бунда η_i пасаяди ва натижада эффектив ф. и. к. η_e ҳам пасаяди. Ёнилгининг солиштирма эффектив сарфи g_e эффектив ф. и. к. η_e га мос равишда ўзгаради. $\eta_{e \text{ max}}$ бўлганда $g_{e \text{ min}}$ бўлади. Карбюраторли двигателларда юклама камайиши билан η_i ҳам камаяди, бунинг натижасида ёнилгининг солиштирма сарфи g_i ва g_e кескин ошиб кетади. Бу эса двигателларнинг асосий камчилигидир, чунки иш шароитларида (иш вақтининг 70%) дроссел-заслонка чала ёпик ҳолда бўлади. Бунда юклама p_e дан кичик бўлади ва натижада ёнилгининг солиштирма сарфи

ошади. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида карбюраторли двигателларда ҳам дизелдаги каби суюқ аралашмани ($\alpha > 1$) ёндириш усули ишлаб чиқилган. Буни *аланга билан ўт олдириш* усули деб аталади. Бундай усулда ўт олдириладиган двигателнинг характеристикаси шприх чизиклар билан кўрсатилган (6.7-расм). Кўриниб турибдики, бу турдаги карбюраторли двигателнинг кўрсаткичлари (η_i, g_i, g_e) жуда ҳам мукамал ва дизелникига яқиндир, чунки бундай шароитда ёнилги тўла ёнади.

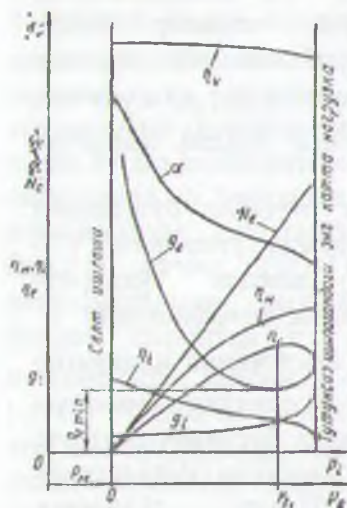
Дизел асосий кўрсаткичларининг $n = \text{const}$ бўлгандаги юкламага қараб ўзгариш характери 6.8-расмда кўрсатилган. 6.7-на 6.8-расмларни таҳлил қилиб, дизелда тўлдириш коэффициенти η_v нинг, ҳавонинг ортиклик коэффициенти α нинг, индикатор ф. и. к. η_i нинг ва ёнилгининг индикатор солиштирма сарфи g_i нинг юкламага боғлиқлик характери карбюраторли двигателларникига қараганда бутунлай бошқача эканлигини кўрамыз. Дизелда юклама ошганда қуйдагилар

содир бўлади: тўлдириш коэффициенти η_v бир оз камаяди, чунки юклама ошганда заряднинг кизиши кузатилади; ҳавонинг ортиклик коэффициенти $\alpha = 6 \dots 1,2$ оралиғида ўзгаради; индикатор ф. и. к. η_i нинг киймати 0,5 дан 0,4 гача пасаяди; ёнилгининг индикатор солиштирма сарфи g_i бир оз катталашади. Дизелда юklamани камайтириш учун пуркалаётган ёнилги миқдори камайтирилади, натижада α нинг миқдори катталашади. Бу эса ёниш жараёнини ю. ч. н. яқинида тугаллашга олиб келади, ёнилгининг кўпгина қисми ўзгармас ҳажмда ёнади,



6.7-расм. Карбюраторли ва аланга билан ўт олдириладиган двигател асосий кўрсаткичларининг юкламага қараб ўзгариши ($n = \text{const}$)

натижада иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади (η , катталашади, g , пасаяди). Дизел бошқа кўрсаткичлари (N_e , η_m , η_c ва g_e) нинг ўзгариш характери худди карбюраторли двигателдагидек бўлади.



6.8-расм. Дизел кўрсаткичларининг юкламага қараб ўзгариши

Дизелнинг эффектив ф. и. к. η_e ва сольнштира сарфи g_e ўзининг оптимал кийматига p_e юкламада ($80-85\%$) эришади. Дизелдан катта юклама олиш талаб килинганда пуркалаётган ёнилғининг миқдори яна ҳам оширилади. Бунда α нинг киймати кичиклашади ($\alpha = 1,4 \dots 1,2$), натижада аралашма ҳосил килиш ва ёниш жараёнлари ёмонлашади. Бундай шароитда индикатор ф. и. к. кескин камаяди, бу камайиш механик ф. и. к. нинг ортиши билан компенсацияланмайди, натижада ёнилғининг сольнштира сарфи (g_e , g_e) ортади. Шу сабабли дизелларда юкламанинг ошиш чегараси килиб ишлатилган газларда тутун пайдо бўлиш вақти олинган. Дизелнинг бундан ортиқ юкламада ишлашига

йўл қуйиш мақсадга мувофиқ эмас.

Дизелларнинг карбюраторли двигателларга нисбатан энг асосий афзаллиги уларнинг ўрта ва кичик юкламаларда кам ёнилғи сарфлашидир ($30-35\%$), чунки α нинг катта кийматларида ҳам ёниш тўла таъминланади.

Двигателнинг қувватига таъсир қилувчи омиллар

Двигателнинг қувватига асосан қуйидаги омиллар таъсир қилади: ўртача индикатор босим p_i ; цилиндр диаметри D ; поршен йўли S ; айланишлар частотаси n ва тактлар сони t . Агар

$$\eta_i = \frac{\alpha l_0 p_i}{10 H_u \rho_0 \eta_0} \quad \text{ва} \quad p_e = \eta_m p_i \quad \text{эканлигини эътиборга олсак, у}$$

анила индикатор ва эффектив кувватларни куйидагича ифодадан мумкин:

$$N_e = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_o} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_V \cdot \rho_0 \cdot i \cdot V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт}$$

ва $N_e = N_{\text{ММ}}$ бўлгани учун:

$$N_e = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_o} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_V \cdot \eta_M \cdot \rho_0 \cdot i V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт бўлади,}$$

бу ерда H_u МЖ/кг да, V_h л да ва n айл/мин да берилган.

Юқоридаги тенгламани тахлил қилиш двигателнинг куввати цилиндрлар сони i ва иш ҳажми V_h га тўғри пропорционал эканигини кўрсатади. Лекин кувватни бу усул билан ошириш маънада мунофиқ эмас, чунки у двигателнинг массаси ва габарит (таъқи) ўлчамларининг ўсишига боғлиқ. Шунинг учун кувватни оширишнинг шундай усуллари топиш керакки, улар иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган кувватни оширсин.

Турли хилдаги двигателлар лойиҳаларининг муваффақлиғини бир литр иш ҳажмидан олинадиган кувват билан баҳолаш қабул қилинган. Литрли кувватни куйидагича аниқлаш мумкин:

$$N_l = \frac{N_e}{i V_h} = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_o} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_V \cdot \eta_M \cdot \rho_0 \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт/л.}$$

Бу тенглама двигателнинг литрли кувватига таъсир қилувчи асосий омилларни тахлил қилишга ёрдам беради. Изланишлар литрли кувватга асосан куйидаги омиллар таъсир қилишини кўрсатади: n – айланишлар частотаси; τ – тактлар сони; η_i/α – ишбат; ρ_0 – қавонинг зичлиги ва бошқалар.

$\frac{H_u}{l_o}$ киймат амалда N_l га таъсир кўрсатмайди, чунки H_u ва l_o

катталиклар - суюқ ёнилгилар учун ўзгармас.

Двигателнинг литрли кувватини ошириш усулларидадан асосийси унинг айланишлар частотасини оширишдир.

Айланишлар частотасининг энг катта киймати ёниш жараянининг кониқарли кегили, двигател асосий деталларининг ёпиқлиги ва поршеннинг ўртача тезлиги билан чегараланади.

Юк автомобил двигателлари учун поршеннинг ўртача тезлиги $C_n = 9 \dots 11$ м/с, енгил автомобил двигателлари учун эса $C_n = 11 \dots 15$ м/с ни ташкил этади.

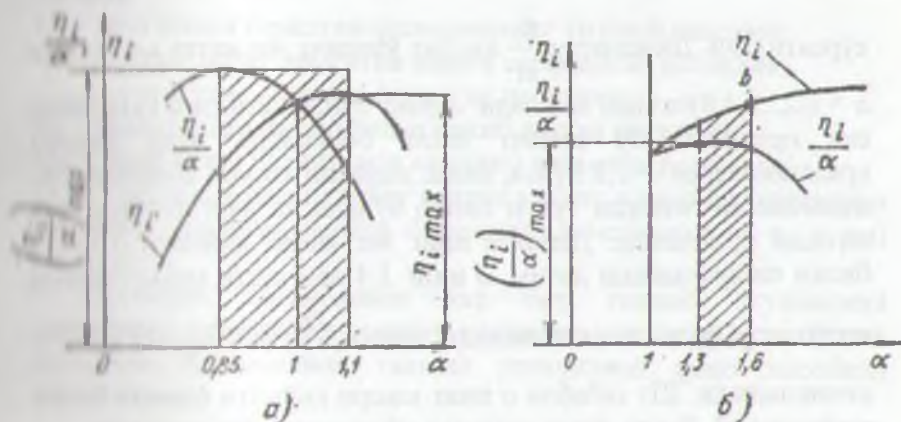
Ёпиш жараёнини двигателнинг жуда катта айланишлар частотасида ($n = 12000 \dots 14000$ айл/мин) ҳам қониқарли ташкил қилиш мумкин. Поршеннинг ўртача тезлигини эса маълум чегарада қисқа йўлли поршен конструкциясини қўллаб сақлаш мумкин. Қисқа йўлли $S/D < 1$ двигател конструкциясини қўллаш қатор афзалликларни беради. Бунда айланишлар частотасини ошириш, совитувчи муҳитга иссиқлик беришни камайтириш; двигател головкасига катта клапанлар ўрнатиш ва ҳаво ўтказувчи юзаларни катталаштириш; тирсакли вални мустаҳкамлаш; двигател конструкциясини ихчамлаш; двигател массасини камайтириш мумкин.

Двигателнинг литрли қувватини оширишнинг яна бир усули цилиндрга қираётган ҳавонинг зичлигини оширишдан иборат. Бунга эса наддув қўллаб эришилади. Бу усул билан двигателдан олинаётган қувватни 70% гача ошириш мумкин. Двигател тоғлик районларда ишлаганда ҳаво зичлиги ρ_0 нинг пасайишини ҳам ҳисобга олиш керак. Агар ρ_0 нинг пасайиши наддув билан компенсацияланмаса, двигателнинг қуввати баландликка кўтарилиши билан кескин пасаяди. Бу ҳолда двигателнинг қувватини ошириш учун кўпроқ ёнилғи беришга тўғри келади, натижада a нинг миқдори кичиклашади, ёнилғи чала ёнади ва двигател қизиб кетади, сув эса қайнай бошлайди ва двигателни тўхтатиб совитиш керак бўлади. Бу ҳодиса, айниқса, эски конструкцияли двигателларда кўпроқ содир бўлади.

Тактлар сони τ двигателнинг қувватига катта таъсир кўрсатувчи асосий омиллардан биридир. Тўрт тактли цикл ўрнига икки тактли цикл қўллаб, двигателнинг максимал қувватини назарий жиҳатдан икки барабар ошириш мумкин. Лекин амалда бундай бўлмайди, чунки икки тактли двигателда газ алмашиш жараёни поршеннинг п. ч. н. атрофидаги ҳаракатида амалга оширилади ва иш ҳажмининг бир қисми бу жараёнда йўқотилади. Бундан ташқари, компрессорни ҳаракатга келтириш учун индикатор қувват сарфланади. Цикллар сони

икки марта кўп бўлгани учун двигател қизийди, шу сабабли нуқсалиётини ёнилғи миқдори чегараланган бўлади. Натижада литрли қувват фақат 40... 60% га ортади. Икки тактли двигателларнинг ишлаш муддати қисқа бўлади, шу сабабли улар кўпроқда ишлаб чиқарилмайди.

Механик ф. и. к. қанча катта бўлса, литрли қувват шунча катта бўлади. Бунинг учун ишқаланишга ва қўшимча механикларнинг ҳаракатлантиришга сарфланадиган қувватни қаматириш керак. Шу сабабли деталларнинг тайёрланиш ва доғателани йиғиш сифати катта аҳамиятга эга. Эксплуатация шартларида мойнинг навига ва температурасига, совитувчи суюқлиқ температурасига ҳамда техник талабларга риоя қилиш зарур.



6.9-рисм. Ёнувчи аралашма таркибининг двигател қувватига ва тежамлилигига таъсири:

a – карбюраторли двигател; b – дизел

$\frac{\eta_i}{\alpha}$ қиймат двигателда иш жараёнининг яхши ёки ёмон таркибга эътиборлигини характерлайди. Двигател қувватини ошириш учун $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат мумкин қадар катта бўлиши керак. Бу қийматининг ёнувчи аралашма таркиби a га боғлиқ равишда

Ўзгариш характери карбюраторли двигател учун 6.9-рasm, *a* да берилган.

Карбюраторли двигателларда ф.и.к. $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ бўлганда индикатор ф. и. к. энг катта қийматга эришади. $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат эса

$\alpha = 0,85 \dots 0,90$ бўлганда ўзининг энг катта қийматига эришади. Двигател $\alpha = 0,85 \dots 1,15$ оралиқда ишлаганда унинг кўрсаткичлари оптимал қийматларга эга бўлади ва у карбюраторни соzлаш диапазонини белгилайди (штрихланган юза), α нинг бундан бошқа қийматларида двигателнинг кўрсаткичлари кескин ёмонлашади.

6.9-рasm, б да дизеллар учун η_i ва $\frac{\eta_i}{\alpha}$ ларнинг α га боғлиқлигин

кўрсатилган. Дизелларда $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат ўзининг энг катта қийматига

$\alpha = 1,2 \dots 1,4$ бўлганда эришади. α нинг бундан кейинги камайиши ёки ортишида бу нисбат пасая бошлайди. Агар ёнувчи аралашмаларда $\alpha < 1,2$ бўлса, ёниш жараёни кескин ёмонлашади, ишлатилган газларда тутун пайдо бўлади ва двигателнинг ўта қизиши кузатилади. Демак α нинг энг кичик қиймати α нукта билан чегараланиши лозим. α нинг 1,4 дан катта қийматларида

индикатор ф. и. к. катгалашади, лекин $\frac{\eta_i}{\alpha}$ қиймат секин-аста

кичиклашади. Шу сабабли α нинг юкори қиймати b нукта билан чегараланиб, бунда дизел оптимал кўрсаткичларга эришади.

Барча двигателларда тўлдириш коэффициентини мумкин қадар оширишга ҳаракат қилиш керак чунки у литрли қувватга ижобий таъсир кўрсатади.

Карбюраторли двигателларнинг литрли қуввати дизелларникига қараганда анча юкори, чунки дизелларда айланишлар частотасининг қиймати кичик бўлади. Карбюраторли двигателларда $N_1 = 20 \dots 37$ кВт/л, наддувсиз дизелларда эса $N_1 = 13 \dots 23$ кВт/л. Бундан, келажакда дизелларнинг айланишлар частотасини яна ҳам ошириш зарур деган ҳулоса келиб чиқади.

0.7. ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК БАЛАНСИ

Двигателнинг иссиқлик баланси цилиндрларда ёнган ёнилги иссиқлигининг нималарга сарфланишини кўрсатади. Двигател конструкциясини ўзгартириб ва баъзи омилларга таъсир қилиб иссиқликни фойдаланишни яхшилаш мумкин.

Двигателнинг иссиқлик баланси уни стендда ҳар хил шартларда синаш натижасида олинади. Бунинг учун двигателнинг эффектив қуввати, ёнилги ва сувнинг соатли сарфи, двигателга кираётган ва ундан чиқаётган сувнинг температураси, ишлатилган газларнинг ва янги заряднинг температураси ўлчаниши шарт. Бу ҳолда иссиқлик баланси формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Q_y = Q_e + Q_{сов} + Q_r + Q_{ч.е} + Q_{кол}.$$

Бу ерда:

Q_y – двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори;

Q_e – двигателнинг эффектив ишига сарфланган иссиқлик;

$Q_{сов}$ – совитувчи муҳитга берилган иссиқлик;

Q_r – ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик;

$Q_{ч.е}$ – қали ёнилги натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик;

$Q_{кол}$ – иссиқлик балансининг қолдиқ қисми, у ҳисобга олинмаган иссиқлик сарфини (мойга бериладиган иссиқлик ва ҳ. к ни) билдиради.

Иссиқлик балансининг ҳар бир ташкил этувчисини двигателга киритилган умумий иссиқлик миқдори Q_y га бўлсак иссиқлик балансининг ташкил этувчилари фоиз ҳисобида ифодаланади:

$$q_e = \frac{Q_e}{Q_y} 100\%, \quad q_{сов} = \frac{Q_{сов}}{Q_y} 100\% \text{ ва ҳоказо.}$$

Бу ҳолда:

$$q_y = q_e + q_{сов} + q_r + q_{ч.е} + q_{кол} = 100\%$$

Бир соат давомида двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_y = H_u G_e, \text{ кЖ/соат;}$$

Бу ерда G_e – ёнилгининг соатли сарфи.

Эффектив ишга сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q_e = 3600 N_e, \text{ кЖ/соат;}$$

Бу ерда N_e – эффектив қувват, кВт.

Цикл давомида совитувчи муҳитга берилаётган иссиқлик миқдорини аниқлаш учун бир соат давомида двигател орқали ўтган сувнинг миқдори $G_{\text{суб}}$, двигателга кираётган ва чиқаётган сувнинг температуралари $t_{\text{чик}}$ ва $t_{\text{кир}}$ маълум бўлиши керак. Бу ҳолда:

$$Q_{\text{сов}} = 4,186 G_{\text{суб}} (t_{\text{чик}} + t_{\text{кир}}), \text{ кЖсоат};$$

бу ерда: 4,186 — сувнинг иссиқлик сифими, кЖ/кг.град. Ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик миқдори Q_r ни аниқлаш учун қуйидагилар топилади:

а) $G_e \cdot M_2 \cdot \mu C_p t_r$ - 1 соат давомида цилиндрдан ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик миқдори, кЖ/соат;

б) $G_e \cdot M_1 \cdot \mu C_p t_0$ - 1 соат давомида цилиндрга янги заряд билан киритилган иссиқлик миқдори, кЖсоат;

в) t_r — ишлатилган газларнинг чиқариш трубадан кейин ўлчанган температураси, С;

г) t_0 — двигател цилиндрига кирган янги заряднинг температураси, °С.

Ёнилғининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик миқдори $Q_{\text{че}}$ одатда, $a \leq 1$ бўлса, алоҳида ҳисобланмайди ва $Q_{\text{кол}}$ га қўшилади, яъни:

$$Q_{\text{кол}} = Q_y - (Q_e + Q_{\text{сов}} + Q_r).$$

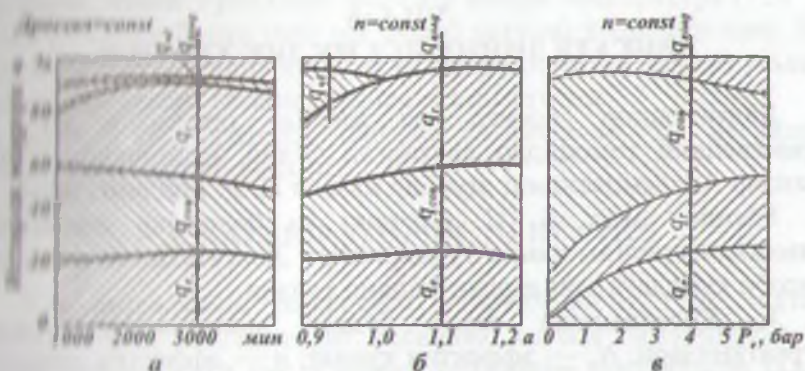
Двигателни синашда $a < 1$ бўлса, ёнилғининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_{\text{че}} = \Delta H_u \cdot G_e.$$

Бу ҳолда:

$$Q_{\text{кол}} = Q_y - (Q_e + Q_{\text{сов}} + Q_r + Q_{\text{че}}).$$

Карбюраторли двигателнинг дроссел-заслонкаси тўлиқ очиб ишлатилганда иссиқлик балансининг айланишлар частотасига қараб ўзгариш характери 6.10-расм, a да кўрсатилган. Айланишлар частотаси 1000 айл/мин дан 4200 айл/мин гача ошганда фойдаланиладиган эффектив иссиқлик g_e 24% дан 27,5% гача ортади; совитувчи сувга бериладиган иссиқлик миқдори эса 36% дан 27% гача камаяди; ишлатилган газлар олиб кетган иссиқлик миқдори сезиларли даражада ортади.



6.10-расм. Двигателнинг иссиқлик баланси:
а, б-карбюраторли двигател; в-дизел

Аралиқма таркиби *a* нинг иссиқлик балансига таъсири 6.10-расм, б да кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, $a=1,1, 1,15$ бўлганда иссиқликдан самарали фойдаланилади, $a=0,95$ бўлганда эса чала ёниш натижасида иссиқликнинг 20% йўқотилади.

Дизел иссиқлик балансининг юклама бўйича ўзгариши 6.10-расм в да тасвирланган. Дизелларда юклама ортиши билан q_e , q_r нинг қийматлари ортади, $q_{сoв}$ эса сезиларли даражада камаяди.

Двигателлар номинал режимда ишлаганда уларнинг иссиқлик баланси (% ҳисобида) қуйидаги жадвалда берилган.

Жадвал 6.5

Двигател тури	$q_e = \eta_e$	$q_{сoв}$	q_r	$q_{ch,e}$	$q_{кол}$
Карбюраторли двигател	21... 28	12... 27	30... 55	0... 45	3... 10
Дизел наддувств	29... 42	15... 35	25... 45	0... 5	2... 5
наддувли	35... 45	10... 25	25... 40	0... 5	2... 5

VII боб ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК ҲИСОБИ

Двигателнинг иссиқлик ҳисоби профессор В. И. Гринсвевский томонидан яратилган бўлиб, кейинчалик СССР Фанлар Академиясининг мухбир аъзоси Н. Р. Брилинг, проф. Е. К. Мазинг, акад. Б. С. Стечкин ва бошқалар томонидан ривожлантирилган ҳамда тўлдирилган. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби қуйидаги этаплардан ташкил топади.

1. Ҳисобланиши зарур бўлган двигателнинг асосий кўрсаткичлари: N_e — эффектив қувват; n — эффектив қувватга мос айланишлар частотаси; ϵ — сиқиш даражаси; α — хавонинг ортиклик коэффициентлари; i — цилиндрлар сони; S/D — поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбати ва двигател тури (карбюраторли двигател ёки дизел) берилади.

2. Статистик маълумотларга асосланиб, двигателнинг иссиқлик ҳисобига зарур кўрсаткичлар танланади: (p_0 , T_0 , p_n , p_a , T_a , T_n , n_1 , n_2 , ξ , H_b , C_n ва ёнилги таркиби).

3. Юқорида берилган режим учун двигателнинг иссиқлик ҳисобини бажариш. Индикатор диаграмманинг характерли нуқталари (c , z , b , a) учун босим ва температураларни аниқлаш. Двигателнинг индикатор ва эффектив кўрсаткичларини ҳисоблаш (p_i , p_m , p_e , η_i , η_m , g_e , g_i).

4. Двигателнинг энергетик кўрсаткичларидан фойдаланиб берилган қувват учун бир цилиндрнинг иш ҳажми V_h ни аниқлаш.

5. Цилиндрнинг диаметри (D) ва поршен йўли (S) ни аниқлаш. Поршеннинг ўртача тезлиги C_n ни текшириш.

6. Двигателнинг литражи V_L ни аниқлаш ва энг катта қувватни ($N_{e \max}$) ҳисоблаш.

7. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби бўйича унинг киррасиз индикатор диаграммасини чизиш. Планиметр ёрдамида индикатор иш L_i ва ўртача индикатор босим p_i ни ҳисоблаш. Формула ва диаграмма орқали топишган босимлар фарқи $\pm 0,025$ МПа дан катта бўлмаслиги керак. Факат шу ҳолдагина двигателнинг иссиқлик ҳисоби тўғри бўлади.

Двигателнинг иссиқлик ҳисобига зарур бўлган кўрсаткичлар танланаётганда эксплуатация шароитларини ҳисобга олиш (p_0 ва

1,2) керак, чунки Ўрта Осиё зонасига юкори температура (+50 °C (ичи) ва кичик босим (640 мм симоб устуни) характерлидир. Бу шартлар двигателнинг куввати ва тежамлилигига қандай таъсир қилишини анализ қилиш алоҳида аҳамиятга эга.

Куйида карбюраторли двигател ва дизеллар учун иссиқлик шартларини кўриб чиқамиз.

7.1. КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛ

Юк автомобили шассисига ўрнатиладиган тўрт тактли карбюраторли двигателнинг иссиқлик ҳисоби бажарилиши ва унинг тежамлилиги ҳамда асосий ўлчамлари аниқланиши талаб қилинади. Куйидаги кўрсаткичлар берилган:

Эффектив кувват $N_e = 73,5$ кВт; айланишлар частотаси $n = 1600$ мин⁻¹; сиқиш даражаси $\epsilon = 7,2$; ҳавонинг ортиқлик коэффициенти $\alpha = 0,9$, цилиндрлар сони $i = 6$; поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбати $\frac{S}{D} = 0,95$;

а) Қўшимча кўрсаткичлар:

- атмосфера босими $p_0 = 0,1033$ МПа;
- атмосфера температураси $T_0 = 310$ К (иссиқ шароит учун);
- қолдик газлар босими $p_r = 0,12$ МПа;
- қолдик газлар температураси $T_r = 1050^\circ\text{К}$;
- янги заряднинг цилиндрга киришдаги температураси $T_0 = T_0 + \Delta T = 310 + 20 = 330^\circ\text{К}$;
- янги заряднинг қўшимча кизиши $\Delta T = 20^\circ$;
- сиқиш ва кенгайиш жараёнларининг политропа кўрсаткичлари $n_1 = 1,36$ ва $n_2 = 1,23$;
- иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти $\xi = 0,9$;
- А-80 бензинининг элементар таркиби $C = 0,855$, $H_2 = 0,145$;
- куйи ёниш иссиқлиги $H_u = 44$ МЖ/кг;
- киритиш жараёни охиридаги ёнувчи аралашманинг босими,

$$p_a = 0,085 \text{ МПа.}$$

б) Киритиш охиридаги кўрсаткичлар:

- қолдик газлар коэффициенти:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_0}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_a - p_r} = \frac{330}{1050} \cdot \frac{0,12}{7,2 \cdot 0,085 - 0,12} = 0,077;$$

- кiritиш охирида цилиндрдаги газлар температураси:

$$T_a = \frac{T_0 + \gamma_{\text{кол}} \cdot T_r}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{330 + 0,077 \cdot 1050}{1 + 0,077} = 382^\circ \text{K};$$

- тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_a(1 + \gamma_{\text{кол}})} = 1,1 \cdot \frac{7,2}{7,2 - 1} \cdot \frac{0,085}{0,1033} \cdot \frac{310}{382(1 + 0,077)} = 0,79$$

в) Сикиш жараёни охиридаги кўрсаткичлар:

- ёнувчи аралашма босими:

$$p_c = p_a \cdot \varepsilon^{\eta_1} = 0,085 \cdot 7,2^{1,36} = 1,24 \text{ МПа};$$

- ёнувчи аралашма температураси:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{\eta_1 - 1} = 382 \cdot 7,2^{1,36 - 1} = 779^\circ \text{K}$$

г) Иш жисмининг ҳисоби (бензиннинг молекуляр массаси $\mu_{\text{е}} = 115$):

- 1 кг ёнилги тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 \right) = 14,95 \text{ кг ҳаво/кг ёнилги};$$

- 1 кг ёнилги тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг кмолдаги назарий миқдори:

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H_2}{4} \right) = \frac{1}{0,21} \left(\frac{0,855}{12} + \frac{0,145}{4} \right) = 0,519 \text{ кг ҳаво/кг ёнилги};$$

- ёнувчи аралашманинг килограммдаги миқдори:

$$G_1 = 1 + a l_0 = 1 + 0,9 \cdot 14,95 = 14,46 \text{ кг};$$

- ёнувчи аралашманинг кмолдаги миқдори

$$M_1 = a L_0 + \frac{1}{\mu_{\text{е}}} = 0,9 \cdot 0,519 + \frac{1}{15} = 0,476 \text{ кмол};$$

- ёниш маҳсулотларининг миқдори:

$a < 1$ бўлганда ёниш маҳсулотлари куйидаги газлардан ташкил топган бўлади: CO , CO_2 , H_2 , H_2O ва N_2 ;

ис гази:

$$M_{CO} = 0,42 \frac{1-\alpha}{1+K} L_0 = 0,42 \frac{1-0,9}{1+0,5} 0,519 = 0,0154;$$

бу ерда $K = \frac{M_{H_2}}{M_{CO}} = 0,5$ деб олинади;

карбонат ангидрид:

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} - M_{CO} = \frac{0,855}{12} - 0,0145 = 0,0567 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

подород:

$$M_{H_2} = M_{CO} \cdot K = 0,0145 \cdot 0,5 = 0,0072 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

сув буги:

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} - M_{H_2} = \frac{0,145}{2} - 0,0072 = 0,0653 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

азот:

$$M_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha L_0 = 0,79 \cdot 0,9 \cdot 0,519 = 0,369 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

- ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = M_{CO} + M_{CO_2} + M_{H_2} + M_{H_2O} + M_{N_2} = 0,0145 + 0,0567 + 0,0072 + 0,0653 + 0,369 = 0,513 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

• чала ёниш ($\alpha = 0,9$) туфайли йўқолган иссиқлик:

$$\Delta H_u = 120000 (1 - \alpha) L_0 = 120000 (1 - 0,9) 0,519 = 6230 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}};$$

• молекуляр ўзгаришнинг кимёвий коэффициенти:

$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,513}{0,476} = 1,078;$$

• молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти:

$$\mu = \frac{\mu_0 + \gamma_{\text{кот}}}{1 + \gamma'_{\text{кот}}} = \frac{1,078 + 0,077}{1 + 0,077} = 1,07.$$

д) Ёниш жараёнининг кўрсаткичлари.

Ёниш охиридаги газларнинг температураси ёниш тегишмаси орқали аниқланади:

$$\frac{\varepsilon(H_u - \Delta H_u)}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_c'';$$

бу ерда U_z'' , U_c , ва U_c'' дан бошқа барча қийматлар маълум, U_c ва U_c'' – янги заряднинг ва қолдик газларнинг S нуктадаги T_c температурага мос ички энергиялари. Ички энергиянинг қиймати 7.1-жадвалдан $t_c = T_c - 273^\circ = 779 - 273 = 506^\circ \text{C}$ га мос қилиб экстрополяция йўли билан ёки 7.1-расмдан ҳаво ва ёниш маҳсулотлари ($a = 0,9$) учун танланади: $U_c = 11000 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмол}}$;

$$U_c'' = 12090 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмол}}.$$

Бу ҳола ёниш тенгламасининг чап томони

$$A = \frac{0,9(44000 - 6230)}{0,476(1 + 0,077)} + \frac{11000 + 0,077 \cdot 12090}{1 + 0,077} = 77500 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмол}}$$

бўлади.

$$\text{Демак: } U_z'' = \frac{A}{\mu} = \frac{77500}{1,07} = 72400 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}.$$

Ёниш маҳсулотларининг ички энергияси U_z'' 7.1-жадвалда берилган. Бу жадвалдан U_z'' га ($a = 0,9$) мос t_z температурани экстрополяция йўли билан аниқлаймиз. Ички энергияни 7.2-расмдаги графикдан ҳам топиш мумкин. Графикдан: $t_z = 2457^\circ \text{C}$

Бу ҳолда циклнинг максимал температураси:

$$T_z = t_z + 273^\circ = 2457 + 273 = 2730^\circ \text{K};$$

циклнинг ҳисобланган максимал босими:

$$p'_{zx} = \mu \frac{T_z}{T_c} \cdot p_c = 1,07 \frac{2730}{779} 1,24 = 4,65 \text{ МПа};$$

— босимнинг ошиш даражаси:

$$\lambda = \frac{p_z}{p_c} = \frac{4,65}{1,24} = 3,75;$$

— циклнинг ҳақиқий максимал босими:

$$p_1 = 0,85 p_{zx} = 0,85 \cdot 4,65 = 3,96 \text{ МПа}.$$

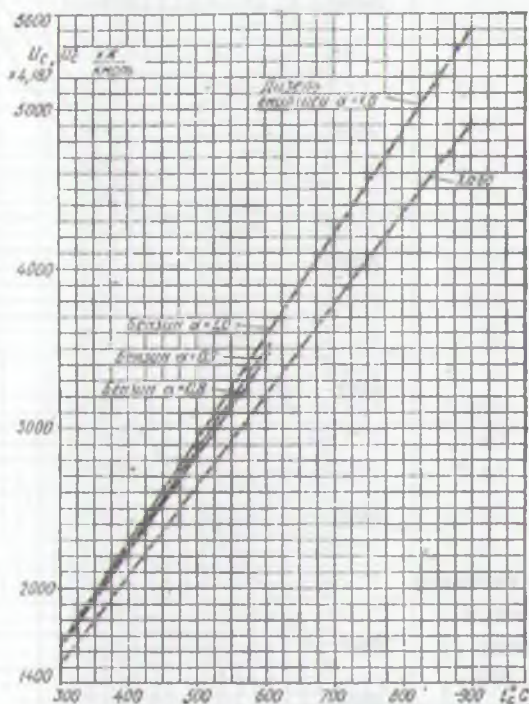
е) Кенгайиш кўрсаткичлари:

— кенгайиш охиридаги босим

$$p_b = \frac{p_{\Sigma}}{\varepsilon^{n_1}} = \frac{4,65}{7,2^{1,23}} = 0,41 \text{ МПа};$$

кеңгайиш охиридаги температура

$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_1-1}} = \frac{2730}{7,2^{1,23-1}} = 1725 \text{ K};$$



7.1-расм. Ҳаво ва ёниш маҳсулотлари
учун нчки энергиянинг ўзгариши
($t = 300 \dots 900^\circ\text{C}$)

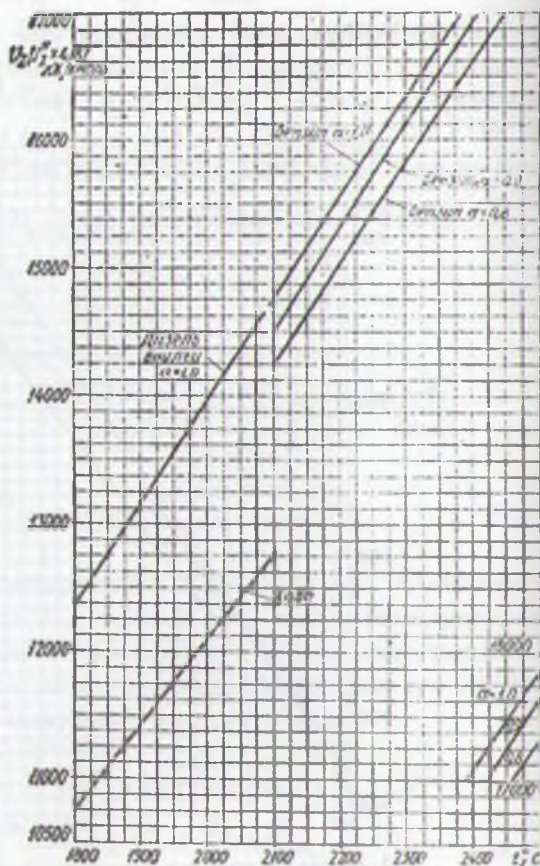
циклининг ҳисобланган ўртача индикатор босими:

$$p_m = \frac{p_a \cdot \varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] = \frac{0,085 \cdot 7,2^{1,36}}{7,2 - 1}$$

$$\left[\frac{3,75}{1,23 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,23-1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,36-1}} \right) \right] = 0,916 \text{ МПа};$$

— циклнинг ўртача индикатор босимининг хақиқий қиймати:

7.2-расм. Ҳаво ва ёниш маҳсулотлари учун ички энергиянинг ўзгариши ($t = 1700...2500^\circ\text{C}$)



$$p_i = \varphi_T \cdot p_{ix} = 0,97 \cdot 0,916 = 0,89 \text{ МПа}$$

$\varphi_T = 0,92...0,97$ - қиррасиз ва қиррали индикатор диаграммалар юзаларининг нисбатини белгилайдиган коэффициент;

ж) Циклнинг асосий кўрсаткичлари:

— индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = 8314 \frac{M_i \cdot p_i \cdot T_o}{H_u \cdot \eta_k \cdot p_o} = 8314 \frac{0,476 \cdot 0,89 \cdot 310}{44 \cdot 0,79 \cdot 0,1} = 0,305;$$

$$H_u = 44 \text{ МЖ/кг};$$

7.1 - жадвал

Температура °С	Ёниш маҳсулотларининг ички энергияси (ккал/кмол)				Ҳавонинг ички энергияси (ккал/кмол)
	бензин $\alpha=1,0$	бензин $\alpha=0,9$	бензин $\alpha=0,8$	Дизел ёнилғи $\alpha=1,0$	
0	0	0	0	0	0
100	538	526	522	538	498
200	1098	1083	1072	1094	1002
300	1669	1652	1632	1670	1520
400	2265	2241	2211	2265	2052
500	2884	2851	2811	2890	2601
600	3523	3481	3430	3530	3166
700	4183	4132	4068	4200	3746
800	4860	4800	4724	4870	4340
900	5555	5493	5394	5550	4946
1000	6264	6182	6080	6280	5561
1100	6986	6892	6777	7000	6186
1200	7720	7616	7487	7740	6820
1300	8465	8349	8207	8480	7461
1400	9220	9089	8936	9240	8109
1500	9954	9840	9673	10000	8763
1600	10751	10597	10407	10750	9421
1700	18528	11362	11168	11550	10080
1800	12309	12131	11923	12300	10750
1900	13037	12907	12685	13120	11420
2000	13889	13687	13451	13900	12100
2100	14686	14473	14223	14700	12780
2200	15488	15262	14998	15520	13460
2300	16291	16053	15776	16310	14140
2400	17098	16849	16557	17100	14830
2500	17908	17646	17341	17920	15520

— ёнилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$q_i = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_i} = \frac{3600}{44 \cdot 0,305} = 268 \text{ г/(кВт соат)};$$

— ишқаланишга, газ алмашувида ва қўшимча механизмларни ҳаракатлантиришга сарф бўлган индикатор босимнинг улуши

$$p_m = a + bC_n = 0,04 + 0,0135 \cdot 10 = 0,175 \text{ МПа},$$

a ва b коэффициентлар S/D га мос танланади (юқоридаги 6.2 га қаранг); $C_n = 9 \dots 12$ м/с танланади;

— ўртача эффектив босим:

$$p_e = p_i - p_m = 0,89 - 0,175 = 0,715 \text{ МПа};$$

— механик ф. и. к.:

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i} = \frac{0,715}{0,89} = 0,804;$$

— эффектив ф. и. к.:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,305 \cdot 0,804 = 0,245;$$

— ёнилгининг эффектив солиштира сарфи:

$$g_e = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_e} = \frac{3600}{44 \cdot 0,245} = 324,97 \text{ г/(э. кВт·соат)};$$

з) Цилиндрнинг асосий ўлчамлари:

— цилиндрнинг иш ҳажми:

$$V_h = \frac{120 N_e}{p_e n \cdot i} = \frac{120 \cdot 13,6}{0,715 \cdot 3600 \cdot 6} = 0,572 \text{ л};$$

— цилиндрнинг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_h}{0,785 (S/D)}} = \sqrt[3]{\frac{0,572}{0,785 \cdot 0,95}} = 0,916 \text{ дм} = 91,6 \text{ мм};$$

— поршен йўли: $S = D(S/D) = 91,6 \cdot 0,95 = 86,8 \text{ мм}$. Узил-кесил $D=92 \text{ мм}$ ва $S=87 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

— поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30 \cdot 10^3} = \frac{87 \cdot 3600}{30 \cdot 10^3} = 10,42 \text{ м/с}.$$

Танланган C_n нинг қиймати ҳисобланганидан кўпи билан 5—10% фарк қилини керак. Аке холда C_n нинг қийматини қайтадан ҳисоблаш керак бўлади.

и) двигател қўраткичларини ҳисоблаш:

— двигател литражи (иш ҳажми):

$$V_s = 0,785 D^2 S \cdot i = 0,785 \cdot 9,2^2 \cdot 8,7 \cdot 6 = 3470 \text{ см}^3 = 3,47 \text{ л};$$

максимал эффектив кувват:

$$N_{e \max} = \frac{p_e \cdot V_s \cdot n}{120} = \frac{0,7 \cdot 15 \cdot 3,47 \cdot 3600}{120} = 74,3 \text{ кВт};$$

индикатор кувват:

$$N_i = \frac{N_{e \max}}{\eta_M} = \frac{74,3}{0,804} = 92,5 \text{ кВт};$$

литрли кувват:

$$N_s = \frac{N_{e \max}}{V_s} = \frac{74,3}{3,47} = 21,4 \text{ кВт/л};$$

эффектив буровчи момент:

$$M_e = 10^3 \frac{N_{e \max}}{n} = 10^3 \cdot \frac{74,3}{3600} = 20,6 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

индикатор буровчи момент:

$$M_i = \frac{M_e}{\eta_M} = \frac{20,6}{0,804} = 25,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

номинал режимда ёнилгининг соатли сарфи:

$$G_e = g_e \cdot N_{e \max} = 325 \cdot 74,3 \cdot 10^{-3} = 25 \text{ кг/соат}.$$

7.2. ДИЗЕЛ

Юк автомобилнинг шассисига ўрнатиладиган тўрт тактли дизелнинг иссиқлик ҳисоби қилинсин ва иссиқлик ҳисоби асосида циклнинг асосий кўрсаткичлари, двигателнинг мумкин бўлган тежамлилиги ҳамда асосий ўлчамлари аниқлансин. Қуйидаги кўрсаткичлар берилган:

— эффектив кувват $N_e = 110 \text{ кВт}$; айланишлар частотаси $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$; сиқиш даражаси $\epsilon = 16,5$; ҳавонинг ортиқлик коэффиценти $\alpha = 1,35$; поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбати $S/D = 0,9$; цилиндрлар сони, $i = 8$; аралашма ҳосил қилиш усули - ёнилги ажратилмаган ёнил камерасига пурқилади.

а) Қўшимча кўрсаткичларни аниқлаш:

— атмосфера босими: $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$; атмосфера температураси $T_0 = 310^\circ\text{К}$ (Ўрта Осиё шароити учун);

— қолдик газлар босими $p_r = 0,12 \text{ МПа}$;

— қолдик газлар температураси $T_r = 850^\circ\text{К}$;

— ҳавонинг цилиндрга киришидаги температураси:

$$T_0' = T_0 + \Delta T = 310 + 30 = 340^\circ\text{К};$$

— заряднинг қўшимча қизиши $\Delta T = 30^\circ$;

— сиқиш ва кенгайиш жараёнларининг политропа кўрсаткичлари:

$$n_1 = 1,38, \quad n_2 = 1,23;$$

— иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти: $\xi = 0,78$;

— дизел ёнилгисининг элементар таркиби: $C = 0,87$; $H = 0,126$; $O_2 = 0,004$;

— қуйи ёниш иссиқлиги: $H_u = 10000 \text{ ккал/кг} = 42 \text{ МДж/кг}$;

— киритиш жараёни охирида газларнинг босими $p_a = 0,089 \text{ МПа}$,

б) Киритиш охиридаги кўрсаткичларни аниқлаш:

— қолдик газлар коэффициенти:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_a - p_r} = \frac{310 + 30}{850} \cdot \frac{1,2}{16,5 \cdot 0,89 - 1,2} = 0,035;$$

— киритиш охиридаги температура:

$$T_a = \frac{T_0 + \gamma_{\text{кол}} \cdot T_r}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{340 + 0,035 \cdot 850}{1 + 0,035} = 357^\circ\text{К};$$

— тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_v = \varphi \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_a(1 + \gamma_{\text{кол}})} = 1,1 \cdot \frac{16,5}{16,5 - 1} \cdot \frac{0,89}{1,0} \cdot \frac{310}{357(1 + 0,035)} = 0,874$$

в) Сиқиш жараёни кўрсаткичларини ҳисоблаш:

— сиқиш охиридаги босим: $p_c = p_a \varepsilon^{n_1} = 0,089 \cdot 16,5^{1,38} = 4,3 \text{ МПа}$;

— сиқиш охиридаги температура: $T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1} = 357 \cdot 16,5^{1,38 - 1} = 1035^\circ\text{К}$.

г) Иш жисмини ҳисоблаш:

— 1 кг дизел ёнилгисининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8 H_2 - O_2 \right) = \frac{1}{0,230} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,87 + 8 \cdot 0,126 - 0,004 \right) =$$

$= 14,35 \text{ кмол} \cdot \text{ҳаво/кг} \cdot \text{ёнилги};$

— 1 кг дизел ёнилгисининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг кмолдаги назарий миқдори:

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H_2}{4} - \frac{O_2}{32} \right) = \frac{1}{0,21} \left(\frac{0,87}{12} + \frac{0,126}{4} - \frac{0,004}{32} \right) =$$

$= 0,495 \text{ кг} \cdot \text{ҳаво/кг} \cdot \text{ёнилги};$

— цилиндрга кирган ҳавонинг ҳақиқий миқдори:

$$M_1 = \alpha L_0 = 1,35 \cdot 0,495 = 0,667 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

— ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$M_2 = M_{2(a=1)} + M_{\text{орт. ҳаво}}$ бўлади. Бу ерда $M_{2(a=1)}$ ёниш маҳсулотларининг $a = 1$ бўлгандаги миқдори. $M_{\text{орт. ҳаво}}$ ёнишда қатнашмайдиган ҳавонинг миқдори.

$$M_{2(a=1)} = \frac{C}{12} + \frac{H_2}{2} + 0,79 \alpha L_0 = \frac{0,87}{12} + \frac{0,126}{2} + 0,79 \cdot 1 \cdot 0,495 =$$

$$= 0,527 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

$$M_{\text{орт. ҳаво}} = (a - 1)L_0 = (1,35 - 1) 0,495 = 0,173 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

— молекуляр ўзгаришнинг кимёвий коэффициенти:

$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,700}{0,667} = 1,051;$$

— молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти:

$$\mu = \frac{M_2 + \gamma_{\text{кол}} \cdot M_1}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} = \frac{0,700 + 0,035 \cdot 0,667}{0,667(1 + 0,035)} = 1,045.$$

д) Ёниш жараёнининг кўрсаткичларини аниқлаш:

— циклининг максимал температураси ёниш тенгламаси оркали аниқланади:

$$\frac{\xi H_u}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} U_c}{(1 + \gamma_{\text{кол}})} + 8,314 \lambda T_c = \mu(U_z + 8,314 T_z).$$

Ёниш камерасининг турига қараб дизелда босимнинг ортиш даражаси $\lambda = 1,5 \dots 2,0$ оралиғида танланади; бу дизел учун $\lambda = 1,8$. Сикиш охирида, яъни С нуктада ҳавонинг U_c ва ёниш маҳсулотларининг U_c ички энергияларини 7.1-жадвалдан $t_c = T_c$

– 273 = 1055 – 273 = 762°C температура учун экстрополяция йўли билан ёки график усулда 7.1-расмдан аникланади:

$$U_c = 17200 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}$$

7.1-жадвалда U_c'' нинг қийматлари дизел ёнилғиси учун факат $\alpha = 1$ қийматларда берилган.

α нинг бошқа қийматлари учун U_c'' қуйидаги формула орқали топилади:

$$U_c'' = U_{c(\alpha=1)}^* \cdot r_{M_2(\alpha=1)} + U_c \cdot r_{\text{орт.хаво}}$$

$$\text{бу ерда: } r_{M_2(\alpha=1)} = \frac{M_{2(\alpha=1)}}{M_2} = \frac{0,527}{0,700} = 0,753 \quad \text{— ёниш}$$

махсулотларида ортикча ҳавонинг нисбий микдори.

$$\text{Демак: } U_c'' = 19300 \cdot 0,753 + 17200 \cdot 0,247 = 1880 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}$$

Тенгламанинг чап қисмини A деб белгилаймиз:

$$A = \frac{\xi H_u}{M_1(1 + \gamma_{\text{қол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{қол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{қол}}} + 8,314 \lambda T_c = \frac{0,78 \cdot 42000}{0,667(1 + 0,035)} + \frac{17200 + 0,35 \cdot 18800}{1 + 0,035} + 8,314 \cdot 1,8 \cdot 1035 = 80100 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}$$

Демак:

$$U_z^* + 8,314 T_z = \frac{A}{\mu} = \frac{80100}{1,045} = 76700 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}$$

Бу ерда U_z^* ва T_z номаълум. Шу сабабли бу тенгламани танлаш усули билан ечамиз, чунки U_z^* ёниш температурасининг функциясидир.

Бунинг учун 7.1-жадвал ёки 7.2-расмдан $t_z = 2000 \dots 2100^\circ\text{C}$ учун Z нуктадаги ҳавонинг ички энергияси U_z ни ва $\alpha = 1$ учун ёниш махсулотларининг ички энергияси $U_{z(\alpha=1)}''$ ни топамиз ва U_z'' ни ҳисоблаймиз:

$$U_z'' = U_{z(\alpha=1)}^* \cdot r_{M_2(\alpha=1)} + U_z \cdot r_{\text{орт.хаво}}$$

$$t_z = 2000^\circ\text{C}: U_z'' = 58150 \cdot 0,753 + 50600 \cdot 0,247 = 56300 \text{ ккал/кмол}$$

$$t_z = 2100^\circ\text{C}: U_z'' = 61500 \cdot 0,753 + 53100 \cdot 0,247 = 59500 \text{ ккал/кмол}$$

Бу ҳолда $t_z = 2000^\circ \text{C}$ учун:

$$U_z'' + 1,985 T_z = 56300 + 8,314 (2000 + 273) = 75600 \text{ ккал/кмол}$$

$t_z = 2100^\circ \text{C}$ учун эса:

$$U_z'' + 1,985 T_z = 59500 + 8,314 (2100 + 273) = 79700 \text{ ккал/кмол}$$

Демак биз кидираётган циклнинг максимал температураси шу оралиқда экан, бу температурани график усул билан топамиз (7.3-рисм). Графикдан: $t_z = 2034^\circ \text{C}$; $T_z = 2034 + 273 = 2307^\circ \text{K}$.

Циклнинг максимал босими: $p_z = \lambda p_c = 1,8 \cdot 4,30 = 7,74 \text{ МПа}$;

е) Кенгайиш кўрсаткичларини аниқлаш:

— дастлабки кенгайиш даражаси:

$$\rho = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c} = \frac{1,045}{1,8} \cdot \frac{2307}{1035} = 1,29;$$

— сўнгги кенгайиш даражаси:

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{16,5}{1,29} = 12,77;$$

— кенгайиш охиридаги босим:

$$p_b = \frac{p_z}{\delta^{n_2}} = \frac{7,74}{12,77^{1,23}} = 0,34 \text{ МПа};$$

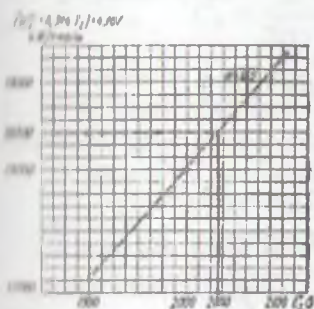
кенгайиш охиридаги температура:

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}} = \frac{2307}{12,77^{1,23-1}} = 1288^\circ \text{K};$$

— ҳисобланган ўртача индикатор босим:

$$\begin{aligned} p_{\text{ин}} &= p_a \frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] = \\ &= 0,089 \frac{16,5^{1,38}}{16,1 - 1} \left[1,8(1,29 - 1) + \frac{1,8 \cdot 1,29}{1,23 - 1} \left(1 - \frac{1}{12,77^{1,23-1}} \right) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{1,38 - 1} \left(1 - \frac{1}{66,5^{1,38-1}} \right) \right] = 0,67 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

— ҳақиқий ўртача индикатор босим:



7.3-рисм. Дизел учун T_z температурани график усулда аниқлаш

$$p_i = \varphi_T p_{iy} = 0,97 \cdot 0,91 = 0,883 \text{ МПа};$$

$\varphi_T = 0,92 \dots 0,97$ — киррасиз ва киррали индикатор диаграммалар юзларининг нисбатини белгилайдиган коэффициент.

ж) Циклнинг асосий кўрсаткичларини аниқлаш: (ажратилмаган камерали дизелларда):

— ишқаланишга, газ алмашишга ва қўшимча механизмларни ҳаракатлаштиришга сарфланган индикатор босимнинг улуши:

$$p_m = 0,105 + 0,012 \cdot C_n = 0,105 + 0,012 \cdot 9 = 0,213 \text{ МПа}; C_n = 9 \text{ м/с деб оламиз, } C_n = (8 \dots 12 \text{ м/с});$$

— циклнинг ўртача эффектив босими:

$$p_e = p_i - p_m = 0,883 - 0,213 = 0,67 \text{ МПа};$$

— механик ф. и. к.:

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i} = \frac{0,67}{0,883} = 0,76;$$

— ёнилгининг индикатор солиштирма сарфи:

$$q_i = 3600 \frac{\rho_0 \eta_v}{p_i \alpha l_0} = 3600 \frac{1,10 \cdot 0,874}{0,883 \cdot 1,35 \cdot 14,35} = 202 \text{ г/(кВт соат)};$$

$$\rho_0 = \frac{p_0 \cdot 10^4}{R_0 \cdot T_0} = \frac{1 \cdot 10^4}{29,27 \cdot 310} = 1,10 \text{ кг/м}^3 - \text{янги заряднинг}$$

зичлиги.

$R_0 = 29,27$ — ҳавонинг универсал газ доимийси;

— циклнинг индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = \frac{3600}{q_i H_u} \cdot 10^3 = \frac{3600 \cdot 10^3}{203 \cdot 42000} = 0,424;$$

— ёнилгининг эффектив солиштирма сарфи:

$$q_e = \frac{q_i}{\eta_m} = \frac{202}{0,76} = 266 \text{ г/(кВт соат)}$$

— эффектив ф.и. к.:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m = 0,76 \cdot 0,424 = 0,322.$$

з) Цилиндр ва двигателнинг асосий ўлчамларини аниқлаш:

— цилиндрнинг иш ҳажми:

$$V_h = \frac{120 \cdot N_e}{p_e \cdot n \cdot i} = \frac{120 \cdot 110}{0,67 \cdot 3000 \cdot 8} = 0,84 \text{ л};$$

— цилиндрнинг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_h}{0,785 \cdot s / D}} = \sqrt[3]{\frac{0,84}{0,785 \cdot 0,9}} = 1,06 \text{ дм} = 106 \text{ мм};$$

— поршен йўли:

$$S = D \cdot (S/D) = 106 \cdot 0,9 = 95,6 \text{ мм.}$$

Узил – кесил $D = 106 \text{ мм}$ ва $S = 96 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз;

— поршеннинг ўртача тезлиги:

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30 \cdot 10^3} = \frac{96 \cdot 3000}{30 \cdot 10^3} = 9,6 \text{ м/с.}$$

Танланган C_n нинг қиймати ҳисобланганидан кўпи билан 5...10% фарк қилиши керак. Акс ҳолда C_n нинг қийматини қўйтадан ҳисоблаш керак бўлади:

— двигател литражи:

$$V_n = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot i = 0,785 \cdot 1,06^2 \cdot 0,968 = 6,78 \text{ л};$$

D ва S дм ларда олинган;

— максимал эффе́ктив кувват:

$$N_{e \max} = \frac{p_e \cdot V_n \cdot n}{120} = \frac{0,67 \cdot 6,78 \cdot 3000}{120} = 111,1 \text{ кВт};$$

— индикатор кувват:

$$N_i = \frac{N_{e \max}}{\eta_m} = \frac{111,1}{0,76} = 146 \text{ кВт};$$

— литрли кувват:

$$N_l = \frac{N_{e \max}}{V_n} = \frac{111,1}{6,78} = 16,4 \frac{\text{кВт}}{\text{л}};$$

— эффе́ктив буровчи момент;

$$M_e = 10^3 \frac{N_{e \max}}{n} = \frac{10^3 \cdot 111,1}{3000} = 37,1 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

— индикатор буровчи момент:

$$M_i = \frac{M_e}{\eta_m} = \frac{37,1}{0,76} = 48,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

— номинал режимдаги ёнилгининг соатли сарфи:

$$G_e = q_e \cdot N_{e \max} = 266 \cdot 111,1 \cdot 10^{-3} = 30,08 \text{ кг/соат.}$$

7.3. ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ДИАГРАММАСИНИ ЧИЗИШ

1. Карбюраторли двигател

Индикатор диаграммани $p - V$ координаталар системасида чизишда масштабларни шундай танлаш керакки, баландлигининг асосига нисбати 1,2 ... 1,5 ни ташкил қилсин (7.4-рasm). Бунинг учун абсцисса ўқига AB узунликни олиб қўямиз. AB — чизик бошка масштабда поршен йўли S ёки цилиндр ҳажми V_h ни белгилайди. Ёниш камерасининг ҳажмини белгилайдиган узунлик OA ни қуйидаги ифодадан аниқлаймиз:

$$OA = \frac{AB}{\varepsilon - 1}, \text{ мм.}$$

Босим ва поршен йўлининг масштабларини қуйидагича танлаш мақсадга мувофиқдир:

$$\text{агар } S = AB = 140 \dots 150 \text{ мм бўлса, } m_p = 0,02 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}},$$

$$\text{агар } S = AB = 280 \dots 300 \text{ мм бўлса, } m_p = 0,01 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}}.$$

O нуктасидан ордината ўқини ўтказамиз. Сўнгра атмосфера чизигини ўтказамиз; ю. ч. н. ва п. ч. н. чизикларида эса r , a , c , z , v нукталарни белгилаймиз (бу нукталарнинг мос босимлари двигателнинг иссиқлик ҳисобидан олинади). Сикиш ва кенгайиш чизиклари график усулда олиб борилади. Бунинг учун O нуктадан абсцисса ўқига $\alpha = 15 \dots 20^\circ$ бурчак остида нур OC ни чизамиз. Ордината ўқига нисбатан β_1 ва β_2 бурчак остида OD ва OE нурларни чизамиз. β_1 ва β_2 бурчаклар қуйидагича аниқланади:

$$\text{tg } \beta_1 = (1 + \text{tg } \alpha)^{n_1} - 1; \quad \text{tg } \beta_2 = (1 + \text{tg } \alpha)^{n_2} - 1.$$

Сикиш чизигини чизиш учун c нуктадан ордината ўқи билан кесингунча горизонтал чизик ўтказилади. Кесишиш нуктасидан ордината ўқига 45° бурчак остида нур ўтказилади (OD чизиги билан кесингунча). Бу кесишиш нуктасидан горизонтал чизик ўтказилади. Сўнгра c нуктадан OC нур билан кесингунча перпендикуляр чизик ўтказилади. Кесишиш нуктасидан

перпендикуляр чизикка 45° бурчак остида абсцисса ўқи билан кесилинган чизик ўтказилади. Бу кесилиш нуктасидан ордината ўқига параллел чизик чизилади. Юқоридаги горизонтал чизик билан ушбу тик чизикнинг кесилишган нуктасини I деб белгилаймиз. 2 нукта ҳам худди шу усулда топилади, фақат бу ҳолда чизмалар I нуктадан бошланади. Ушбу чизик a нуктагача давом эттирилади ва нукталар лекало оркали бирлаштирилади.

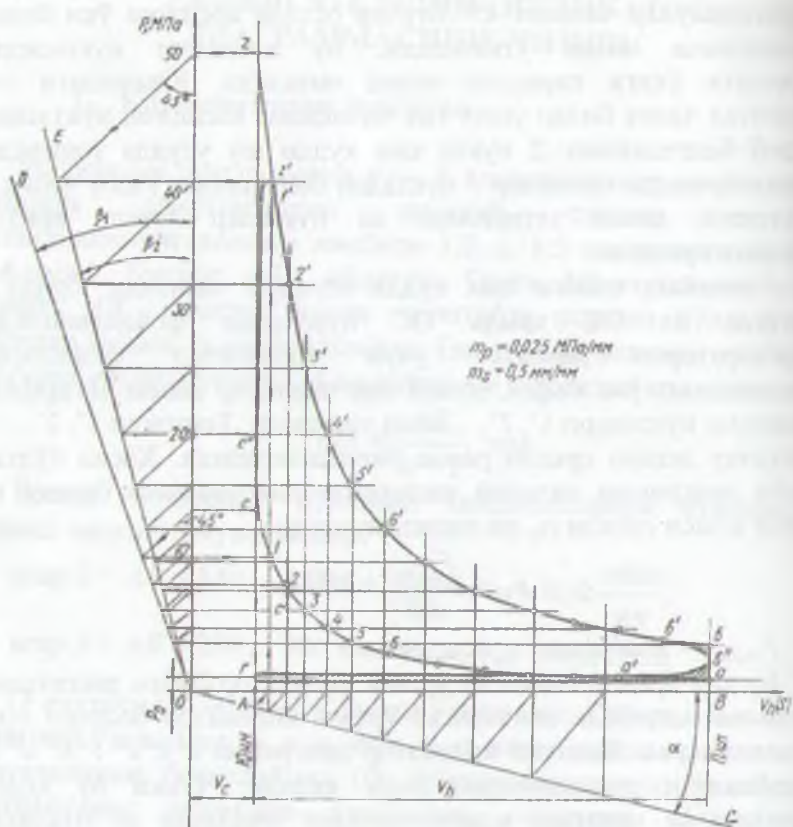
Кенгайтириш чизиги ҳам худди шундай чизилади, бунда z нуктаси ва ОЕ ҳамда ОС нуқталардан фойдаланилади. Карбюраторли двигател учун горизонтал чизикларни ўтказишнинг ўзи kifoya, чунки тик чизиклар давом эттирилса, кесилиш нукталари $1', 2', \dots$ осон топилади. Топилган $1', 2', \dots$ b нукталар лекало оркали равои бирлаштирилади. Ҳосил бўлган $aczb$ диаграмма назарий индикатор диаграммани беради ва унинг юзаси оркали p_{ik} ни топиш мумкин:

$$p_{ik} = \frac{\int_{aczb}}{AB}, \text{ МПа};$$

$\int_{aczb}$ — диаграмма юзаси, мм^2 .

Бу юза оркали топилган ўртача индикатор босим двигателни тешиқлик ҳисобида аниқланган ўртача индикатор босимга тенг бўлиши керак. Ҳақиқий индикатор диаграмма $a' c' c'' z' b'' b' a'$ ҳисобланган диаграммадан фарк қилади. Чунки бу ҳолда киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиши ва ёпилиши ченал нукталарда содир бўлади деб олинган эди.

Ҳақиқий двигателда эса киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиш ва ёпилиш пайтлари тажриба йўли билан топилади. Электр учқуни поршен ю. ч. н. га етмасдан берилади, натижада босимнинг ошиши бошқача бўлади ($c' c''$ чизик). Ёниш жараёни давомида иш хажми ўзгаради. Шу сабабли ҳақиқий диаграмманинг юзаси ҳисоблаб чиқилган диаграммаларникидан бир оз кичик бўлади ва $\varphi_i = 0,92 \dots 0,97$ коэффициент оркали топилади. Максимал босимнинг ҳақиқий киймати эса $p_z = 0,85 p_z$ бўлади. c' нуктанинг ҳолати ёнишнинг пайдаланиш бурчаги билан белгиланади. c'' нуктага мос босим эса

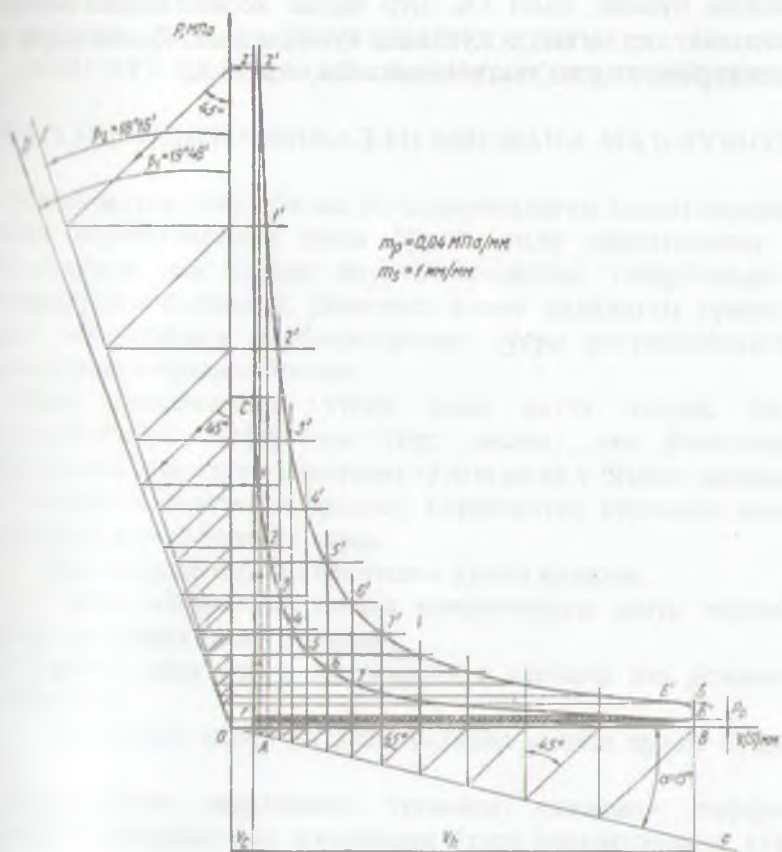


7.4-расм. Карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммасини чизиш усули

қуйидагича топилади: $p_{c''} = (1,15 \dots 1,25) \cdot p_c$. Ордината ўқидан z нуктасигача бўлган бурчак $10 \dots 15^\circ$ га тенг. b_1 нуктанинг ҳолати чиқариш клапанининг очилиш пайти билан белгиланади; a'' нукта эса b ва a нукталар ўртасида олинади. Ҳақиқий индикатор диаграммадан ҳақиқий ўртача индикатор босим аникланади:

$$p_i = \frac{L}{V_h} = m_p \frac{\int_{a'c''z'b'a'} p \, dv}{AB}, \text{ Топишган бу босим иссиқлик}$$

ҳисобида топишган босимга тенг бўлиши лозим ва фарқи $3 \dots 5\%$ дан ошмаслиги керак.



7.5-расм. Дизелнинг индикатор диаграммасини чизиш

Тўрт тактли дизелнинг индикатор диаграммаси худди карбюраторли двигателники каби чизилади (7.5-расм). Фақат масштаблар бошқача олинади ва кенгайиш чизигини чизиш z' нуқтасидан бошланади. z' нуқтанинг ҳолати эса қуйидагича топилади:

$$zz' = OA (\rho - 1), \text{ мм};$$

ρ — бирламчи кенгайиш даражаси:

агар $S = AB = 140 \dots 150$ мм бўлса, $m_p = 0,04$ МПа/мм.

$S = AB = 280 \dots 300$ мм бўлса, $m_p = 0,02$ МПа/мм.

Демак, дизелнинг кенгайиш чизиги ю. ч. н. дан zz' масофага

VIII боб

УЧКУН БИЛАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ДВИГАТЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

8.1. ГИДРОДИНАМИКАДАН ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТ

Карбюратор учкун билан ўт олдириладиган двигателларнинг асосий агрегатларидан бири бўлиб, унда двигателнинг иш режимларига мос ҳолда ёнувчи аралашма тайёрланади ва цилиндрларга берилади. Двигател ҳосил қиладиган қувват ва унинг тежамлилиги карбюраторнинг тўғри ростланганлигига, яъни ишлаш сифатига боғлиқ.

Ҳаво тозаланишдан ўтган ҳаво катта тезлик билан карбюраторнинг диффузори (тор қисми) дан ўтаётганида турканишдан чиқаётган ёнилғини тўзитади ва у билан аралашиб, иш аралашмасини ҳосил қилади. Карбюратор қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

- бир жипсли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- барча юклама ва тезлик режимларида зарур таркибли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- қисқа вақт ичида двигателнинг керакли иш режимини таъминлаши;
- тушилиши оддий ва эксплуатация қилиш қулай бўлиши керак.

Карбюратория жараёнини ўрганиш ҳавонинг диффузор оралиғи, ёнилғининг эса жиклёрдан ўтиш шароитларини кўриб чиқишнинг талаб қилади. Шу сабабли, қуйида гидродинамика курсидан маълум бўлган суюқликларнинг оқиш хоссаларига тегиниш маълумотларни келтирамиз.

Суюқликнинг идишдан оқиб чиқиши. 8.1-расмда карбюраторнинг қалқовучли камерасидан суюқликнинг оқиб чиқиш жараёни тасвирланган. Бундай камераларда сатҳ H ўнгариб бўлганидан суюқликнинг оқиб чиқиш тезлиги ҳам ўнгарибиди ва бу ҳаракат тургун ҳаракат дейилади.

Нисбатда 3 даги оқимнинг ихтиёрий жойидан тик текислик ўтказилса, улар кузатилаётган оқимнинг тезлиги ω бўлса, шу оқим юзасидан оқиб ўтаётган суюқликнинг миқдори қуйидагича ҳисобланади:

$$Q = F \cdot W, \text{ м}^3/\text{с}$$

ёки

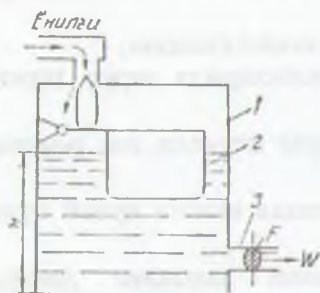
$$Q = F \cdot W \cdot \rho, \text{ кг/с;}$$

бу ерда ρ — суюкликнинг зичлиги, кг/м^3 . Ўзгарувчан кесимли найча орқали оқиб ўтаётган суюкликнинг исталган кесимидаги тезлик қуйидагича аниқланади: $W_2 = \frac{F_1 W_1}{F_2}$.

Суюкликнинг энергияси E_c умумий ҳолда ҳолат энергияси $E_{\text{хол}}$ босим энергияси $E_{\text{бос}}$ ва кинетик энергия $E_{\text{кин}}$ йиғиндисидан иборат, яъни

$$E_c = E_{\text{хол}} + E_{\text{бос}} + E_{\text{кин}}.$$

Ҳаракатланаётган суюклик энергиясининг балансини тузиш учун солиштирма энергия $e = \frac{E}{G}$ тушунчасидан фойдаланамиз.



8.1-расм. Суюкликнинг идиш-дан оқиб чиқиш схемаси



8.2-расм. Суюкликнинг тўла энергиясини аниқлаш

Суюкликнинг тўла энергиясини қуйидаги схема (8.2-расм) дан аниқлаш мумкин. Бунинг учун идиш остидан горизонтал xx текислигини ўтказамиз ва ҳисобни шу текисликка нисбатан олиб борамиз.

А зонадаги суюклик зарраларининг xx текисликка нисбатан тўла ҳолат энергияси

$$E_{\text{хол}} = G z;$$

бу ерда G — оғирлик кучи бирлиги;

z — А нуктанинг геометрик баландлиги, м.

Демак, ҳолатнинг солиштирма энергияси A нуктанинг геометрик баландлигига тенг.

Кузатилаётган A зонадаги заррачалар атрофдаги суюқлик устунининг босими остида бўлади ва бу босим қуйидагича ҳисобланади:

$$H_{\text{бос}} = \frac{p}{\rho g}.$$

Босимнинг тўла энергияси:

$$E_{\text{бос}} = G \frac{p}{\rho g}.$$

Босимнинг солиштирма энергияси:

$$e_{\text{бос}} = \frac{E_{\text{бос}}}{G} = \frac{p}{\rho g} = H_{\text{бос}}.$$

Ҳолат ва босим солиштирма энергияларининг йиғиндиси *солиштирма потенциал энергия* ёки *пъезометрик босим* дейилади ва H ҳарфи билан белгиланяди, яъни $H = e_{\text{хол}} + e_{\text{бос}}$. Пъезометрик босим xx текислигидан пъезометрдаги суюқлик сатҳигача бўлган суюқлик устунининг баландлигига тенг, яъни

$$H = z + \frac{p}{\rho g}, \text{ м.}$$

Иддиндан оқиб чиқаётган суюқлик заррачаларининг кинетик энергиясини қуйидаги тенгламадан аниқлаш мумкин:

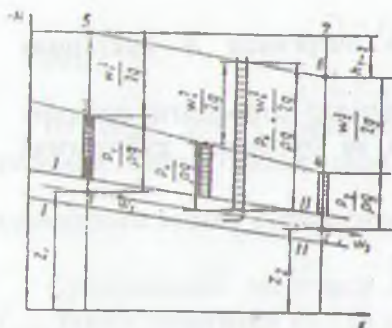
$$E_{\text{кин}} = \frac{mW^2}{2}.$$

Бу ерда: m — суюқлик заррачаларининг массаси; W — суюқлик заррачаларининг тезлиги.

Солиштирма кинетик энергия деб аталувчи тезлик босими қуйидагича ҳисобланади:

$$e_{\text{кин}} = \frac{mW^2}{2G};$$

бу ерда $G = mg$ бўлгани учун



8.3-расм. Суюкликнинг
трубкада ҳаракатланиш
схемаси

$$e_{\text{кин}} = \frac{W^2}{2g} \text{ бўлади.}$$

Демак, ҳаракатда бўлган суюкликнинг умумий солиштирма энергияси қуйидагича топилади:

$$E_c = E_{\text{хол}} + E_{\text{бос}} + E_{\text{кин}} = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}.$$

Энди суюклик заррачаларининг I-I кесимидаги 4 нуктасидан II-II кесимидаги 2 нуктасигача бўлган ҳаракатини кузатамиз (8.3-расм). 1 нуктада суюклик заррачаларининг ҳолати W_1 , p_1 ва z_1 параметрлар билан, 2 нуктада эса W_2 , p_2 ва z_2 билан белгиланади. Энергия баланси тенгламасига асосан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} = \text{const.}$$

Лекин аслида, суюклик окканда энергиянинг маълум бир қисми қаршиликларни енгиш учун сарф бўлади. Йўқотилган энергия миқдорини h_{1-2} билан белгилаймиз. У ҳолда юқоридаги тенглама қуйидагича ёзилади:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} + h_{1-2}.$$

Бу тенгламалар *Бернулли тенгламаси* дейилади ва ундаги кўрсаткичлар узунлик бирлигида ўлчанади. 8.3-расмдаги 1 – 2 чизик суюклик заррачаларининг ҳаракат траекториясини,

3 – 4 чизик $z + \frac{p}{\rho g}$ га тенг бўлган пьезометрик босимни, 5 – 6

чизик эса $z + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$ га тенг бўлган тўла босимни

характерлайди, 7 – 6 чизик кузатилаётган участкада босимнинг камайишини кўрсатади.

Пьезометрик босимнинг киймати пьезометр ёрдамида,

тезлик босимининг киймати эса Пито найчаси билан ўлчанади. Ёшнинг учун Пито найчасининг очик учи суюқлик оқимиغا қарши ўрнатилади.

Пьезометрдаги суюқлик устунининг баландлиги $\frac{P}{\rho g}$ кийматта, Пито найчасидаги баландлик эса тўла босимга, яъни $\frac{P}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$ га тўғри келади. Бу кийматларнинг айирмаси тезлик босими $\frac{W^2}{2g}$ га тенг.

Суюқлик ўткир қиррали тешик орқали оқиб чиқаётганида у шунданлаки на чиқиш олдида унинг қўндаланг кесими тешикнинг ўқидаги кесими юзаси F дан кичик бўлади (8.4-расм) ҳамда босим юзаларининг нисбати сиқиш коэффициентини орқали ифодаланади. Суюқлик тешик орқали оқиб чиқаётганида микдорини босим қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{сукот}} = \xi \frac{W^2}{2g}.$$

$\xi = F_{\text{сик}}/F$ — тешикнинг ўқидаги кесимига нисбатан олдинги қаршилиқ коэффициенти.

Суюқликнинг оқиб чиқиш тезлиги қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$W = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \cdot \sqrt{2gH};$$

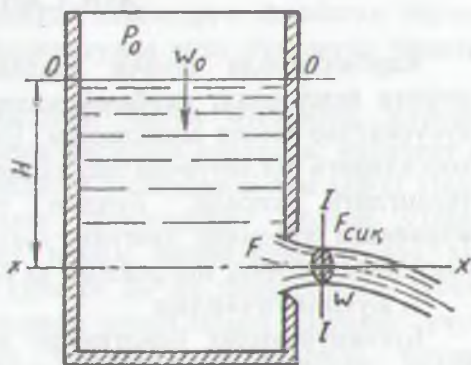
бу ерда $\frac{1}{\sqrt{1+\xi}} = \varphi$ бўлиб,

тезлик коэффициенти деб аталади. У ҳолда

$$W = \varphi \sqrt{2gH} \text{ бўлади, } \varphi \approx 0,97.$$

Тешикдан оқиб чикувчи суюқлик миқдори:

$$Q = F_{\text{сик}} W, \text{ м}^3/\text{с}$$



8.4-расм. Суюқликнинг тешик орқали оқиб чиқиш схемаси

ёки

$$Q = \xi \varphi F \sqrt{2gH} = \mu F \sqrt{2gH};$$

бу ерда: $\mu = \xi \varphi$ — сарфланиш коэффициенти.

Демак, тешикнинг кесим юзаси маълум бўлса, бу тешик орқали окиб чикувчи суюклик микдори сарфланиш коэффициенти μ билан аникланади. Окиб чикувчи суюклик микдорини ошириш учун тешик оғзига турли шаклдаги насадкалар ўрнатилади. Насадка ишлатилганда суюклик оқими насадканинг бутун кесим юзасини тўлдиради ва $\xi = 1$ бўлади, бу кесимда суюклик тезлигининг ортиши натижасида окиб чикувчи суюклик микдори ҳам ортади. Демак, насадкадан окиб чиқаётган суюкликнинг микдорини аниклаш учун сарфланиш коэффициенти μ , тешикнинг кесим юзаси F ва пьезометрик босим H маълум бўлиши керак.

8.2. ЁНИЛГИНИНГ КАРБЮРАЦИЯЛАНИШ ХОССАЛАРИ

Карбюраторда ёнувчи аралашма тайёрлаш жараёнининг сифати ёнилгининг карбюрацияланиш хоссалари деб аталувчи хусусиятлар билан аникланади. Ёнилгининг карбюрацияланиш хоссаларига бугланувчанлик, зичлик, бугланиш иссиқлиги, сирт таранглиги киради. Бундан ташқари, карбюрацияланиш жараёнига ҳавонинг температураси, шу жараёнга ажратилган вақт, двигателнинг иш режими ва бошқалар таъсир қилади.

1. Бугланувчанлик

Бугланувчанлик ёнилгининг суюқ ҳолатдан газ ҳолатига ўтиш жараёнини характерлайди. Бу жараён ёнилгининг фракцион таркибига, бугларнинг эластиклигига, сирт таранглигига ва буг ҳосил қилиш иссиқлигига боғлиқ.

Ёнилгининг фракцион таркиби ГОСТда бензиннинг бугланиш хоссаларини, двигателнинг юклама ўзгаришига тез мослашувини ҳисобга олган ҳолда белгиланган.

Бугларнинг эластиклиги ёнилгидаги енгил фракцияларнинг микдорига боғлиқ. Енгил фракциялар канча кўп бўлса, бугларнинг эластиклиги шунча катта бўлади. Бугларнинг босими маълум кийматга эга бўлиши лозим. Айрим сабабларга

ёру бу босим атмосфера босимига тенг ёки ундан катта бўлса, ёнилги трубаларида буг пробкалари ҳосил бўлиши мумкин ва натижада, двигателни юргизиб юбориш қийинлашади.

2. Зичлик

Бензиннинг зичлиги ҳам ёнилгининг карбюрацияланиш ҳолатларига таъсир қилади. Бензиннинг зичлиги канча катта бўлса, унинг сирт таранглиги шунча катта бўлади. Демак бундай ёнилгининг ҳаво окими таъсирида парчаланиши (томчилар катта бўлади) ва бугланиши ёмон бўлади. Натижада керакли таркибдаги ёнувчи аралашма олиб бўлмайди.

3. Бугланиш иссиқлиги

Ёнилгининг бугланиш жараёни бугланиш иссиқлиги билан боғлиқланади. Масалан 1 кг бензинни буглатиш учун 315 кЖ/кг ёки 75 ккал/кг миқдорда иссиқлик керак. Бугланиш иссиқлиги ёнилги катта бўлса бугланиш жараёни шунча қийин боради. Бу ҳолда киритиш каналларини қизитишни кучайтириш талаб этилади.

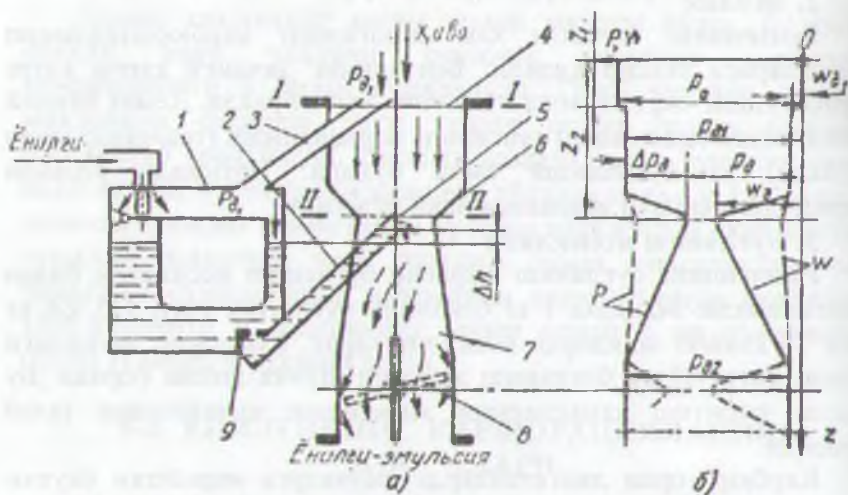
Карбюраторли двигателларда цилиндрга кираётган ёнувчи аралашма ёниш жараёни бошлангунча тўла бугланган бўлиши шарт.

Ёнилги пуркагичдан чиқиши билан бугланиш жараёни боғлиқланади. Бугланиш жараёни киритиш каналида, киритиш ва ёнилги жараёни давомида двигател цилиндрида ҳам давом этади. Ёнилги киритиш каналининг деворларида қисман ўтириб қолгани учун двигателнинг айрим цилиндрларига ҳар хил таркибли ёнувчи аралашма тушади. Бу эса двигателнинг қувват ва тежамлилиқ кўрсаткичларини пасайтиради. Шунинг учун, ёнилгининг кўпроқ қисми киритиш каналларида, ёнувчи аралашма киритиш клананларига етиб келмасдан бугланиши керак.

Киритиш каналида ёнилги ҳаводан олинган иссиқлик ҳисобига бугланади. Шу мақсадда кўпгина карбюраторли двигателларда чиқариш каналлари киритиш каналларининг орасига ўрнатилади. Бу эса ёнилгининг бугланишини кучайтириб, ёнувчи аралашманинг керакли таркибини ҳосил этилади.

8.3. ОДДИЙ КАРБЮРАТОР

Оддий карбюраторнинг схемаси



8.5-расм. Элементар карбюраторнинг схемаси

Мураккаб карбюраторларнинг иш принципини ўрганиш учун оддий карбюраторнинг схемаси билан танишиш мақсадга мувофиқ. Ҳаво оқими юқоридан пастга йўналган оддий карбюраторнинг схемаси 8.5-расм, *а* да кўрсатилган. У қуйидаги элементлардан ташкил топган:

I-I — ҳаво-эмульсия тракти (йўли), бу йўлдан тоза ҳаво ва унинг ёнилғи билан аралашмаси (ёнилғи эмульсияси) оқади. Ҳаво-эмульсия тракти ҳаво фильтри билан туташтирилган ҳаво киригувчи патрубок 4, диффузор 6 ва дроссел заслонка 8 ли аралаштириш камераси 7 дан иборат. II-II — ёнилғи - эмульсия йўли, бу йўлдан соф ёнилғи ва ёнилғи эмульсияси оқади. Бу тракт конуссимон беркитиш клапани бўлган камера 1, жиклёр 9, найча (канал) 2 ва диффузорнинг торайган қисмида жойлашган ўзитгич 5 дан иборат.

8.5-расм, *б* да карбюраторли двигател икки хил юкламада ишлаганда карбюратордан ўтаётган ҳавонинг тезлиги ва босимининг ўзгариш характери тасвирланган. Графиклардан

кўришиб турибдики, диффузор торайган сари ундан ўтаётган ҳавонинг босими камайиб боради. Босим ўзининг энг кичик қиймати p_d га диффузорнинг энг тор қисмида эришади. Шундан сўнг, диффузор кенгайиб бориши билан ҳаво босими ҳам ортиб боради, лекин қаршиликлар ҳисобига p_{d2} ҳар доим p_{d1} дан кичик бўлади. Ҳавонинг тезлиги унинг босимига тескари пропорционал равишда ўзгаради. Ҳавонинг энг катта сийраклиги диффузорнинг энг тор қисмида содир бўлгани учун у ерда ҳаво оқимининг тезлиги максимал қийматга эришади.

Қалқовучли камерадаги ёнилгининг сатҳи қалқовуч ва шлангсимон клапан ёрдамида ўзгармас ҳолда тутиб турилади. Пуркагичнинг ёнилги чиқадиган тешиги қалқовучли камерадаги ёнилги сатҳидан $\Delta h = 5 \dots 8$ мм баландроқда бўлиши шарт. Пуркагич бундай жойлашса, двигател ишламай турганда ёки автомобил ортикча қияланганда камерадан бензин оқиб кетмайди.

Қалқовучли камера ҳаво киритиш патрубогига, яъни диффузор олди бўшлиғига найча орқали туташган. Шунинг учун ҳам қалқовучли камерадаги ҳаво босими диффузор олдидиги ҳаво босими p_{d1} га тенг. Бундай қалқовучли камера *мувозанабатланган камера* дейилади. Ушбу карбюраторнинг афзаллиги шуки, ҳаво фильтри ифлосланиб ишдан чикканда ҳам ёнунчи аралашма куюклашиб кетмайди.

Агар қалқовучли камера атмосфера билан туташган бўлса, у *мувозанабатланмаган камера* дейилади. Бундай камералар асосан *двигателларни* ишга тушириш двигателларида қўлланилади.

Одатда, тўзитгич диффузорнинг энг тор қисмига уриштилади, чунки бу жойда ҳаво энг катта сийраклик ва тегишсиз эга бўлади. Ёнилги қалқовучли камерадаги ва диффузордаги босимлар фарқи натижасида қалқовучли камерадан жиклёр 9 ва пуркагич 5 орқали диффузорга оурилади. Юқоридан пастга йўналган ҳаво оқими эса ёнилгининг майда томчиларини тўзитади, томчилар қисман бутта айланади ва ҳаво билан аралашиб, киритиш трубалари орқали двигател цилиндрларига тақсимланади. 8.5-расм, б да *нотриш чизиклар* билан двигател кичик юкламаларда ва салт ишлаганда ҳаво оқимининг тезлиги ҳамда босими келтирилган. Графикдан кўришиб турибдики, катта сийраклик дроссел

заслонканинг кетида ҳосил бўлади. Бу усулдан юқорида келтирилган режимларда ишлайдиган карбюраторларда фойдаланилади.

Оддий карбюраторнинг характеристикаси

Диффузорга пуркагичдан оқиб тушадиган ёнилгининг миқдори жиклёр олди ва кетидаги босимлар фарқи, жиклёрнинг ўтказувчи кесим юзи ва унинг қаршилиги билан аниқланади. Диффузор 6 дан ўтаётган ҳавонинг миқдори диффузор олди ва кетидаги босимлар фарқи, диффузор энг тор қисмининг кесим юзи ва унинг қаршилиги билан аниқланади.

Одатда, ҳар бир карбюраторли двигател учун мос карбюратор танланади, чунки диффузор бўғизини ва жиклёрнинг ўтказиш кесимларини танлаб, ёнувчи аралашманинг керакли таркибини олиш мумкин. Аралашма таркиби ҳавонинг ортиклик коэффиценти билан характерланади. Бу коэффицент двигателни синаш пайтида қуйидагича ҳисобланади:

$$\alpha = \frac{G_x}{G_e \cdot l_o};$$

бу ерда G_x — 1 соат давомида диффузор орқали ўтган ҳаво миқдори, кг;

G_e — 1 соат давомида жиклёр орқали ўтган ёнилғи миқдори, кг;

l_o — 1 кг ёнилгининг тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори, бензин учун $l_o = 14,9$ кг.

Диффузордан ўтаётган ҳавонинг миқдори оқимнинг сиқилиш коэффицентини ҳисобга олганда қуйидагича аниқланади:

$$G_x = \xi_d \cdot F_d \cdot \omega_d \cdot \rho_o;$$

бу ерда ξ_d — оқимнинг сиқиш коэффиценти, $\xi_d = 0,95$;

F_d — диффузор бўғизининг ўтказиш кесим юзи, m^2 .

ω_d — диффузор бўғизидаги ҳавонинг тезлиги, м/с;

ρ_o — хавонинг зичлиги, кг/м^3 .

Хавонинг диффузордаги тезлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$W_d = \varphi_d \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p_d}{\rho_o}};$$

бу ерда φ_d — тезлик коэффициенти; $\varphi_d = 0,75 \dots 0,9$;

$\Delta p_d = p_{d1} - p_{d2}$ — босимлар фарқи.

$\xi_d \cdot \varphi_d = \mu_d$ эканлигини эътиборга олиб диффузордан ўтаётган ҳаво миқдорини ҳисоблаш учун қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$G_x = \mu_d \cdot F_d \cdot \sqrt{2 \Delta p_d \cdot \rho_o} \text{ кг/с.}$$

Одатда, G_x двигателни стенда синаш вақтида ҳаво сирфини ўлчайдиган асбоб ёрдамида ўлчанади. У ҳолда G_x қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$G_x = \frac{\Delta V}{\tau} \cdot 3600 \rho_x, \text{ кг/соат};$$

бу ерда ρ_x — хавонинг зичлиги, кг/м^3 ;

ΔV — хавонинг ўлчанадиган дозаси, м^3 ;

τ — ёнилгининг сарф вақти, с.

Двигателларни синаш вақтида G_e қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$G_e = \frac{\Delta g}{\tau} \cdot 3,6, \text{ кг/соат};$$

бу ерда Δg — ўлчанадиган ёнилғи дозаси, г;

τ — ёнилгининг сарф вақти, с.

Цилиндрга берилаётган ёнилгининг миқдорини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$G_e = \mu_{ж} \cdot F_{ж} \sqrt{2 \cdot \Delta p_d \cdot \rho_e}, \text{ кг/с};$$

бу ерда $\mu_{ж}$ — жиклёрнинг сарфлаш коэффициенти, $\mu_{ж} = 0,70 \dots 0,85$;

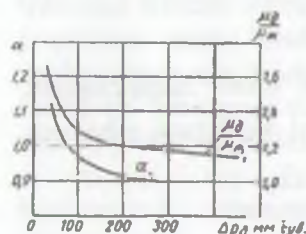
$F_{ж}$ — жиклёрнинг ўтказиш кесим юзи;

ρ_e — ёнилгининг зичлиги, кг/см^3 .

Агар ёнилгининг элементар таркиби маълум бўлса, ҳавонинг зарур назарий микдори l_0 ни ҳисоблаб чиқиб, ҳавонинг ортиклик коэффициентини аниқлаш мумкин:

$$\alpha = \frac{l}{l_0} \cdot \frac{F_d}{F_{ж}} \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{ж}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\varepsilon}}}$$

Карбюраторнинг танланган конструкцияси учун:



8.6-расм. Элементар карбюраторнинг характеристикаси

$$\alpha = C \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{ж}}$$

бўлади, чунки ифоданинг қолган ҳадлари ўзгармас.

Ҳавонинг ортиклик коэффициентини диффузордаги сийракликка мос ҳолда ўзгариши 8.6-расмда кўрсатилган. Графикларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, карбюраторда сийраклик ортиши билан ҳавонинг ортиклик

коэффициенти α ва $\frac{\mu_d}{\mu_{ж}}$ нисбат камаяди. Натижада $n = const$

бўлиб, двигателнинг юкламаси ортганда ёки дроссел-заслонканинг ўзгармас ҳолатида айланишлар частотаси ошганда Δp_d ортгани сабабли α камаяди ва ёнувчи аралашма узлуксиз қуюқлашиб боради. Ваҳоланки, бундай ёнувчи аралашма реал двигателнинг талабига жавоб бера олмайди.

8.4. ИДЕАЛ КАРБЮРАТОР

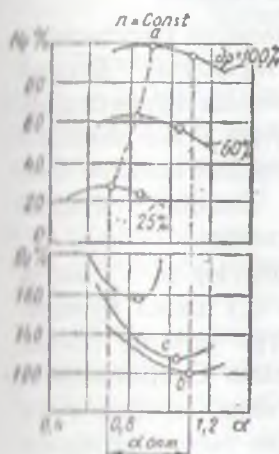
Двигател барча юкламаларда ёнувчи аралашманинг қандай таркибида энг катта қувватга ва тежамлилиқка эришишини текшириб, ёнувчи аралашманинг оптимал ўзгариш характери ни танлаш мумкин. Бунинг учун двигателнинг бир неча тезлик режимларида ва турли юкламаларида қувватнинг ҳамда ёнилғи солиштира сарфининг α га боғлиқлигини текшириш кифоя.

Дроссел-заслонканинг бир неча ўзгармас ҳолатларида қувватнинг ва ёнилғи солиштира сарфининг эгри чизиклари ҳавонинг ортиклик коэффициентига боғлиқ ҳолда 8.7-расмда

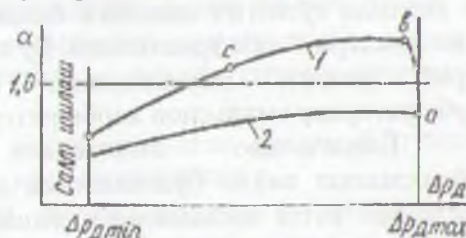
кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, катта қувват олиш учун зарур бўлган ҳавонинг ортиклик коэффициенти энг яхши тежамлилик олинадиган қийматига қараганда бир оз кичик бўлиши керак. Графикларда α нинг бу қийматлари ($\alpha_{Ne\ max}$ ва $\alpha_{Ne\ min}$) штрих чизиклар билан кўрсатилган. Улар карбюраторнинг раціонал ростилаши чегарасини белгилайди.

Маълумки, двигателдан энг катта қувват олиш учун дроссел-заслонка тўла очилади. Бунда ёнувчи аралашма куюклашиб тежамлилик бир оз ёмонлашади (a нукта). α нинг маълум қийматларидагина ($\alpha=1,05... 1,15$) двигател тежамли ишлайди, чунки α нинг бундай қийматларида ёнилғининг тўла ёниши таъминланади (в нукта). Шуни айтиш керакки, юклама қамайиши билан α нинг оптимал қийматлари ҳам кичиклашади. Юқоридагилар маълум бўлса, двигателнинг талабларига жавоб беридиган идеал карбюраторнинг характеристикасини куриш мумкин (8.8-рasm, 1 ва 2 эгри чизиклар). Бу эгри чизикда а, в, с нукталардаги α нинг қийматлари катта қувват ҳосил қилиш ва тежамли ишлаш режимлари учун келтирилган.

Оддий карбюраторнинг характеристикасини двигателнинг



8.7-рasm. Двигател қуввати ва тежамлилигининг a га қараб ўзгариши ($n=\text{const}$)



8.8-рasm. Карбюраторнинг энг қулай характеристикаси:

- 1 — тежамкорлик режимида;
- 2 — қувват режимида.

ҳар қил режимлари учун керакли таркибда ёнувчи аралашма тайёрлаб бераоладиган қилиш учун қўшимча мосламалар

ўрнатиш керак. Шунда оддий карбюратор характеристикаси идеал карбюраторникига якин бўлади.

Карбюраторга қуйидаги мосламалар ўрнатилади: оддий карбюраторнинг характеристикасини тўғрилайдиган компенсацияли асосий дозалаш тизими; салт (юкламасиз) ишлаш тизими; қуюклаштиргич (экономайзер); тезлаштириш насоси; юргизиб юбориш жихози.

8.5. КАРБЮРАТОРНИНГ АСОСИЙ ДОЗАЛАШ ТИЗИМИ

Двигател с ва ϵ нукталар чегарасида нормал ишлаши учун етарли бўлган ёнилғи миқдори унинг цилиндрларига асосий дозалаш тизими орқали тушади, чунки бу юкламалар диапазонида оддий карбюратор керакли таркибдаги ёнилғи аралашмасини тайёрлаб бера олмайди. Шу сабабли оддий карбюраторнинг характеристикасини тўғрилаш учун қуйидаги компенсациялаш тизимлари ишлатилади: ёнилгини пневматик тормозлаш; компенсация жиклери, диффузордаги сийраклашишни ростлаш ва жиклёрнинг ўтказиш кесимини ростлаш тизимлари.

Ёнилгини пневматик тормозлаш тизими

Ёнилғи пневматик усулда тормозланадиган (эмульсион) карбюратор ҳозирги пайтда энг кўп тарқалган. Бундай карбюраторнинг принципиал схемаси 8.9-расмда кўрсатилган. Бу тизимда тўзитгич каналига ёнилғи жиклери 5 дан ташқари ҳаво жиклери 7 ҳам ўрнатилади. Бу жиклёр орқали каналга ҳаво кириб ёнилғи эмульсиясини ҳосил қилади. Бундай карбюраторлар эмульсион карбюратор деб аталади.

Ёнилғи-ҳаво эмульсияси диффузорда катта сийраклашиш пайдо бўлгандагина (яъни $h > h_1$) ҳосил бўлади. Бунда эса катта юкламаларда ишланга тўғри келади. Кичик юкламаларда тўзитгичдан фақат ёнилғи чиқади. Сийраклашиш ортганда (дроссел-заслонка каттароқ очилганда) трубка 1 га жиклёр 7 орқали ҳаво кира бошлайди, бунда эмульсия ҳосил бўлади ва унинг массаси тоза ёнилғи массасидан бир неча барабар кам бўлади. Ёнилғи факат қалқовучли камера ва диффузордаги босимлар фарқи Δh ҳисобига эмас, балки h_1 — Δh баландлиги билан аниқланадиган мусбат босим таъсирида

кам, худди туташ идишлардаги каби оқиб келади ва тўзитгичдан диффузорга тушади, бунда ёнилги тўзийди ҳамда ҳаво билан араллашиб цилиндрга тушади. Ёнувчи аралашманинг суюклашиш ёки суюклашиш даражаси диффузор орқали ўтмаётган ҳавонинг умумий сарфига боғлиқ: ҳавонинг сарфи кам бўлса, диффузорда сийраклашиш унча катта бўлмайди ва босимнинг таъсири сезиларли бўлади. Диффузорда ҳаво сарфи ва сийраклашиш ортиши билан ёнилгининг оқиб чиқишига босимнинг таъсири нисбатан кам бўлади. Натижада, ёнувчи аралашма аста секин суюқлашади. Демак α нинг киймати катталашиб боради (8.9-расм, б).

Карбюраторларда тўзитгич трубаси 1 нинг ичига эмульсион трубка ўрнатилади. Эмульсион трубкада бир неча тешиклар бўлиб, улар ҳар хил баландликда жойлашган бўлади. Диффузордаги сийраклашиш ортиши билан тешиклар кўпрок очилиш бошлайди, натижада ёнувчи аралашма кўпрок суюқлашади ва аксинча. Шу сабабли, эмульсион карбюраторнинг характеристикаси идеал карбюраторнинг характеристикасига мос келади.

Компенсацион жиклёрли тизим

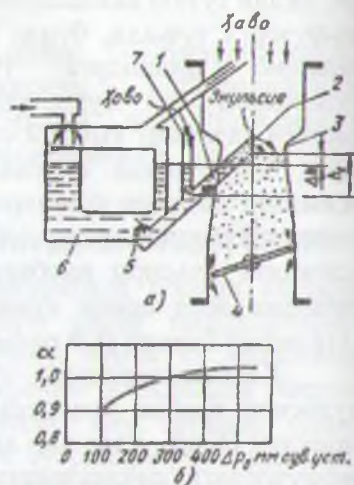
Компенсацион жиклёрли карбюраторнинг схемаси 8.10-расм, а да кўрсатилган. Бу карбюратор бош жиклёр 1, тўзитгич трубаси 5 ва компенсацион жиклёр 2 дан иборат бўлиб, у калковучли камера ва компенсациялаш қудуқчаси 3 орасидаги каналга ўрнатишган. Компенсацион жиклёр ўзининг тўзитгичи 4 ни трубкасига эга.

Расмдаги сатҳлар ва босим двигател ишламай турган пайтдаги калковучли камера учун келтирилган.

Юклама ошиши, яъни дроссел-заслонка очилиши ва диффузордаги сийраклашиш ортиши билан бош жиклёр орқали ўтмаётган ёнилги миқдори, оддий карбюратордаги каби ортади. Шу пайтнинг ўзида компенсацион қудуқдан ҳам тўзитгич орқали диффузорга ёнилги туша бошлайди. Компенсацион қудуқдан тушаётган ёнилги миқдорининг ортиши ёнилги сатҳи 11, кийматга пасаймагунча давом этади, сўнгра пуркагич 4 орқали диффузорга тушаётган ёнилгининг миқдори ўзгармай қолади. Компенсацион жиклёрли карбюраторнинг

диффузордаги сийраклашиш Δp_0 га боғлиқ ҳолда ишлаши 8.10-расм, б да кўрсатилган.

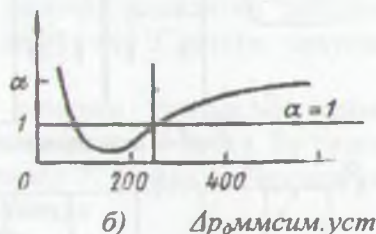
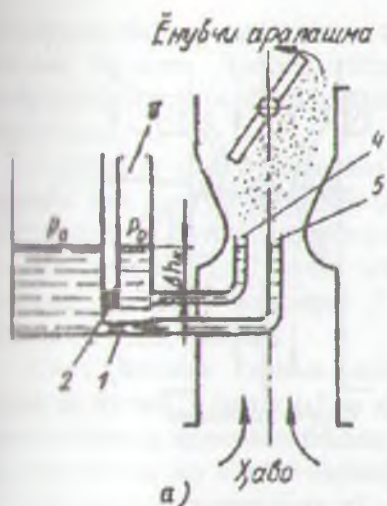
Дроссел-заслонка очила бошлаши билан иккала тўзитгичдан чиқаётган ёнилгининг миқдори ошгани сабабли, ёнувчи аралашма аввал кескин қуюқлашади, сўнгра Δp_0 нинг ортиши билан суюқлашади. Бунга сабаб, компенсацион жиклёр орқали ўтаётган ёнилғи сарфининг ўзгармай қолишидир. Жиклёрларнинг кесимини тўғри танлаб, керакли ёнувчи аралашма таркибини олиш мумкин.



8.9-расм. Ёнилгининг пневматик тормозлаш схемаси: а) карбюраторнинг схемаси; б) ёнувчи аралашма таркибининг ўзгариши.

Диффузордаги сийраклашиш ростланадиган тизим

Юқорида келтирилган усуллар каби, керакли таркибдаги ёнувчи аралашмани диффузордаги сийраклашишни ўзгартириб ҳам олиш мумкин. Бу мақсадда диффузор орқали ўтаётган ҳаво миқдорини ўзгартира оладиган карбюратор ишлатилади (8.11-расм, а). Бунинг учун карбюратор деворлари ва диффузор 3 оралиғига эластик пластиналар 4 ўрнатилади ва улар двигател ишламаганда диффузорнинг ташқи деворларига сиқилиб туради. Бундай карбюраторда ёнилғи олдий карбюратордаги каби диффузорга тўзитгич орқали тушади ва маълум сийраклашишгача α пунктгир қизик бўйича ўзгаради. Диффузордаги сийраклашиш $\Delta p_{0н}$ кийматта эришганда тезлик босими таъсирида эластик пластиналар очилади ва натижада ҳавонинг бир қисми диффузорни четлаб ўтади. Бунда диффузор орқали ўтаётган ҳавонинг нисбий миқдори камаяди ва ёнувчи аралашма суюқлашиб, унинг ўзгариши 8.11-расм, в даги каби бўлади.



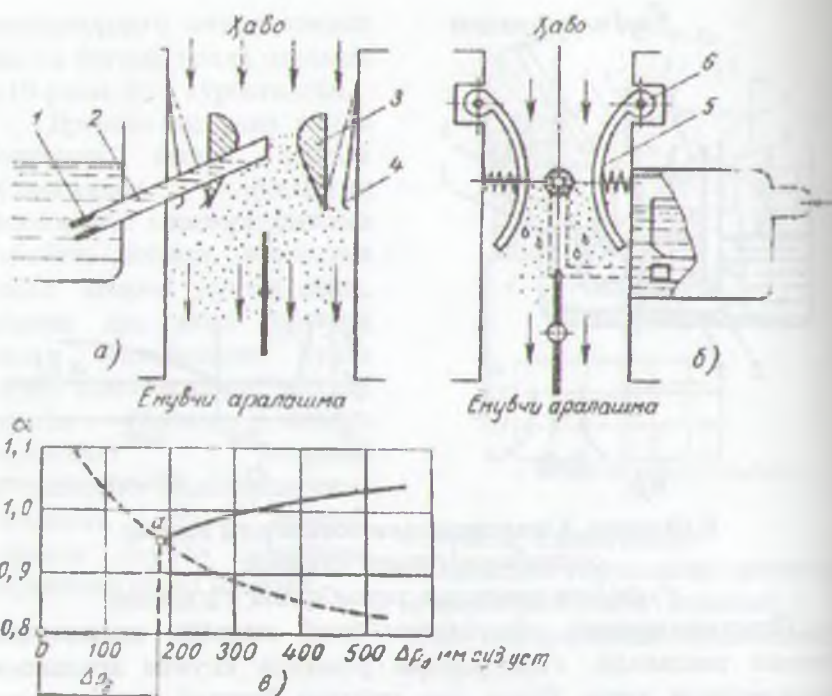
8.10-расм. Компенсацион жиклёрли тизим:

а) карбюраторнинг схемаси;

б) ёнувчи аралашма таркибининг ўзгариши

Пластиналарнинг эластиклиги ёниш жараёни шартларига биноян танланади, яъни қандай режимда ёнувчи аралашма суюқлашиши керак бўлса, шу пайтдан бошлаб пластиналар очилади.

Бундай эффектга двигателнинг иш шароитларига мос равишда ўзгарадиган ўтказувчи кесимли диффузорни қўллаб ҳам эришиш мумкин (8.11-расм, б). Дроссел-заслонка озгина очилганда бу пластиналар ўзаро яқинлашиб, бўғизнинг ҳаво ўтидиган кесими кичраяди, шу сабабли бўғизда ҳавонинг теълиги ва сийраклашиши катта бўлади. Бундай шароитларда диффузорга нисбатан кўпроқ ёнилғи тушади ва ёнувчи аралашма қуюклашади. Дроссел-заслонка очила бориши билан пластиналар ҳам очилиб, бўғизнинг ўтказиш кесими катталашади, ҳавонинг сарфи эса ортади; диффузордаги сийраклашиш ва унга тушаётган ёнилғи миқдори ҳам ортади, натижада ёнувчи аралашма суюклашади. Бундай карбюраторнинг характеристикаси идеал карбюратор характеристикасига мос келади.



8.11-расм. Диффузордаги сийраклик ростланадиган карбюраторнинг схемаси:

a — диффузор оркали ўтадиган хаво микдорини ростлаш тизими; *б* — диффузорнинг кесим юзасини ўзгартирадиган тизим; *в* — ёнувчи аралашма таркибининг характеристикаси

Жиклёрнинг ўтказувчи кесими ростланадиган тизим

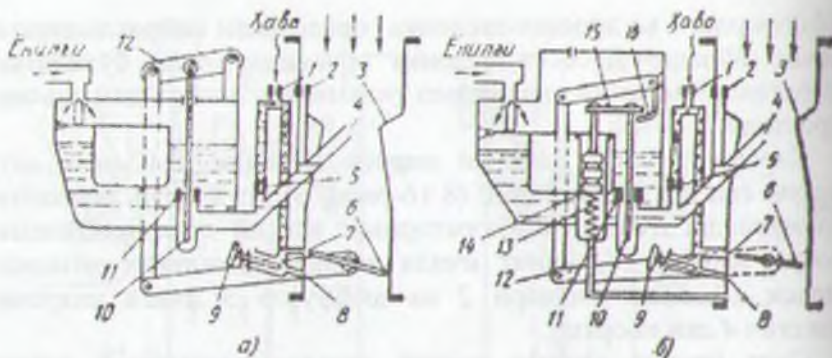
Ёнувчи аралашманинг керакли таркибини жиклёрнинг ўтказиш кесимини ростлаш билан ҳам олиш мумкин. Буни ҳаракатланувчи ниналар ёрдамида амалга оширилади. Ёнувчи аралашмани бу усулда компенсациялашни ўрганишда салт ишлаш тизимининг иш шароитларини ҳам эътиборга олиш керак. Агар салт ишлаш тизими асосий жиклёрдан кейин ўрнатилган бўлса, дроссел-заслонка ёпилганда реал характеристикалар идеал характеристикаларга катта аниқлик билан яқинлашади. Салт ишлаш тизимида ёпилгини дозалаш

диффузордаги ва дроссел-заслонка орқасидаги сийраклашишга боғлиқ бўлади. Дроссел-заслонка орқасида ҳосил бўладиган сийраклашиш асосий тақсимлаш тизимининг ишига ҳам таъсир кўрсатади.

Карбюратордаги дозалаш нинаси механик (8.12-рasm, *а*); вакуум ёки вакуум-механик (8.16-рasm, *б*) усулларда ҳаракатга келтирилади. Бундай карбюраторнинг асосий дозалаш тизими асосий жиклёр 11, унинг ичида ҳаракат қиладиган дозалаш нинаси 10, ҳаво жиклёри 2 ва диффузор 3 ичига чикувчи түпитгич 4 дан иборат.

Салт ишлаш тизими асосий дозалаш тизимидан кейин уланган бўлиб, у ёнилги 5 ва ҳаво жиклёрлари 1 га эга. Бу тизим аралаштириш камераси билан тешиклар 7, 8 орқали бирланган, пастки тешик эса винт 9 билан ростланади.

Дроссел-заслонканинг тўла очик ҳолатида дозалаш нинаси 10 ҳаракат қилмайди ва ёнувчи аралашма эмульсион карбюратордаги каби компенсацияланади. Дроссел-заслонка тўла очилганда диффузор ва аралаштириш камераси орасида босимлар фарқи пайдо бўлади. Натижада салт ишлаш тизимидан асосий дозалаш тизимига ўтади ва бу ҳолда ёнилги жиклёри 5 асосий дозалаш тизимининг қўшимча ҳаво жиклёри каби ишлайди. Дроссел-заслонканинг ҳолати ўзгарганда, конуссимон дозалаш нинаси ҳам унга боғлиқ ҳолда ҳаракатланади. Нинанинг конуси у катта юкламаларда керакли таркибдаги ёнувчи аралашма олишни таъминлайдиган қилиб танланади, чунки бу пайтда салт ишлаш тизимидан фақат ҳаво келади. Дроссел-заслонка тўла очилганда нина юкорига ҳаракатланади, буида асосий жиклёрнинг ўтказиш кесими катталашиб, натижада ёнувчи аралашма қуюқлашади. Дозалаш нинаси вакуум ёки вакуум-механик ҳаракатга келтириладиган карбюраторларда пружина 13 нинг характеристикаси дроссел-заслонкадан пастдаги сийраклашиш 100... 120 мм. сим. устунига тенг, пружина эса нинани кўтариб, ёнувчи аралашманинг қуюқлашишини таъминлайдиган қилиб танланади. Бу ўз навбатида двигателнинг катта юкламаларда ишлашига мос келади.

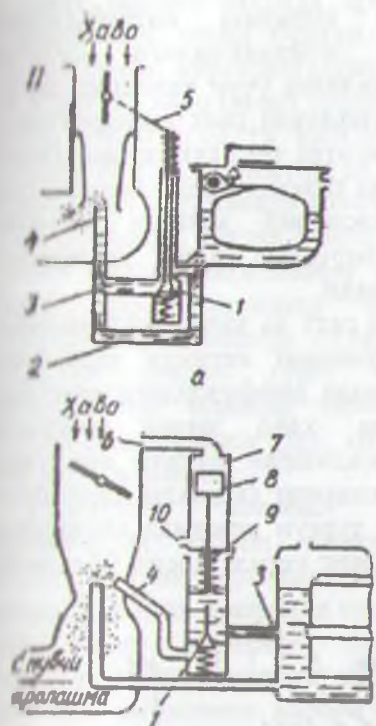


**8.12-расм Карбюратордаги дозаловчи нинани
харакатга келтириш усуллари:**
а) механик; б) вакуум-механик

8.6. КАРБЮРАТОРНИНГ ЁРДАМЧИ ТУЗИЛМАЛАРИ

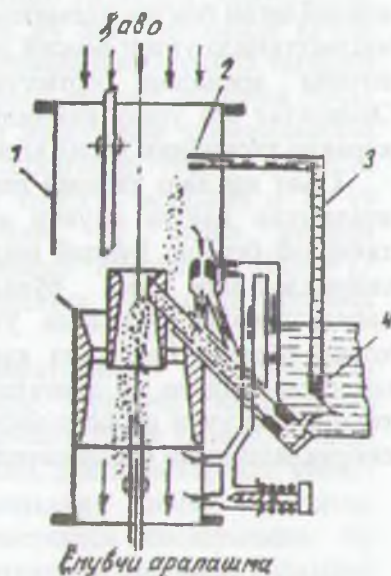
Ҳозирги замон тезюар двигателларга ўрнатиладиган карбюраторларда қуйидаги ёрдамчи тузилмалар: экономайзер; эконостат; салт ишлаш тизими; тезлатиш насоси ва юргизиб юбориш тизими мавжуд.

Экономайзер. Двигателдан энг катта қувват олиш учун ёнувчи аралашма қуюқлаштирилиши керак Бунинг учун дроссел-заслонка тез ва тўла очилади, бу ҳолда экономайзер диффузорга қўшимча ёнилғи беришни таъминлайди. Экономайзер механик ва пневматик усулда ҳаракатга келтирилиши мумкин (8.13-расм, а, б). Экономайзернинг жиклери 3 асосий жиклёр 2 га параллел ва кетма-кет уланади; кичик юкламаларда экономайзер жиклёридан ёнилғи ўтмайди. Дроссел-заслонка каттароқ очилганда рычаг 5 ёрдамида клапан 1 очилади ва экономайзер жиклери 3 ҳамда тўзитгич 4 орқали диффузорга қўшимча ёнилғи тушади. Бу жиклёрда сарфланган ёнилғи миқдори асосий жиклёрда сарфланган ёнилғи миқдорининг 15... 20% ини ташкил қилади. Натижада, ёнувчи аралашма қуюқлашади ва унинг талаб қилинган таркиби ҳосил қилинади.



8.13-расм. Экономайзерли карбюраторнинг схемилари:

а) механик ҳаракатга келтириладиган; б) пневматик ҳаракатга келтириладиган



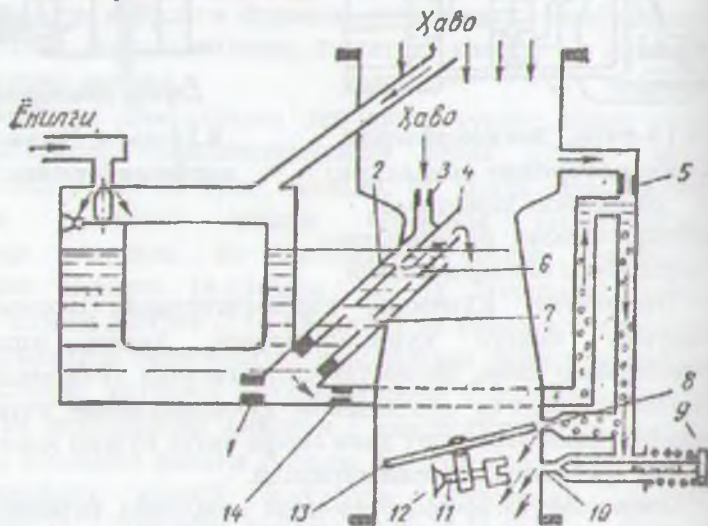
8.14-расм. Эконоустатли карбюраторнинг схемаси

Эконоустат. Кўпчилик карбюраторларда эконоустат дебитлавчи махсус қуюқлаштирувчи тизим ишлатилади. Экономайзер каби, эконоустат ҳам двигател тўла юкламаларда ишлаганда ўнувчи аралашмани қуюқлаштириш учун хизмат қилади, лекин эконоустат ҳаво сарфи катта бўлган ҳоллардагина ўнувчи аралашмани қуюқлаштиради.

Эконоустат (8.14-расм) алоҳида дозаловчи тизимни ташкил этади. У жиклёрлар 2, 4 ва трубка 3 дан иборат. Трубканинг бир ўқи ҳаво киритиш патрубогига чиқади, иккинчи ўқи эса қилқовучли камерага уланган.

Эконоустат тўзитгичи ҳаво киритиш патрубогидagi диффузордан катта масофада жойлашганлиги сабабли ёнилгининг эконоустат орқали пуркалиши учун ҳавонинг сарфи катта бўлиши керак. Агар ёнилги сифатида паст температурада қайнайдиган бензин ишлатилса, двигател энг катта қувват билан ишлаётганида унинг асосий дозалаш тизими орқали берилаётган ёнувчи аралашма ортиқча суюклашиб кетиши мумкин. Эконоустат эса ушбу камчиликни бартараф қилиб, ёнилгининг керакли таркибини ҳосил қилиб беради.

Салт ишлаш тизими двигател салт ва кичик юкламаларда ишлаётган вақтда ёнувчи аралашманинг керакли таркибини тайёрлаб беради. Бундай шароитларда диффузордаги ҳавонинг сийраклашиши кам бўлади ва ҳаво кичик тезликда ҳаракатланади. Натижада ўта суюклаган ёнувчи аралашма ҳосил бўлади. Ёнилгини қуюклаштириш (керакли таркибини олиш) мақсадида ва двигателнинг турғун режимда ишлашини таъминлаш учун дроссел-заслонканинг кетида ҳосил бўладиган сийраклашишдан фойдаланилади.



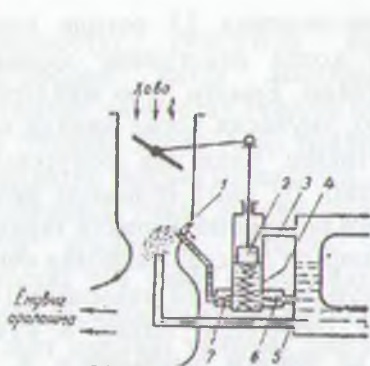
8.15-расм. Салт ишлаш тизими билан жиҳозланган эмульсион карбюраторнинг схемаси

Салт ишлаш тизими асосий жиклёрдан сўнг уланган эмульсион карбюраторнинг схемаси 8.15-расмда кўрсатилган.

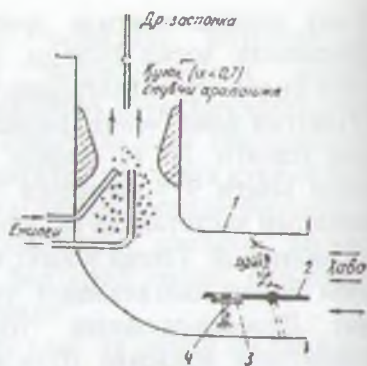
Силт ишлаш вақтида дроссел-заслонка 13 остида кучли сийраклашиш ҳосил бўлади. Бу ҳолда ёнилғининг ҳаракати стрелка билан кўрсатилгандек бўлади. Ёнилғи ҳаво жиклери 5 дан ўтаётган ҳаво билан аралашиб, эмульсия ҳосил қилади ва у чиқини тешиги 10 га келади. Чиқини тешигида конуссимон ростлаш винти 9 ўрнатилган булиб, бу винт ёрдамида кичик айланишлар частотасида ёнувчи аралашманинг керакли таркиби ҳосил қилинади. Тешик 8 нинг вазифаси дроссел-заслонка очила бориши билан двигателнинг турғун ишлашини таъминлашдан иборат. Дроссел-заслонка озрок очилганда тешик 8 кучли сийраклашиш зонасида бўлади ва ёнилғи эмульсияси 8, 10 тешиклар орқали туша бошлайди, бу билан ёнувчи аралашманинг керакли таркиби ҳосил қилинади. Винт 11 дроссел-заслонканинг энг кичик очилиш бурчагини ростлаш учун мўлжалланган.

Тезлатиш насоси. Карбюраторли двигателларни эксплуатация қилиш шароитларида кўпинча айланишлар частотасини ёки юкломани тез оширишга тўғри келади. Бундай ҳолларда ёнувчи аралашма суюклашиб, двигател керакли қувват ҳосил қила олмайди ёки бошқача қилиб айтганда, автомобилнинг “шиғов” характеристикаси ёмонлашади. Бу камчилик *тезлатиш насоси* деб аталувчи мослама ёрдамида бартараф қилинади. Тезлатиш насоси дроссел-заслонка тез очилганда ёнувчи аралашма ўта суюқлашмаслиги учун ёнилғининг қўшимча порциясини тезлик билан етказиб бериш учун хизмат қилади. Тезлатиш насосли карбюраторнинг схемаси №16-расмда кўрсатилган. Тезлатиш насоси механик ёки пневматик усулда ҳаракатга келтирилади. Дроссел-заслонканинг ёник ёки қисман очик ҳолатларида поршен остида албатта ёнилғи бўлади.

Дроссел-заслонка тез очилганда пастга тезлик билан ҳаракатланаётган поршен 2, сўриш клапани 7 ва тўзиттич 1 орқали ёнилғининг бир қисмини ҳаво окимига пуркаб, ёнувчи аралашмани суюқлаштиради ва двигателнинг иш режимига мос аралашма ҳосил қилинади. Дроссел-заслонка аввалги ҳолатига қайтилишида поршен остида сийраклашиш ҳосил бўлади ва киритиш клапани 6 орқали ёнилғи тезлатиш насосининг цилиндрига қиради.



8.16-рasm. Тезлатиш насосли карбюраторнинг схемаси



8.17-рasm. Ишга тушириш мосламасининг схемаси

Юргизиб юбориш мосламаси бўлмаган карбюраторли двигателни совук шароитда ишга тушириш жуда қийин. Бунда ёнувчи аралашмани тайёрлаш жараёни коникарсиз бўлади, чунки ёнилгининг бир қисми суёқ ҳолда, яъни томчилар шаклида киритиш трубаси деворларида ўтириб қолади ва ёниш камерасида ўта суёқ ёнувчи аралашма ҳосил бўлади, натижада двигателни ишга тушириш қийинлашади. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида карбюраторларга двигателни юргизиб юбориш мосламаси ўрнатилади. Бу мослама цилиндрга берилаётган ёнилғи миқдорини ошириб, ёнувчи аралашманинг керакли таркибини ҳосил қилади, натижада двигателни ишга тушириш осонлашади. Бу мосламанинг схемаси 8.17-рasmда кўрсатилган. У ҳаво кирадиган труба 1 га ўрнатишган ҳаво заслонкаси 2 дан иборат. Двигателни ишга туширишда заслонка қия ёпилади. Натижада карбюраторнинг диффузорида сийракланиш ошиб кетади ва асосий дозалаш тизимидан кўп миқдорда ёнилғи келади, ёнувчи аралашма ҳосил қуюклашади. Ёнилгининг бугланган қисми ёниш жараёнининг турғунлигини таъминлайди. Ҳаво заслонкасида пластинасимон клапан 3 ўрнатишган бўлиб, у пружина 4 орқали ёпик ҳолда ушлаб турилади. Бу клапан двигател ишга туширилгандан сўнг айланишлар частотаси ва ҳаво сарфи орта бошлаши билан очилади.

8.7. К-88А КАРБЮРАТОРИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ИШЛАШИ

Замонавий автомобил двигателларида асосан ҳаво оқими юқоридан пастга йўналган карбюраторлар ўрнатилади, чунки улар қисқа, қаршилиги кам бўлган қиритиш трубаларини қўллашга имкон беради, бу эса двигателни янги қарядга қўлдиришни яхшилаиди ва унинг литрли қувватини оширади. Бундай карбюраторлар цилиндрга тушаётган ёнувчи аралашманинг таркиби бир хил бўлишини таъминлайди. Эксплуатация шароитларида эса карбюраторларга техник хизмат кўрсатиш осонлашади.

ЗИЛ-130 автомобилининг двигателига ўрнатиладиган икки камерали К-88А карбюраторининг схемаси 8.18-расмда кўрсатилган. Карбюраторда иккала камера учун умумий бўлган қиритиш трубаси 10 бор. Трубадаги ҳаво қаслонқаси 11 га пружинали қлапан 12 ўрнатишган; ёнилғи қалқовучли камерага қиритиш тешиги 2 ва фильтр 3 орқали тушади. Иккала камера учун тезлатиш насоси ва механик ҳаракатланувчи экономайзер умумийдир. Мувозанатлаш канали 9 ҳаво тозалалғич ифлосланиб қолганда ёнувчи аралашма таркибининг ўзгармаслигини таъминлайди. Иккала камерада бир хил қичик диффузорлар 8, қатта диффузорлар 30 ва дрессел-қаслонқа 31 жойлашган. Ушбу карбюраторларда юқорида кўриб ўтилган тизимларнинг барчаси мавжуд.

Асосий дозалаш тизими асосий жиклёрлар 33, тўла қувват жиклёрлари 4 ва ҳаво жиклёрлари 5 дан иборат.

Қалт ишлаш тизими ҳаво жиклёри 16 ва ёнилғи жиклёри 15, каналлар 26, ростлаш винтлари 29 билан жиҳозланган қичиш тешиклари 27 ва 28 ран иборат.

Тезлатиш насоси дрессел-қаслонқа орқали механик ҳаракатга келтирилади. Дрессел-қаслонқа 31 очилганда поршен 19 манжет 20 билан бирга ричаг 25 ва тортқи 23 ёрдамида снлжиди. Бунда поршен остида ёнилғининг босими ортади. Шарикли қиритиш қлапани 21 ёнилғининг қалқовучли камерага ўтишига тўсқинлик қилади, нисали қичариш қлапани 14 эса ёнилғини тезлатиш насосининг тўзитиш тешиклари 13 га ўтқазиб юборади. Бу аралашманинг суюқлашиб ва қувватнинг

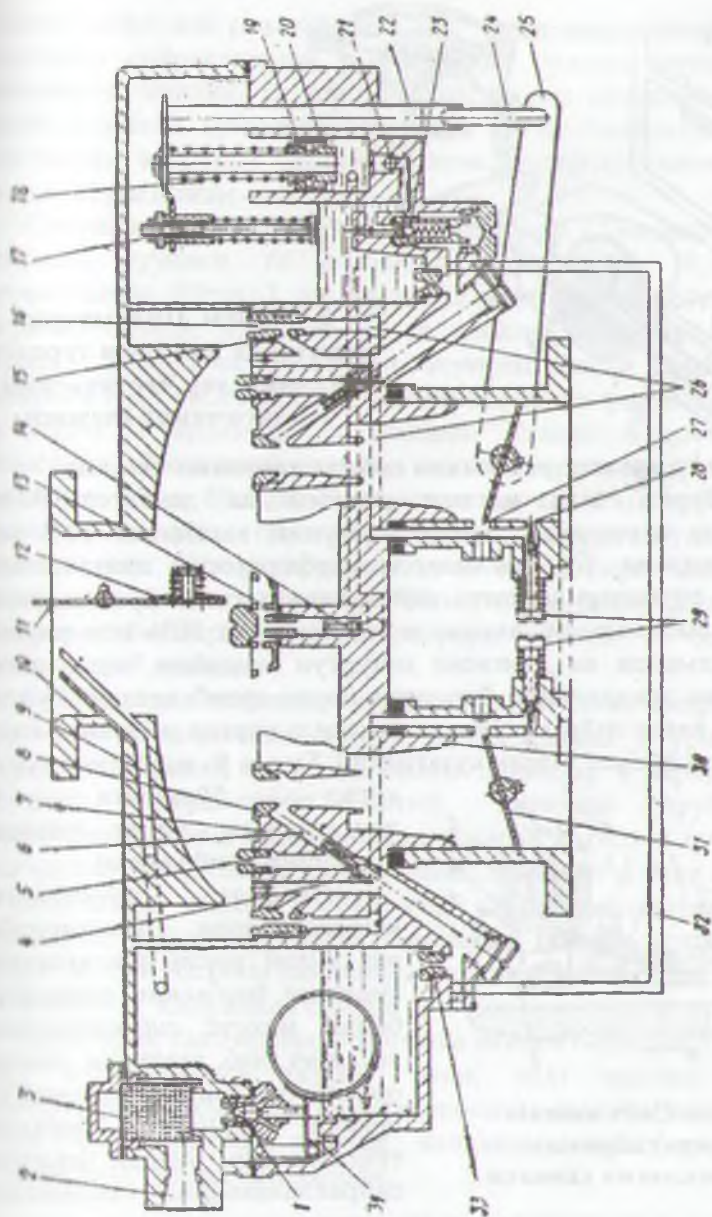
камайиб кетишига йўл қўймаслик учун зарур бўлган миқдорда ёнилғи беришни таъминлайди.

Механик ҳаракатга келтириладиган экономайзер ҳам турткич 17 орқали бошқарилади. Бунинг учун дроссел-заслонка катта очилиши керак: бунда турткич 17 клапан 23 ни очади. Натижада, ёнилғининг қўшимча миқдори қалқовучли камерада асосий жиклёрларга ўтмасдан тўла қувват жиклёрларига ўтади, кия каналлар орқали эса ёнилғи кичик диффузорларнинг ҳалқасимон чиқиш тешикларига келади ва двигателнинг керакли режими таъминланади. Карбюраторли двигателларнинг энг катта ва энг кичик режимларида турғун ишлашни таъминлаши учун карбюраторга пневматик марказдан қочирма турдаги механизм ўрнатилади. Бу механизмнинг ишлаши эса қуйида келтирилган.

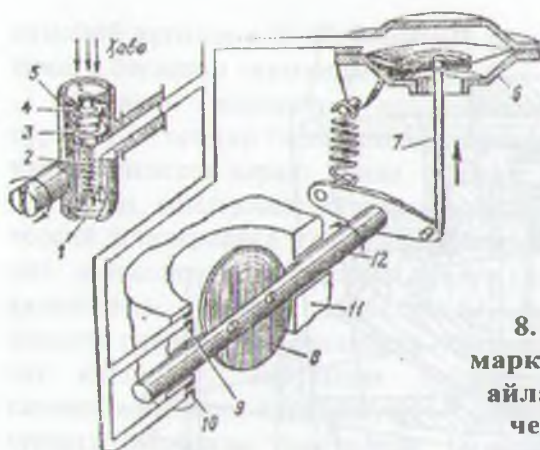
8.8. КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ЭНГ КАТТА ТЕЗЛИК РЕЖИМИНИ РОСТЛАШ

Карбюраторли двигателнинг энг катта тезлик режими ростилаш учун айланишлар частотаси регулятори ёки чеклагич қўлланилади. Масалан, ЗИЛ-130 ва ГАЗ-53 автомобил двигателларининг карбюраторига пневматик марказдан қочирма турдаги айланишлар частотаси регулятори ўрнатилган (8.19-расм). Бу регулятор (чеклагич) ўриндик 4 ва пружина 2 ли клапан 3 ўрнатилган ротор 5 дан ҳамда ростловчи заслонка 8 ни ҳаракатга келтирувчи диафрагмали механизм 6 дан иборат. Диафрагма устида жиклёрлар 9 ва 10 ёрдамида ҳосил қилинадиган сийракланиш клапан 3 орқали ҳавонинг келиши ҳисобига пасаяди.

Ҳар бир двигател маълум айланишлар частотасига эришгач, клапан 3 нинг ҳаво ўтиш кесими кичраяди ва диафрагма тепасида сийракланиш ортади. Натижада, бундан кейин айланишлар частотаси бир оз ошса ҳам диафрагма юқорига эгилади ва дроссел-заслонка 8 ёпила бошлайди, бу эса двигателни, янги заряд билан тўлдиришни пасайтиради, двигателнинг айланишлар частотаси бир оз пасаяди ва номинал қийматга тушиб қолади. Шундай қилиб, двигателнинг номинал ёки максимал айланишлар частотаси ушбу усулда бир меъёрга ушлаб турилади.



8.18-расм. К-88А карбюраторининг схемаси

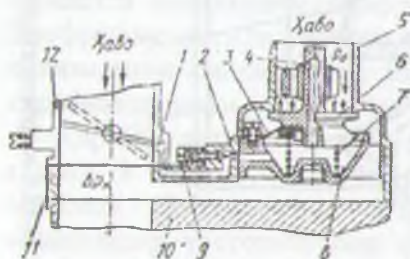


8.19-рasm. Пневматик марказдан кочирма турдаги айланишлар частотасини чеклагичнинг схемаси

Салт ишлаш режимида сийракланишнинг чеклаш

Мажбурий салт ишлаш режими ва двигател билан тормозлаш автомобил ҳаракати умумий вақтининг 20% ини ташкил қилади. Бу режимларда карбюраторли двигателнинг киритиш трубаларида катта сийракланиш ҳосил бўлади, ёниш жараёни ёмонлашади, натижада циклларнинг 90% ида умуман ёниш бўлмайди ва двигател нотурғун ишлайди, ишлатилган газларнинг захарлилиги бир неча марта ортиб кетади. Бундан ташқари, катта сийракланиш натижасида картер мойининг ёниш камерасига кўплаб ўтиши кузатилади. Бу эса ўз навбатида курум

ҳосил бўлишига ва двигателнинг тутун чиқариб ишлашига олиб келади.



8.20-рasm. Салт ишлаш режимида сийракланишнинг чеклагич схемаси

Юқорида кўрсатилган камчиликларни йукотишнинг энг қулай усули двигателнинг киритиш трубасини атмосфера билан махсус сийракланишнинг чеклагич деб аталувчи клапан орқали боғлаш ва экономайзер орқали ёнилғи беришни тўхтатишдир. Бундай чеклагич сийракланишнинг камайишига

қарамасдан клапаннинг кескин очилишини ва очик ҳолатда бўлишини таъминлаш керак. Бу асосий талаблардан биридир.

Двигателнинг иш режимларига мос ҳолда клапаннинг ёпилиш ва очилиш пайтларини мустақил ростлаш талаб қилинади. Бу вазифа автоматик тарзда бажарилиши шарт. Автоматик клапанли сийракланишни чеклагич схемаси 8.20-расмда кўрсатилган.

Сийракланишни чеклагич 11 карбюратор 12 ва двигателнинг киритиш трубаси 10 оралиғига ўрнатилади. Клапан 6 чеклагичнинг бўғзи 5 ни киритиш трубасининг бўшлиғидан ажратиб туради, пружина 7 эса клапанни ўриндикда сиқиб туради. Диафрагма 3 клапан корпуси билан бирга ўтиш камераси 8 ни ҳосил қилади, ундаги босим эса ростлаш винти 9 ни тешик 2 ёрдамида ростланади. Камера 8 даги босим атмосфера босимидан кичик, лекин киритиш трубасидаги босимдан катта бўлади. Камерадаги ва киритиш трубасидаги босимларнинг ўзаро таъсири натижасида юқорига йўналган куч юзага келади. Бу куч пружина кучи билан бирга клапаннинг очилишига тўсқинлик қилади. Камерадаги босим клапаннинг ҳолатини бошқаради, шунинг учун камера 8 бошқариш камераси деб аталади.

Салт ишлаш пайтида киритиш трубасидаги сийракланиш $A_{\text{с}}$ маълум қийматдан ошиши билан клапан 6 ўриндикдан четлашади. Клапан силжиши билан тешиклар 4 беркилади ва камерада сийракланиш ортиб, киритиш трубасидаги сийракланишга тенглашиб қолади. Клапан киритиш трубаси ва бошқариш камерасидаги сийракланиш пасайгунча очик қолади.

Двигателга юклама берилганда клапан автоматик тарзда беркилади, чунки бу ҳолда бошқариш камерасидаги босим ошади. Бунда ростлаш винтининг канали 1 очилаётган дроссел-шлангнинг юқорисида бўлади.

Мажбурий салт ишлаш режимида ёнилғи беришни тўхтатиш учун карбюраторга таъсир этиш, салт ишлаш ёнилғи жиклёрининг олдидаги сийракланишни камайтириш керак. Бунга салт ишлаш тизими капалини атмосфера билан туташтириш орқали эришилади.

8.9. ЁНИЛҒИ ПУРКАБ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Карбюраторнинг тузилиши мураккаб бўлиб, у кўпгина тизим ва тузилмалардан ташкил топган. Шу сабабли учкун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнилғини киритиш трубасига бевосита пуркаб аралашма ҳосил қилиш усули ҳам қўлланилмоқда.

Бу усул қуйидаги афзалликларга эга: ҳар хил цилиндрлардага ёнувчи аралашманинг бир жинсли ва бир таркибли бўлишига эришилади; бир хил иш ҳажмида двигател катта номинал қувватга эга бўлади, чунки карбюратор бўлмагани сабабли, тўлдириш коэффициента катта бўлади; бир хил сикиш даражасида октан сонига 2...3 бирлик кам бўлган ёнилғиларни ҳамда огиррок фракцияли ёнилғиларни ишлатиш мумкин.

Учкун билан ўт олдириладиган двигателларда бензин пуркашнинг икки усули қўлланилади: а) цилиндрга пуркаш; б) киритиш трубасига узлуксиз ёки вақти-вақти билан пуркаш. Цилиндрга пуркаш киритиш ёки сикиш жараёнининг бошида ёхуд охирида бўлиши мумкин.

ДИЗЕЛЛАРНИНГ ЁНИЛГИ БЕРИШ АППАРАТУРАСИ

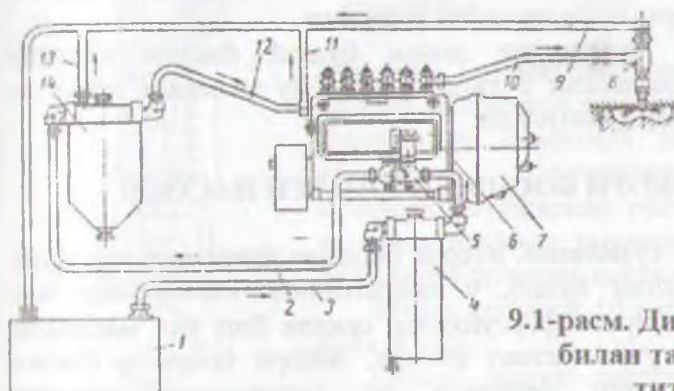
9.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Автомобил ва трактор дизелларида ёнилги бериш аппаратурасининг асосан икки тури қўлланилади.

1. Ажратилган ёнилги бериш аппаратураси. Бунда ёнилги ёлоҳида юкори босимли насосдан трубкалар оркали форсункага берилади. 2. Ажратилмаган ёнилги бериш аппаратураси. Бунда юкори босимли ёнилги насоси ва форсунка ягона мослама тарзида ясалган бўлиб, у насос-форсунка дейилади.

Ёнилгини дозалаш усули бўйича золотникли дозалаш ва киритишда дросселлаш схемаси ишлатилади. Ёнилги бериш аппаратурасига қуйидаги талаблар қўйилади:

1) ёнилгини цилиндрга юкори босим остида пуркаши, ёниш камерасининг шаклига боғлиқ бўлган ёнилги тўзонини ҳосил қилиш ва ёниш жараёнини самарали кетишини таъминлайдиган пуркаш характеристикасини ҳосил қилиши лозим;



9.1-расм. Дизелни ёнилги билан таъминлаш тизими

2) ёнилгини майда зарраларга тўзитиши ва ҳаво билан аралашиб оптимал ёнувчи аралашма ҳосил қилиши керак;

3) автомобилнинг барча режимларида керакли қувват билан ишлай олишини таъминлайдиган микдорда ёнилги бериши, дизелнинг юкнамаси ўзгарганда қисқа вақт ичида цилиндрларга

пуркалаётган ёнилгининг микдорини юкламага караб ўзгартира олиши зарур;

4) ҳамма цилиндрларга бир хил пуркаш характеристикасида ва бир хил микдорда ёнилги узатиши лозим. Бундан ташқари, ёнилги бериш аппаратурасининг тайёрланиши ва эксплуатация қилиниши осон бўлиши ва узок муддат ишлаши таъминланиши лозим. Ёнилги бериш аппаратураси қуйидаги асосий қисмлардан ташкил топган:

1) ёнилги баки, дағал тозалаш фильтри, паст босимли ёнилги хайдаш насоси ва трубкalar; 2) пуркаш пайтини ва ёнилги микдорини ростлаш тузилмалари билан жиҳозланган юқори босимли ёнилги насоси; 3) майин тозалаш фильтри; 4) юқори босимли трубкalar; 5) форсункалар; 6) регулятор (тирсакли валнинг айланишлар частотасига мос равишда ёнилги пуркашнинг илгарилатиш бурчагини ростлагич.)

Тўрт тактли дизелнинг ажратилган турдаги ёнилги тизими 9.1-расмда кўрсатилган. Ёнилгининг цилиндрга тушгунча бўлган ҳаракат йўли стрелкалар билан кўрсатилган. Ёнилги ёрдамчи насос 5 орқали (0,15... 0,17 МПа) босим остида юқори босимли насос 6 га берилади. Пуркалмай қолган ортикча ёнилги трубкalar 11 орқали бакка қайта қуйилади.

Цилиндрга пуркалиши лозим бўлган ёнилги механик зарралардан тозаланган бўлиши шарт. Шу мақсадда дағал ва майин фильтрлар ўрнатилади.

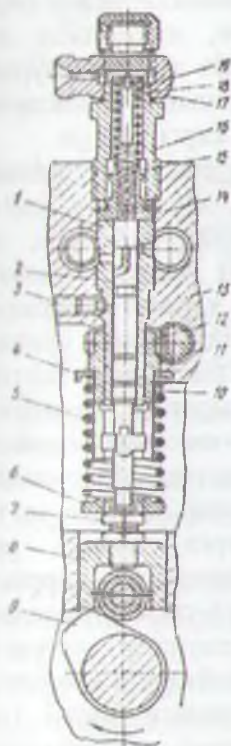
9.2. ЮҚОРИ БОСИМЛИ ЁНИЛГИ НАСОСИ

Насоснинг тузилиши. Юқори босимли ёнилги насоси жуда мураккаб тузилган бўлиб, у двигателнинг юкламасига мос ҳамма цилиндрларига форсункалар орқали бир хил микдорда ёнилги бериш учун хизмат қилади. Юқори босимли ёнилги насосларининг кўп секцияли ва тақсимловчи турлари ишлатилади. Кўп секцияли насосларда ҳар бир иш секцияси ёнилгини фақат бир цилиндрга етказиб беради. Тақсимловчи насосларда эса битта иш секцияси бир нечта цилиндрга ёнилги етказиб беради. Бундай насослар бир ёки икки плунжерли бўлиши мумкин.

Қуш секцияли ёнилғи насосларида двигател цилиндрига бериладиган ёнилғи миқдори плунжернинг ҳолатига боғлиқ. Плунжернинг ҳолати эса двигателнинг юқламасига мос равишда рейка орқали марказдан қочирма регулятор ёрдамида ўзгарилади.

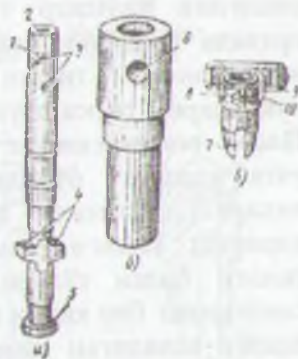
ЯМЗ-236 дизелидаги юқори босимли ёнилғи насосининг битта секцияси 9.2-расмда кўрсатилган. Ҳар бир секциянинг иш элементлари плунжер 2 гильза 1 жуфтидан иборат. Насос секцияси қуйидагича ишлайди.

Ёнилғи насосининг вали тирсакли вал ёрдамида ҳаракатга келтирилади, у икки марта секин



9.2-расм. ЯМЗ-236 дизелининг юқори босимли ёнилғи насоси секцияси

9.3-расм. Насос секциясининг деталлари



айланади. Ёнилғи насосининг кулачок 9 ли вали айланганда турткич 8 кўтарилади. Турткич ўз навбатида плунжер 2 ни кўтаради. Турткичнинг ролиги, кулачокнинг ўзгармас радиусли қисмига келганда плунжер пружина 5 таъсирида бошланғич ҳолатига қайтади.

Бўғиш втулкаси 10 гильза 1 га эркин ўрнатилган.

Ёнилғи насоси корпусининг юқори қисмига ўриндиқ 14 га ҳайдаш клапани 15 ўрнатилган.

Насос секциясининг деталлари 9.3-расмда алоҳида-алоҳида кўрсатилган. Плунжернинг юқори қисмида иккита винтсимон арикча 3 бор. Улар плунжер

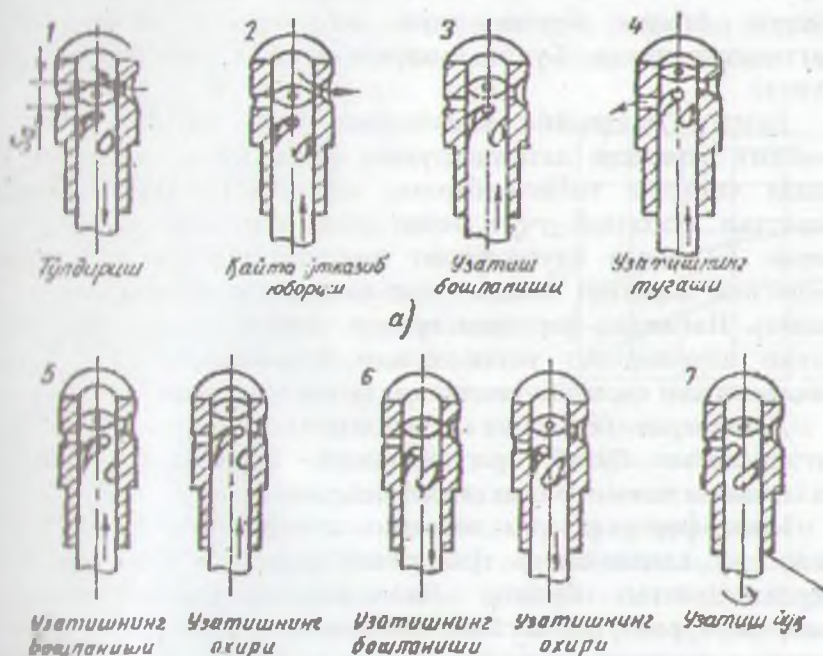
тореци билан марказий (2) ва қўндаланг каналлар орқали бирлашган. Арикчалардан бирининг кирраси 1 жуда аниқ ишланган. Цилиндрга бериладиган ёнилги миқдори кирра 1 нинг ҳолатини ўзгартириб ростланади. Плуңжернинг пастки қисмидаги иккита чиқик 4 уни буриш втулкаси билан бириктириш учун, айлана чиқик 5 эса қайтариш пружинасининг пастки тарелкасини ўрнатиш учун мўлжалланган. Прецизион жуфтлар жуда аниқ тайёрланган бўлиб, гильза—плуңжер орасидаги зазор 0,8... 1,5 мкм, нина—тўзиткич орасидаги зазор эса 2,5... 5 мкм ораллигида бўлади. Гильзада карама-қарши жойлашган иккита тешик 6 бор. Бу тешикларнинг бири ёнилгини плуңжер тепасига ҳайдаш учун, иккинчиси эса ортиқча ёнилгини қайта ҳайдаш учун хизмат қилади. Буриш втулкасининг тишли гардиши рейка билан бирлашган, чуқурлари 7 га эса плуңжернинг чиқиклари 4 киргизилади.

Насос секциясининг ишлаши. Насос секциясининг ишини учта жараёнга бўлиш мумкин: тўлдириш, сўриш ва қайта чиқариш. Плуңжер пастга ҳаракат қилганда (9.4-расм, а) киритиш тешиги очилади ва плуңжернинг устки бўшлиғи ёнилги билан тўлади. Плуңжер юқорига ҳаракат қилганда ёнилгининг бир қисми аввал гильзадаги киритиш тешиги орқали ёнилги келадиган каналга қайтиб чиқади. Ёнилгининг қайтиб чиқиши плуңжернинг тореци гильзадаги киритиш тешигини беркитганда тутади (3-схема). Плуңжер юқорига ҳаракат қилишни давом этганда ёнилгининг босими тез кўтарилади. Натижада ҳайдаш клапани 15 (9.2-расм) очилиб, ёнилги катта босимли трубкalar орқали форсункаларга келади ва цилиндрларга пуркалади. Плуңжернинг винтсимон кирраси гильзадаги қайта чиқариш тешигини очганда (4-схема) насосдан форсункага ёнилги юбориш тўхтади ва плуңжер юқорига ҳаракат қилишни яна давом эттиради. Ёнилги қайтариш каналига чиқариб юборилади. Натижада плуңжер устидаги босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани эса пружина ва насос шпунцеридаги босим таъсирида ўриндикка ўтиради. Айни вақтда насос билан форсункага ёнилги ҳайдаш ва пуркаш тўхтади.

Киритиш тешиги ёпилган пайтдан бошлаб гильзадаги қайта чиқариш тешиги очилгунча бўлган давр ичида плуңжернинг ўтган йўли плуңжернинг актив йўли S_a деб аталади. Актив

Пулни плунжер юзаси f_n га кўпайтирсак плунжер билан сиқиб чиқарилган ёнилгининг назарий миқдори топамиз:

$$V_e = S_a \cdot f_n.$$



9.4-расм. Плунжер жуфтининг ишлаши (а) ва пуркалатган ёнилги миқдорини ростлаш схемаси (б)

Цикл давомида ёниш камерасига пуркаладиган ҳақиқий ёнилгининг миқдори қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{\text{ҳақ}} = V_e \cdot \eta_n = S_a \cdot f_n \cdot \eta_n,$$

бу ерда η_n — ёнилги бериш коэффициенти, $\eta_n = 0,75 \dots 0,9$. Бу коэффициент плунжерли жуфтдаги ва тўзиткичдаги зазорлар орқали ёнилгининг сизишини, унинг сиқилувчанлигини ҳамда ёнилги бериш тизимининг деформациясини ҳисобга олади.

Двигателнинг юқламаси ўзгариши билан цилиндрга ўзатилаётган ёнилгининг миқдори ҳам ўзгариши керак. Бунинг учун плунжер рейка ва марказдан қочирма регулятор ёрдамида

бурилади, натижада унинг актив йўли (9.4-расм, б) ва ёнилғи микдори ўзгаради.

Тезюар дизелларда қўлланиладиган плунжерларда ёнилғи бера бошлаш вақти жуда кам ўзгаради. Двигателга циклда кўпроқ ёнилғи бериш учун плунжернинг актив йўли катталаштирилади. Бунда чиқариш тешиги кеч очилади (5-схема).

Ёнилғи микдорини камайтириш учун плунжер тескари томонга буралади, натижада унинг актив йўли қисқаради. Бу ҳолда чиқариш тешиги барвақт очилади (6-схема). Ёнилғи беришни тўхтатиш учун рейка тўла тортилиб чиқарилиши керак. Бу ҳолда плунжернинг винтсимон қирраси чиқариш тешигини киритиш тешиги беркилишидан олдинроқ очади (7-схема). Натижада форсунка орқали ёнилғи пуркаш тўхтайди, чунки плунжернинг устки ҳажми бир вақтнинг ўзида ҳам чиқариш, ҳам киритиш тешиклари билан боғланган бўлади.

Дизелларда бериладиган ёнилғининг максимал микдори чегараланган бўлиб, регулятордаги бошқариш ричагини силжишини чеклаш билан амалга оширилади.

Насос-форсункаларда золотник типдаги юқори босимли насос ва клапан-сопло тўзиткичи форсунка бир агрегатга бирлаштирилган бўлади. Насос-форсунканинг плунжерли юқорида кўриб ўтилган ЯМЗ насосининг плунжеридан иккита ишчи винтсимон қирраси борлиги билан фарқ қилади. Юқоридаги қирра ёнилғи пуркашнинг бошланиш вақти, иккинчиси (пасткиси) эса ёнилғи пуркашнинг тугаш вақтини рейканинг ҳолатига қараб бошқаради. Пуркалаётган ёнилғи микдори қирралар ёрдамида ўзгартирилади. Насос-форсунканинг плунжери ҳам рейка ёрдамида буралади. *AP-20A₃* насос-форсункадан пуркалаётган ёнилғининг микдори камайтириш натижасида ёнилғи бериш кечроқ, яъни ю. ч. и. яқинида бошланади. Ёнилғи пуркаш эса илгарирок тугайди. Бу ҳолда ёнишнинг эффективлиги яхши бўлади, натижада двигателнинг тежамлилиги ҳам ёмонлашмайди.

ЯМЗ-236 дизелининг ёнилғи насосидан ҳар циклда бериладиган ёнилғи Q_n нинг кулачокли вал айланишлар частотаси n_k га боғлиқлиги рейканинг уч ҳолати учун 9.5-расмда келтирилган.

Графикларнинг кўрсатишича кам юкламаларда айланишлар ҳаётининг охири билан циклда бериладиган ёнилғи ҳажми тўла юкламадагига караганда кўпроқ ошади (2 ва 3 орқалиги). Бу камчиликни йўқотиш мақсадида насосга қўқрак терилар ўрнатилади.

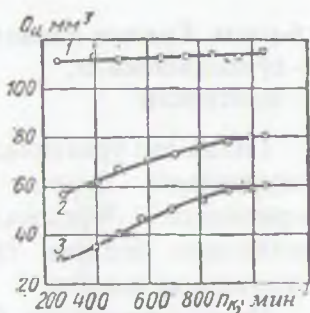
Ўзини жараёнининг оптимал кечиши учун ёнилгини пуркаш тўғрисида юқори босимли ёнилғи трубкасида босим тез кўтарилиши керак. Акс ҳолда қайта пурани жараёни содир бўлиб, у кичик босимларда даном этади. Натижада ёнилгининг томчилари яхши тартибдан кетадан, чала ёнади ва кокс ёқил қилади.

Ўрилган беринчи кескин тугаллаш қайла юқори босимли трубкаларда босимни тез пасайтириш учун ёнилғи насосига ҳайдаш клапани ўрнатилади. Ўқариш тешиги очилиши билан бу клапан ўз ўринидигига ўтириб плунжер ўрни ҳажмини юқори босимли трубкалардан ижратиб қўяди. Натижада пурани кескин тугайди. Қўзикоринсимон ҳайдаш клапани (9.6-расм, а) ичловчи конусли қалпоқ 1, бўшатувчи белбоғ 2 ва ёнилғи ўтказувчи тўртта арикчали хвостовик 3 дан иборат. Клапан нормал ҳолатда ўз ўринидигига 4 да ўтиради. Унинг иш жараёни юқорида кўриб ўтилган. Клапан ва ўриндик биргаликда аниқ геометрик ўлчамларда тайёрланади ва улардан биттаси ишдан чиқса иккаласи янгиланади.

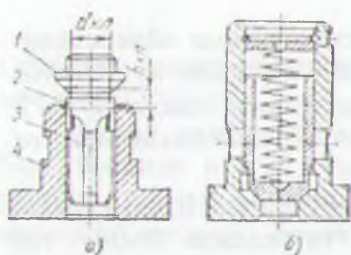
Золотникли ҳайдаш клапани (9.6-расм, б) қўзикоринсимон клапанга ўхшаш ишлайди.

ЯМЗ-236 дизелининг ёнилғи насоси. ЯМЗ-236 дизелига ўрнатиладиган юқори босимли олти секцияли золотникли ёнилғи насоси (9.7-расм) қуйидагича тузилган.

Олтинга секция — насос корпуси 14 нинг юқори қисмидаги ҳаварла жойлашган. Гильзалар стопорлаш винтлари 11 қисмида бир хил ҳолатда ўрнатилади. Гильзалардаги киритиш ва чиқариш тешиклари жойлашган сатҳда корпуснинг узунлиги бўлиб иккита горизонтал канал ўтган: канал 3 орқали ёнилғи



9.5-расм. ЯМЗ-236 дизели ёнилғи насосининг характеристикаси



9.6-рasm. Ёнилги клапанлари:

а - кўзикоринсимон;

б - золотникли

плунжер секцияларига юборилади, канал 15 оркали эса ёнилги пуркаш тугаганидан сўнг плунжер секцияларидан қайта олиб кетилади.

Корпуснинг ён тарафидаги каналда втулкалар воситасида рейка 12 ўрнатилган. Насоснинг рейкаси ҳар бир секциянинг тишли гардиши билан илашган.

Гильзалар ўрнатиладиган уялар остида чуқурчалар бўлиб, бу чуқурчаларга буриш втулкаларининг тишли гардиши 13 киритилади. Чуқурчаларнинг пастки қисмига ўтказиш белбоғлари ясалган бўлиб, уларга пружиналарнинг юқори тарелкалари таянади.

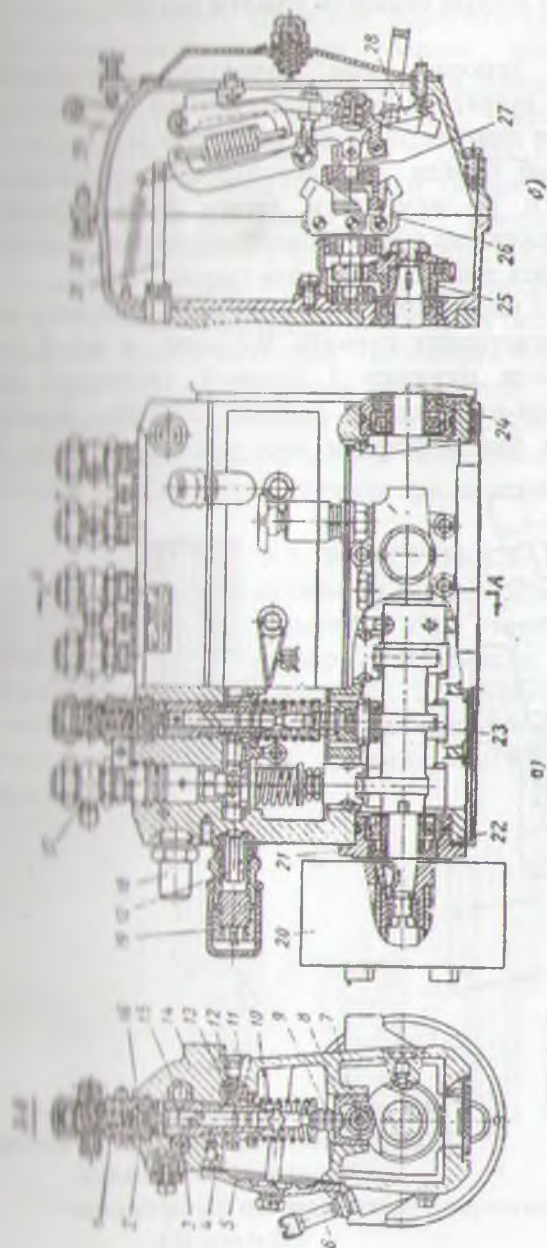
Насос секциялари бўшлиғини кулачокли вал бўшлиғидан ажратадиган тўсиқда турткичлар 8 ни ўрнатиш учун махсус уялар ясалган. Насоснинг кулачокли вали 23 да олти тангенциал профилли кулачок ва эксцентрик бор. Кулачоклар турткичларни ҳаракатга келтиради; эксцентрик эса ёнилги ҳайдайдиган ёрдамчи поршеньли насосни ишга солади.

Насоснинг кулачокли валига пуркашнинг илгарилан муфтаси 20 ўрнатилган, унинг карама-қарши томонида регуляторни ҳаракатлантирувчи етакчи шестерня 25 нинг гупчаги маҳкамланган. Регулятор эса насос корпусига бириктирилган.

V — симон тўрт тактли олти цилиндрли дизелда ёнилги насоси секцияларининг иш тартиби 142536 тартибида бўлади ва ёнилги бериш кулачокли вал ҳар 45° ва 75° бурчакка бурилганда такрорланади, бу эса двигателда иш жараёнларининг такрорланишига мос келади.

Ёнилги насосининг бир секцияси ҳар циклда $111... 113 \text{ мм}^3$ ёнилги беради.

Кўриб чиқилган юқори босимли ёнилги насосларида ҳайдаш секцияларининг сопи двигател цилиндрининг сонига тенг.

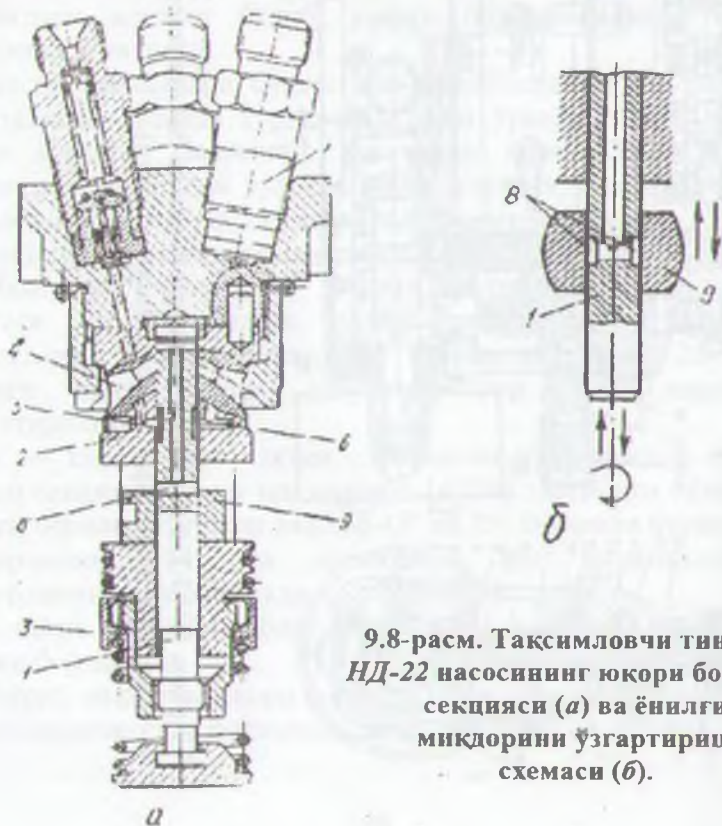


9.7-расм. ЯМЗ-236 дизелининг юқори босимли ёндоғи насоси:
 а – насоснинг кесимлари; б – регулятор (созлагич)

Таксимловчи юқори босимли ёнилғи насоси

Кейинги вақтларда тезюар кам қувватли дизелларда таксимловчи насослар ишлатила бошланди. Бундай насосларда битта секция ёнилғи ни двигателнинг иш тартибига мос ҳолда 2 ... 4 цилиндрга етказиб беради. Бу насослар кўп плунжерли насослардан арзонлиги ва ихчамлиги билан фарқ қилади. Насоснинг кулачокли вали бир марта айланганда плунжер актив йўлни цилиндрлар сонига тенг (2 ... 4) марта такрор ўтади.

Таксимловчи НД-22 насосининг юқори босимли секцияси ва ёнилғи миқдорини ўзгартириш схемаси 9.8-расм, а ва б да кўрсатилган. Бу насосда плунжер 1 кулачок таъсирида ўз втулкаси 2 да қайтма-илгарилама ҳаракат қилади. Ундан ташқари, плунжер ўз ўқи атрофида ичи тишли гардиш 3



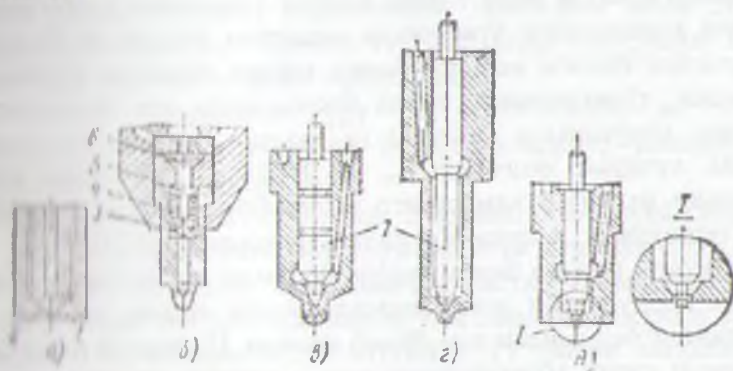
9.8-расм. Таксимловчи тиндаги НД-22 насосининг юқори босимли секцияси (а) ва ёнилғи миқдорини ўзгартириш схемаси (б).

протектида айланиб, ёнилгини форсункаларга тақсимлаб беради. Форсункаларга ёнилгини бериш плунжернинг юқорига қарийатида унинг қирраси тўлдириш дарчалари 4 ни ёриётгандан сўнг бошланади. Тақсимлаш ариқчаси 5 плунжердаги қўндаланг тешик 6 га мос келганда плунжернинг тешиги ёнида сиқилган ёнилги босим остида форсунканинг ичкисига 7 га ҳайдалади ёнилги юқори босимли трубкалар орқали форсункага боради ва пуркалади. Ёнилгини пуркаш плунжердаги тешик 8 дозатор 9 дан чиқиши билан тугайди. Бу ҳолда плунжернинг юқори қисмидаги босим кескин пасаяди ва ёнилгини бериш тўхтайди. Цилиндрга берилаётган ёнилгининг қисми дозатор ёрдамида ростланади. Бунинг учун дозатор плунжернинг ўқи бўйлаб барча режимли регулятор ёрдамида қўрилади. Цилиндрга бериладиган ёнилгининг максимал миқдорига дозатор юқориди жойлашганда эришилади.

9.3. ФОРСУНКАЛАР

Дизелларда асосан очик ва ёпик форсункалар ишлатилади.

Айратилмаган камерали тўрт тактли дизелларда ёпик тўрттактли форсункалар ишлатилади. Форсунка нинаси пружинасининг сиқилиши 15 ... 22 МПа га мўлжалланган. Икки тактли *МДЗ* дизелларида клапан-соплоли форсунка ишлатилади. Клапан 4 ... 5 МПа босимда очилади ва бунда пуркаш бошланади.



9.9-расм. Форсунка тузаткичларининг конструкцияси

Ажратилган камерали дизелларда очик форсункалар ишлатилади. Уларда очик ёки штифтли тўзиткич ўрнатилади. Штифт нинаси пружинасининг сиқилиши 10... 15 МПа га мўлжалланган.

Тўзиткичларнинг конструкцияси 9.9-расмда кўрсатилган. Очик тўзиткич форсункадан (9.9-расм, а) ёнилғи пуркаш тўзиткич ичидаги цилиндрдаги босимлар фарқи сопло тешикларининг қаршилигини енга олганда бошланади.

Насос-форсункада қўлланиладиган ёпиқ клапан-сопловий тўзиткич 9.9-расм, б да кўрсатилган. Бу тўзиткич пластинасимон клапан 6, назорат клапан 5, чеклагич 3, пружина 4 ва оралик втулкадан иборат.

Пластинасимон клапан форсункадаги босим цилиндрдаги босимдан кам бўлганда газларни ўтказмайди. Назорат клапани эса очик форсункага ҳос камчиликни (пуркаш охирида ёнилғининг томчилашсини) йўқотади ва у босим 4,0 ... 6,5 МПа бўлгандагина очилади.

Клапаннинг очилиш босими максимал пуркаш босимидан анча кам бўлганлиги учун кўпинча бундай форсунка *очик форсунка* дейилади.

Ёпиқ тўзиткичларнинг схемаси 9.9-расм, в ва г да кўрсатилган. Нина ёпиқ тўзиткичнинг асосий элементи бўлиб, ҳар гал цилиндрга ёнилғи пуркалгандан сўнг юқори босимли ёнилғи бериш йўлини ёниш камерасидан ажратиб қўяди.

Нормал ҳолатда нина 7 нинг конуси 1 пружина 5 таъсирида тўзиткич корпусидаги ўриндикда сиқилган бўлади (9.10-расм, а). Насосдан ёнилғи келиши билан юқори босимли трубкада, шунингдек, тўзиткичнинг ичида босим жуда тез кўтарилади. Нинанинг конуссимон сирти 2 га таъсир қилувчи бу босим пружина кучидан ошганда $p_{пр} = 15,0 \dots 20,0$ МПа нина кўтарилади ва ёниш камерасига катта босим ҳамда тезликда сопло тешиклари 9 орқали ёнилғи пуркалади (9.10-расм, б). Ёнилғи бериш туташи билан юқори босимли трубкаларда ҳамда тўзиткич конусининг ички қисмида босим кескин пасаяди ва пружинанинг босимидан кам бўлиб қолади. Натижада нинанинг конуссимон сирти тўзиткичнинг конус сиртига зич ўтиради ва цилиндрга ёнилғи пуркаш кескин тугалланади. Нина ўз уясига тез ўтиргандагина пуркаш охирида цилиндрга ёнилғи оқиб

тешигини ва сопо тешикларининг коксулиб қолишини йўқотиш мумкин. Бу вазифани эса ҳайдаш клапани бажаради.

Ажратилган камерали дизелларда қўлланиладиган форсунонанинг штифтли тўзиткичи 9.9-расм, д да кўрсатилган.

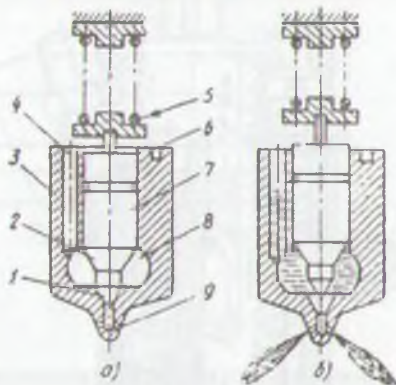
Пружинанинг боғланиш йўлининг нина пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Нинанинг ишлаш шароитини яхшилаш ва мулатини ошириш мақсадида нина ҳамда тўзиткичнинг ағдаси узунроқ қилиб келилади, чунки бу ҳолда деталарни совитиш шароити янча дуруст бўлади. Ажратилган камерали дизелларда 2... 11 га тешикли тўзиткичлар ишлатилади. Тешиклар диаметри 0,13... 0,45 мм бўлади. Ажратилган камерали дизелларда бир тешикли ёки штифтли тўзиткичлар ишлатилади. Тешикнинг диаметри нисбатан катта (1... 2 мм) бўлади.

Ёпик тўзиткичларда нина-нинг юриш йўли 0,3...0,45мм, нина билан тўзиткич корпусининг орасидаги зазор 2,5 мкм, ўриндик конусининг бурчаги 59... 60°, нина конусининг бурчаги эса мос ҳолда катта қилиб тайёрланади.

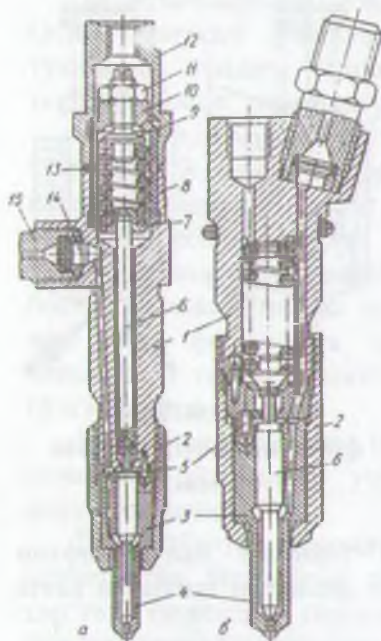
Мисол тарикасида тўрт тактли ЯМЗ-236 ва ЯМЗ-740 дизелларида ишлатиладиган форсункаларнинг конструкцияси 9.11-расм а, б да кўрсатилган.

Нина 4 ли тўзиткич 3 гайка 2 ёрдамида форсунка корпуси 1 га маҳкамланади, нина эса пружина 8 ва турткич 6 воситасида ўриндикда сиқилади. Пружинанинг настки қисми тарелка 7 га, юқори қисми эса ростлаш винти 9 га таянади. Ростлаш винти 11 ставан 10 га буралиб, контргайка 11 билан маҳкамланган. Ставанга бураладиган қалпоқ 12 билан корпус орасида қистирма 13 бор. Пружинанинг таранглигини ростлаш винти ёрдамида ўзгартириш мумкин.



9.10-расм. Ёпик форсунонанинг ишлаш схемаси

Ёнилғи юқори босим остида форсункага штуцер 15 ва сим турлардан тузилган филътр 14 орқали келади. Сунгра у тузиткичга тушади ва нина кўтарилганда цилиндрга пуркалади.



9.11-расм. ЯМЗ дизелларига ўрнатиладиган ёник форсункалар:

а – ЯМЗ-236 дизели учун;

б – ЯМЗ-740 дизели учун

таранглиги $15,0 \pm 0,5$ МПа.

Форсунка цилиндрлар головкасига скоба ёрдамида маҳкамланган, скоба эса калпоқ 12 нинг айлана чикигига тиралади.

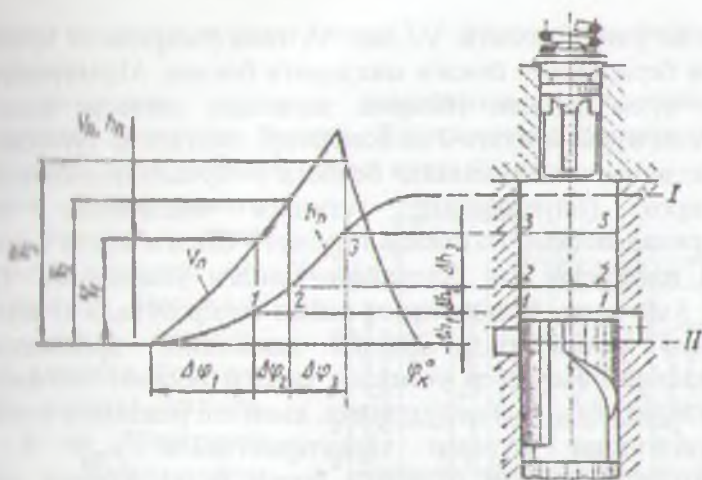
Нина ва пуркагич корпуси оралиғидан сизган ёнилғи штуцер орқали йиғиш каналига ўтади.

ЯМЗ дизелларига ўрнатиладиган форсункаларнинг тузиткичида диаметри 0,34 мм ли туртта тешик ҳар хил бурчак остида жойлашган бўлиб, ёниш камерасидаги ҳаводан тўла фойдаланишни таъминлайди.

Тузиткич форсунканинг корпусида ёниш камерасига нисбатан аниқ ҳолатда иккита штифт 5 билан ўрнатилади. Нинанинг кўтарилиши 0,28 ... 0,38 мм, пружинанинг

9.4. ЮҚОРИ БОСИМЛИ ЁНИЛҒИ НАСОСИ ВА ФОРСУНКАНИНГ БИРГА ИШЛАШИ

Плунжернинг актив йўли торецнинг киритиш тешикларини беркитган пайтидан бошланиб винтсимон кирра қайтариш тешигини очган пайтгача давом этади. Ҳақиқатда эса ёнилғи тизимида шундай жараёнлар содир бўладики, бунда ёнилгини цилиндрга пуркашнинг бошланиши ва тугаши плунжер актив йўлининг бошланиши ва тугашига тўғри келмайди.



9.12-расм. Плунжер ва хайдаш клапанининг бирга ишлаши:
I ва II — плунжернинг юқори ҳамда пастки чекка ҳолатлари

Ёнилги насосидаги плунжер ва хайдаш клапанининг бирга ишлаши 9.12-расмда кўрсатилган. Графикда абсциссалар ўкига φ ниги насоси кулачок валининг бурилиш бурчаги φ_k , ординатлар ўкига эса плунжер йўли $h_{пл}$ ва тезлиги $V_{пл}$ кўрсатилган. Плунжернинг координата бошидан нукта 1 гача босиб ўтган йўлида иш бажарилмайди ва у салт йўли дейилади. Бу давр ичида кулачокли вал $\Delta\varphi_1$ бурчакка бурилади. Плунжер Δh_1 йўлни босиб ўтади ва унинг тезлиги 0 дан V_1 гача ўзгаради.

Киришни тешиклари беркилган вактдан бошлаб хайдаш клапани кўтарила бошлайди. Лекин бу даврда бўшатувчи белбоғ йўналтирувчи каналдан чикмагани учун ёнилги плунжернинг ўстидаги бўшлиқдан хайдаш клапанининг штуцерига ўтмайди. Бу давр ичида (2 нуктагача) кулачокли вал $\Delta\varphi_2$ бурчакка бурилади, Δh_2 йўлни босиб ўтади, унинг тезлиги эса V_2 га етади.

Плунжер 2—2 ҳолатга келганда хайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи йўналтирувчи каналдан тўла чиқади, натижада ёнилги юқори босимли трубкаларга ўта бошлайди. Плунжер ёрдамида ёнилги хайдаб чиқариш тешиги винтсимон ширри биши очилгунча давом этади.

Бу давр эса плунжернинг 3—3 ҳолатига тўғри келади. Бунда кулачокли вал $\Delta\varphi_3$ бурчакка бурилади, плунжер Δh_3 йўлни босиб

ўтади ва унинг тезлиги V_2 дан. V_3 гача ўзгаради. 3 нуктанинг ҳолати берилаётган ёнилғи миқдорига боғлиқ. Δh_3 плунжернинг актив йўли бўлади. Назарий жихатдан олганда цилиндрга ёнилгини пуркаш нукта 2 да бошланиб, нукта 3 да тугайди. Реал шароитларда эса клапаннинг белбоғи ўз йўналтирувчисидан сал илгарироқ (плунжернинг устидаги ёнилғининг босими таъсирида) чиқади. Натижада штуцерга ёнилғи нукта 2 да эмас, балки илгарироқ ўта бошлайди. Ёнилғи узатишнинг тугаши нукта 3 да эмас, балки бир оз кейин содир бўлади (гильзадаги чиқариш тешикларида ёнилғи окимининг дросселланиши натижасида). Плунжер устидаги ёнилғи босими плунжернинг ўлчамларига ($d_{пл}$, $h_{пл}$) ва тезлигига, яъни иш режимига боғлиқ.

Ёнилғининг пуркаш характеристикаси $p_{пур} = f(\varphi^{\circ}_к)$ тўзиткичнинг тешиги олдидаги босим p_T ва пуркаш даврида цилиндрдаги босим p_c нинг айирмаси билан аниқланади, яъни

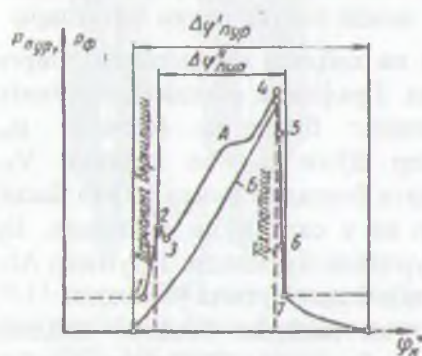
$p_{пур} = p_{Ti} - p_{ци}$. Бунинг учун ва $p_T = f(\varphi^{\circ}_к)$ ва $p_{ци} = f(\varphi^{\circ}_{м.б.})$ ёзиб олинган бўлиши керак

ЯМЗ дизелларида

қўлланиладиган форсункалар учун пуркаш характеристикаси 9.13-расмда келтирилган.

Горизонтал штрихланган чизик юқори босимли трубкадаги олдинги циклдан қолган ёнилғининг босимини характерлайди: нукта 1 ҳайдаш клапани очилиши натижасида юқори босимли трубкадаги ёнилғи босимининг кўтарилиш пайтини характерлайди; нукта 2 босимнинг ошиши натижасида форсунка нинасининг кўтарилиш пайтига мос келади. Шу пайтдан

бошлаб тўзиткич тешиклари орқали ёнилғи пуркаш бошланади, лекин босимнинг бир оз пасайиши кузатилади (нукта 3).



9.13-расм. Пуркаш босимининг ўзгариши:

- А - ёпик форсунка учун;
- Б - очик форсунка учун;
- $\Delta\varphi$ - пуркашниинг давом этиши;
- 1 - дарчанинг ёпилиши;
- 2 - узиш

Цилиндри ёнилғини пуркаш асосан 3 — 4 эгри чизик билан характерланади.

Бу участкада пуркаш жараёнининг ривожланиши плунжернинг тезлигига боғлиқ. Плунжернинг тезлиги канча катта бўлса p_f нинг қиймати шунча катта бўлади.

Нукта 4 да ёнилғи бериш узилади, яъни цилиндрдаги чиқариш тешиги очилади. Натижада босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани ўриндик томонга ҳаракат қилади. Нукта 5 да бўшатувчи ёлбоғ йўналтирувчи ёлбоғга киради ва юқори босимли трубқа плунжер усти бўшлигидан ажратилади. Лекин

маълум вақт давомида ёнилғи бериш тўхталиб қўйилганига қарамай, юқори босимли трубқада қолган ёнилғи форсунка орқали

цилиндрга пуркалади. Нукта 6 да форсунканинг нинаси ўз ўрнига ўтиради ва p_f босимнинг бундан кейинги насайишига ҳайдаш клапанининг ишлаши сабаб бўлади. Насос- форсункада эса юқори босимли трубқалар бўлмаганлиги учун ёнилғини пуркай бошлаш пайти плунжердан ёнилғи бера бошлаш пайтига тўғри келади.

Ажратилган ёнилғи тизимларида ёнилғи насоси ва форсунка боллосида босимнинг ўзгариши бир вақтда содир бўлмайди, чунки ёнилғи юқори босимли трубқаларда маълум йўлни маълум вақт ичида босиб ўтиши лозим.

Ажратилган ёнилғи тизими учун назарий ва реал пуркаш характеристикалари 9.14-расмда кўрсатилган.



9.14-расм. Ёнилғи пуркаш характеристикаси:

1 - берилган ёнилғи миқдори, мг/град, 2 - берилган ёнилғининг умумий миқдори, мг

Графиклардан кўриниб турибдики, пуркашнинг бошланиши ва тугалланиши насос орқали ёнилғи бериш фазаларидан кейин содир бўлади.

Пуркаш жараёнининг давом этиш вакти насос валининг айланишлар частотасига, нина пружинасининг сиқиш кучига, юкори босимли трубкаларнинг узунлигига, тўзиткич тешикларининг катталигига ва двигателнинг юкламасига, яъни ёнилғи микдорига боғлиқ.

9.5. АЙЛАНИШЛАР ЧАСТОТАСИ РЕГУЛЯТОРЛАРИ

Дизелларнинг энг катта қуввати тирсакли валнинг номинал айланишлар частотасига тўғри келади. Бирор сабаб билан айланишлар частотаси номинал қийматидан ошиб кетса, механик ва термик юкламалар ошиб, двигателда авария содир бўлиши мумкин.

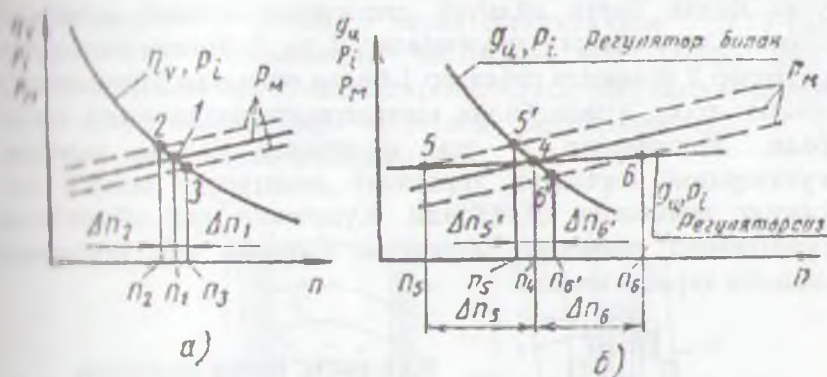
Дизел тезлик характеристикаларининг тахлилидан маълумки, рейканинг барча ҳолатларида двигател энг катта қувватга номинал тезликда эришади. Дизелларда юклама тез пасайтирилганда тирсакли валнинг айланишлар частотаси кескин ошиб кетади, бунда агар регулятор бўлмаса, ёнилғи кўп келиб дизел ҳаддан ташқари тез ишлайди. Шу сабабли дизелларга максимал айланишлар частотасини чеклайдиган регулятор ўрнатилади.

Транспорт двигателининг салт режимда турғун ишлаши катта аҳамиятга эга. Двигател салт ишлаганда унинг индикатор иши механик исрофлар ишига тенг ($p_i = p_m$) бўлса, у равои ишлайди.

Карбюраторли двигател ва дизел учун минимал айланишлар частотасида турғун ишлаш шартлари 9.15-расмда келтирилган, карбюраторли двигател учун η_m , p_i ва p_m ларнинг n га боғлиқлик графиги, дизел учун эса q_k , p_i ва p_m ларнинг n га боғлиқлик графиклари кўрсатилган.

Двигателнинг юкламасиз равои ишлагандаги айланишлар частотаси унинг иссиқлик ҳолатига боғлиқ. Карбюраторли двигател учун $p_i = p_m$ ҳолат нукта 1 да, яъни n_1 да ҳосил бўлади. Агар двигателнинг иссиқлик режими ўзгарса, механик босим p_m катталашади (нукта 2) ёки камаёди (нукта 3). $p_i = p_m$ тенглик

ҳолат ҳосил бўлиши учун двигателнинг айланишлар частотаси Δn_2 ёки Δn_1 кадар ўзгариши керак. Демак карбюраторли двигателда тенглик ҳолат айланишлар частотасининг кичик ўзгаришларида ҳосил бўлади. Бу эса η_v , p_i нинг ўзгаришига боғлиқ.

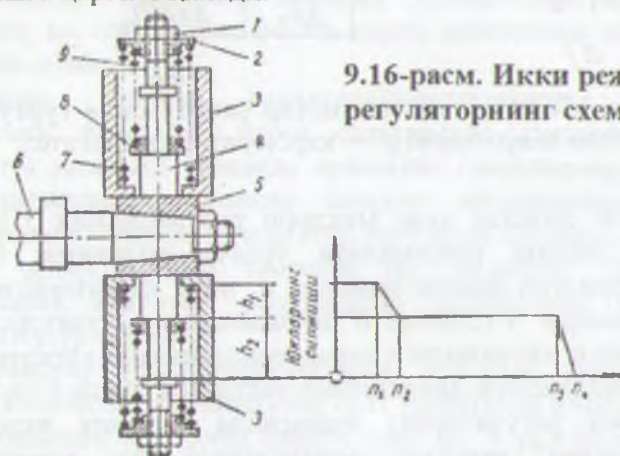


9.15-расм. Минимал айланишлар частотасида турғун салт ишлаш шартлари: а — карбюраторли двигател; б — дизел

Маълумки, дизелда ҳаво микдори ростланмайди. Шунинг учун, салт ишлаш режимидаги ўртача индикатор босим цилиндрга берилган ёнилғи микдори q_u нинг характеристикаси билан шикланади. 9.15-расм, б да дизелнинг регуляторсиз ва регулятор билан ишлагандаги характеристикалари кўрсатилган. Юкламасиз ишлашдаги айланишлар частотаси нукта 4 га тўғри келади. Дизел регуляторсиз ишлаганда механик исрофлар ўнгарса (масалан, двигател совитилганда ёки кизиганда), мумкиннат 5 ва 6 нуктада бўлади. Бу вақтда тирсакли валнинг айланишлар частотаси кўп, яъни Δn_5 ёки Δn_6 кадар ўзгаради ва дизел жуда нотекис ишлайди. Демак дизел турғун ишлаши учун юкламасиз ишлашдаги минимал айланишлар частотасини текширадиган регулятор керак. Регуляторнинг рейкага таъсир қилиши 9.15-расм, б да (5 ва 6 нукталар) кўрсатилгандек ёнилғи бериш характеристикасини таъминлаб беради. Бу ҳолда двигателнинг айланишлар частотаси кам, яъни Δn_5 ёки Δn_6 микдорга ўзгаради. Автомобил дизелларида иккала регулятор бир агрегатта бирлаштирилиб, яхлит ясалган бўлади ва икки

режимли регулятор деб аталади. Бундай марказдан қочирма регуляторнинг схемаси 9.16-расмда кўрсатилган.

Ёнилги насосининг кулачокли вали 6 охирига регуляторнинг втулки 5 ўрнатилган. Втулкага эса юкчалар 3 билан жиҳозланган иккита стержен 4 бураб киргизилган. Юкчалар втулка билан бирга айланиб стерженлар бўйлаб силжиши мумкин. Стерженларга пружиналар 7 ва 9 ўрнатилган, улар тарелкалар 2 ёрдамида гайкалар 1 билан сикилган. Пружиналар 7 пастки торец юзаси билан юкчаларнинг чиқиқларига тегиб туради, пружиналар 9 эса тарелкалар 8 га таянади. Регуляторнинг юкчалари торткилар воситасида ёнилги насосининг рейкасини силжитади. Кулачокли вал айланганда регуляторнинг юкчалари марказдан қочирма куч таъсирида силжишга ҳаракат қилади.

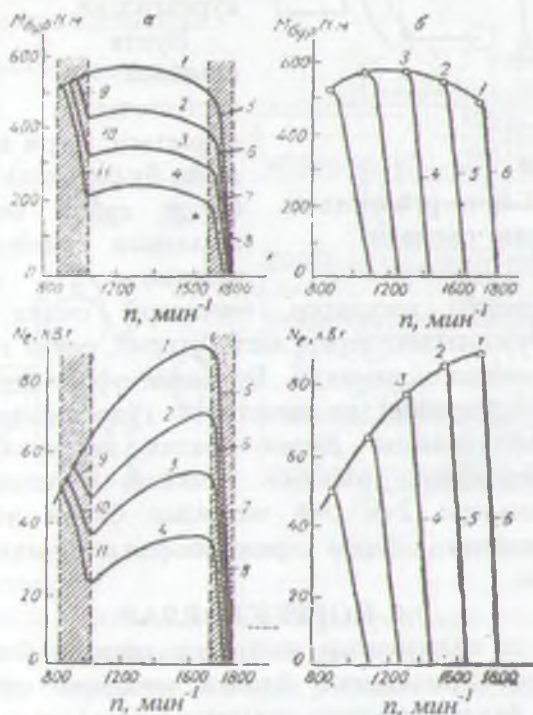


9.16-расм. Икки режимли регуляторнинг схемаси

Пружина 7 нинг таранглиги шундай танлаб олинадики, у юкчалар таъсирида салт ишлаш режимининг минимал айланишлар частотасида силжий бошласин. Айланишлар частотаси n_1 дан n_2 га қадар ошганда юкчалар силжиб тарелка 8 гача бўлган масофа n_1 ни босиб ўтади. Юкчалар силжиши натижасида рейканинг ҳолати ўзгаради ва салт ишлаш режими ростланади. Айланишлар частотаси n_2 дан $n_3 = n_{\text{ном}}$ гача ўзгарганда регулятор ишламайди. Бу режимларла двигателнинг ишлани хайдовчи томонидан ўзгартирилади. n_3 дан бошлаб юклама камайиши ва айланишлар частотасининг n_4 гача ошиши

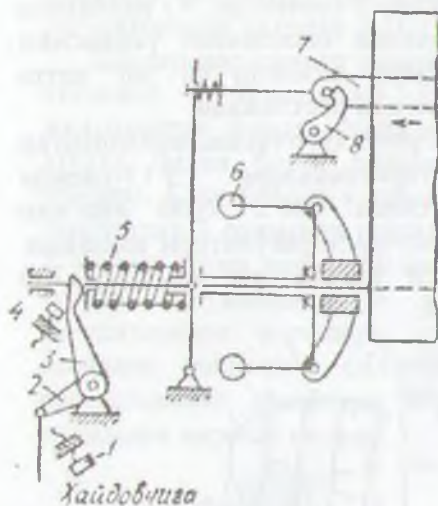
Билан юкчалар силжийди ва пружина 9 сиқилади. Ўз навбатида юкчалар n_2 масофага силжиб ёнилғи насосининг рейкасини сурди, буида ёнилғининг миқдори камаяди ва энг катта айланишлар частотаси $n_3 - n_4$ оралиғида ростланади.

Икки ва ундан ортик режимли регулятор билан жихозланган дизелларнинг тезлик характеристикалари 9.17-расмда кўрсатилган. Айланишлар частотаси 800... 1000 айл/мин бўлганда минимал айланишлар частотаси регулятори ишлайди. Максимал айланишлар частотаси регулятори $n_{\text{ном}} = 1700$ айл/мин дан бошлаб таъсир қилади.



9.17-расм. Икки (а) ва барча режимли (б) регулятор билан жихозланган дизелларнинг тезлик характеристикалари

Дизелларнинг барча режимли механик регулятори (9.18-расм) уларнинг барча режимларда гурғун ишлаши-ни таъминлайди. Бу жараён пружина 5 нинг таранглиғини ҳайдовчи



9.18-расм. Барча режимли регуляторнинг схемаси

частотаси ортиб, регулятор юкчалари очила бошлайди. Натижада пружинанинг таранглиги ўзгариб, рейка торгиледи ва ёнилгининг миқдори камаяди. Бу ҳолда эффектив қувват 1-6 чизик бўйлаб ўзгаради ва дизелнинг тўла юкламада турғун ишлаши таъминланади. Дизел оралиқ юкламаларда (2, 3 нукталар) ишлаганда юклама камайса, дизелнинг қувват характеристикалари 2-5; 3-4 чизиклар билан ифодаланади. Демак дизелнинг барча режимларда турғун ишлаши таъминланади.

9.6. КОРРЕКТОРЛАР

Дизелларда айланишлар частотаси ортиши билан пиклда насос орқали бериладиган ёнилғи миқдори ортади. Агар узатилаётган ёнилғи миқдори номинал режим учун ўрнатилган бўлса, айланишлар частотаси камая бориши билан буровчи момент камрок ўсади. Бу ҳолни дизеллар учун буровчи моментнинг ўзгариш характери кўрганимизда учратган эдик ва у дизелнинг камчиликларидан бири ҳисобланади. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида ёнилғи бериш корректорлари ишлатилади. Корректор ёрдамида буровчи момент запасини

томонидан ўзгартириб амалги оширилади. Демак режимда берилаётган ёнилғининг миқдори пружина ёрдамида бошқарилади.

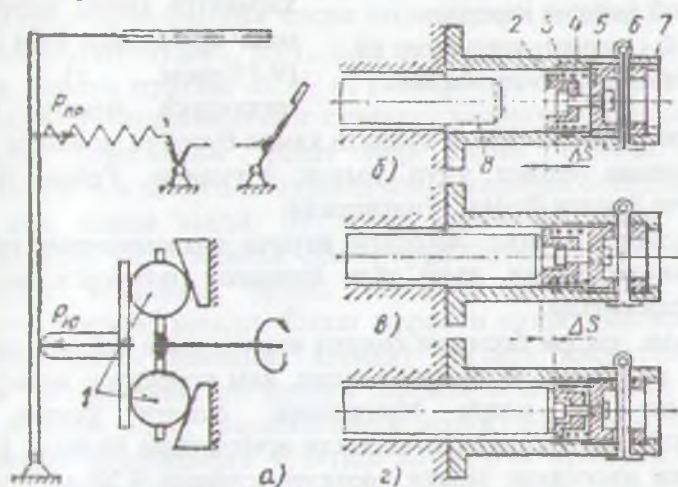
Дизелнинг барча режимли регулятор билан ишлагандаги ташқи тезлик характеристикаси ва унинг регулятор тармоқлари 9.17-расм, б да кўрсатилган.

Нукта 1 дизелнинг номинал айланишлар частотасидаги энг катта қувватига тўғри келади. Агар дизел бу режимда ишлаганида бирор сабаб билан унинг юкламаси камайса, тирсакли валнинг айланишлар

оширилиши мумкин. Бунинг учун айланишлар частотаси камайиши билан цилиндрга берилаётган ёнилгининг микдори оширилиши керак.

Д-12А дизелига ўрнатилган ёнилғи беришни ростловчи пружинали корректорнинг ишлаш принципи 9.19-расмда кўрсатилган.

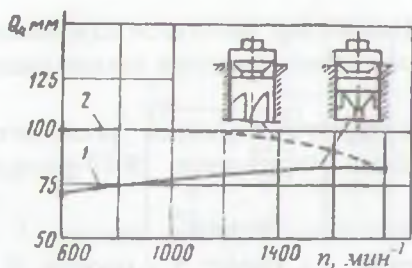
Корректор куйидаги элементлардан ташкил топган: 1 - юкчалар; 2 - калпокча; 3 - пружина; 4 - тирак; 5 - пробка; 6 - шланг; 7 - стакан; 8 - рейка. Корректор қалпоғи стаканда ҳаракат қилиши мумкин. Қолган деталлар эса (рейкадан ташқари), ҳаракат қилмайди.



9.19-расм. Ёнилғи беришни ростловчи пружинали корректор:

- а) схемаси; б) кичик юкламаларда рейканинг ҳолати;
- в) номинал режимдаги рейканинг ҳолати;
- г) энг кўп ёнилғи узатилганда рейканинг ҳолати

Дизел чала ва номинал юкламада ишлаганда ёнилғи насоси рейкасининг ҳолати 9.19-расм, б ва в ларда тасвирланган. Бу режимда корректор ҳали ишга тушмайди. Масалан, автомобилнинг ҳаракатига қаршилик ошди деб фараз қилайлик: агар корректор бўлмаса, қаршилик ошган сари двигателнинг айланишлар частотаси ва берилаётган ёнилгининг микдори



9.20-расм. Ёнилғи микдорининг тезлик режимиغا қараб ўзгариши:
 1 - оддий ҳайдаш клапани билан; 2 - клапан-корректор ва пружинали корректор билан

қўпаяди ва двигателнинг қуввати ҳамда буровчи моменти ортиб, қаршиликни енгиш учун имкон туғилади. Рейка тиракка теккунча ёнилғи бериш қўпаяверади.

Пружина 3 нинг бикрлиги ёнувчи аралашманинг ортиқча қуюқлашмаслигини, яъни тўла ёнишини эътиборга оладиган қилиб танланади.

Баъзи юқори босимли ёнилғи насосларида ҳайдаш клапани иккита вазифани, яъни ҳам клапан, ҳам корректор вазифасини бажаради. Бу ҳолда клапаннинг ёнилғи ўтиши учун мўлжалланган ўзгарувчан кесимли ариқчалари бўлади. Бундай клапанли насоснинг тезлик ҳарактеристикаси 9.20-расмда эгри чизик 2 билан кўрсатилган. Пружинали корректор ишлатилганда ҳам ёнилғи микдорининг ўзгариши шу каби бўлади.

камаяди. Натижада автомобил қаршиликни енга олмай тўхтаб қолиши мумкин. Корректор бўлган ҳолда эса, айланишлар частотаси камайиши билан юкчалар ўзаро яқинлашади. Унинг кучи $P_{\text{ю}}$ пружина кучи $P_{\text{пр}}$ дан кичик бўлиб қолади. Натижада бу кучлар фарқи таъсирида рейка ҳаракатга келиб корректорнинг пружинаси 3 ни сиқади (9.19-расм, 2). Бунда

цилиндрга ёнилғи бериш

ДИЗЕЛЛАРДА ЁНУВЧИ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Дизелларда ёнилғи тез ва тўла ёниши керак. Бу эса ёнилғи аралашмасининг тайёрланиш сифатига боғлиқ. Катта юкломаларда, яъни α нинг кичик кийматларида, катта тезлик режимида аралашма сифатига юқори талаб қўйилади.

Дизелда ёнувчи аралашма сиқиш жараёнининг охирида, цилиндр ичида ҳосил қилинади. Карбюраторли двигателлардан фарқи, дизелда аралашма ҳосил қилиш учун ажратилган вақт жуда чекланган бўлиб, 0,01...0,02 секундни ташкил қилади. Дизелда ёнилғи пуркаш ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан бошланади. Алангаланишнинг кечикиш даврига тенг вақт ичида цилиндрга ёнилғининг фақат бир қисми тушади. Катта юкломаларда эса ёнилғини пуркаш ёниш жараёни бошлангандан кейин ҳам давом этади. Бу ҳолда аралашма ҳосил қилиш кийинлашади. Шу сабабли дизелларда пуркашга ажратилган вақт жуда чекланган бўлиб, тирсакли валнинг 15... 30° бурилишига тўғри келади. Ёниш жараёни яхши ривожланиши учун камерадаги ҳавонинг ҳаракат тезлиги нисбатан катта бўлиши ва пуркалаётган ёнилғи зарралари камеранинг ҳамма қисми бўйлаб текис тақсимланиши лозим. Ёнилғини пуркаш, яъни майда заррачаларга тўзатиш ва ёнувчи аралашма ҳосил қилиш усули ёнилғи бериш аппаратурасига ҳамда ёниш камерасига кўп жиҳатдан боғлиқ.

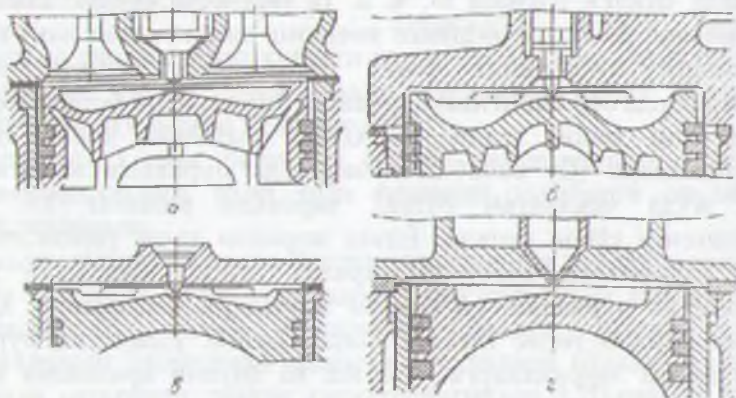
10.1. ЁНИШ КАМЕРАЛАРИ

Автомобил ва трактор дизелларида икки хил ёниш камералари қўлланилади: ажратилмаган (бир бўшлиқли) ва ажратилган (икки бўшлиқли). Ажратилмаган камералар асосан поршенда; ажратилган камераларнинг бир қисми поршенда, қолган қисми головкада жойлашган бўлади.

Ажратилмаган ёниш камералари сифатида поршен тубида жойлашган камера ва головка текислиги орасига жойлашган қайим хизмат қилади. Бундай камераларда ёнувчи аралашма

ҳосил қилишнинг ҳажмий, ҳажмий-пардали ва пардали усуллари мавжуд.

Ёнувчи аралашмани ҳажмий усулда тайёрлаш (10.1-расм). Ёнувчи аралашма камеранинг бутун ҳажмида ҳосил қилинади. Бундай камераларда сиқилган ҳавонинг температураси камери деворлари температурасидан анча юқори бўлади. Ёниги нисбатан «совук» камера деворларига урилганда ёниш жараёни ёмонлашади, қурум ҳосил бўлади ва дизел тутун чиқариб ишлайди. Бундай камераларнинг шакли ва ўлчами форсунканинг пуркагичидан чиқаётган ёнилги тўзонининг узунлиги ва конусига мос бўлиши шарт. Форсунка цилиндр ўқи бўйлаб ўрнатилган, ёнилги унинг сопласидаги кичик ($d = 0,15$ мм) тешиклардан пуркалади. Сопло тешиклари 5... 11 та бўлиши мумкин ва улар айлана бўйлаб текис жойлашади.



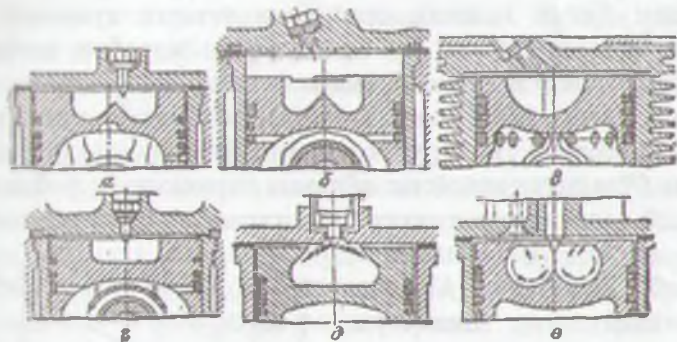
10.1-расм. Ҳажмий ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи камераси бор дизелнинг ёниш камералари:

а — ЯЗ-204, 206; *б* — Д-12 А; *в* — ДБ-67, 69;

г — Камминс V-6-140

Ўз-ўзидан алангаланиш ёнилги тўзонларининг чеккаларидан бошланади, чунки у ерда майда заррачалар кўп бўлади ва алангаланиш учун керакли концентрацияда ёнувчи аралашма ҳосил бўлади. Бу аралашма иссиқлик таъсирида ёна бошлайди. Сўнгра аланга бутун тўзонни камраб олади ва камеранинг чекка қисмларига ҳам тез тарқалади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилишда, асосан, ёнилги тўзонининг кинетик энергиясидан ва

ёниман сиқилган ҳавонинг энергиясидан фойдаланилади. Бундай камераларнинг диаметри катта бўлганлиги сабабли ҳавонинг ҳаракат тезлиги кичик бўлади. Шунинг учун ёнилғини пуркаш босими катта (100,0... 140,0 МПа) бўлиши керак. Бундай катта босимни насос-форсункада ҳосил қилинади.



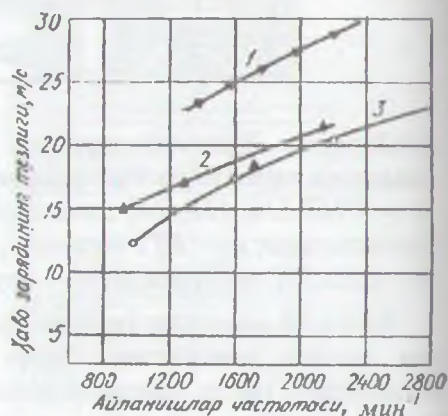
10.2-рисм. Ҳажмий-пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи дизелнинг ёнилш камералари:

- а — ЯМЗ-236, 238, 240 дизелларида; б — ЯМЗ-740, 741 дизелларида; в — ВТЗ дизелида; г — ЯМЗ-840 дизелида; д — ЦНИДИ камерасида; е — Заурер дизелида

Ҳажмий-пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилиш. Бунда ҳам ёнилғи камеранинг барча ҳажмига пуркалади. Камера деворларига парда шаклида қопланадиган ёнилғининг миқдори камера бўғизининг диаметрига, ёнилғи узатиш аппаратурасининг кўрсаткичларига (пуркаш босими, сопло тешикларининг диаметри), камерадаги ҳавонинг зичлиги ва тешикчига, пуркагичнинг камерага нисбатан жойлашишига қараб турлича бўлади. Бундан ташқари, двигателнинг турли юклама ва тешик режимларига қараб ҳам камера деворларига қопланаётган ёнилғининг миқдори ўзгаради. Автотрактор дизелларида шундай режимлар (кичик юкламалар ва кичик айланишлар частотаси) ҳам бўладик, бунда пуркалган ёнилғи камера деворларига етиб бормайди ва камера ҳажмида тўпланади (бу ҳолда ёнилғи пардаси ҳосил бўлмайди). Бундай шароитларда ёнилш жараёни юқорида келтирилган ҳажмий аралашма ҳосил қилиш усулидагидек бўлади. Бу группа дизелларга катта

юкламаларда ёнилгининг маълум қисми камера деворларини тушадиган камералар туркуми киради. Лекин бундай камераларда пардали аралашма ҳосил қилиш усулидаги каби парда ҳосил қилиш учун махсус шароитлар яратилмайди. Бу типдаги камералар 10.2-расм *a, e* да кўрсатилган. Пуркагич тешикларининг сони 3... 5 та бўлади. Пуркалаётган ёнилгининг поршен билан головка орасидаги зазорга тушиши мақсадли мувофик эмас, чунки бу ҳолда ёниш жараёни ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилиш учун ёнилғи ва ҳаво зарядининг ўзаро таъсиридан фойдаланилади. Бу группа дизелларида цилиндр ўқи бўйлаб ҳосил бўладиган ҳавонинг айланма ҳаракатидан фойдаланилади. Бундай ҳаракат киритиш тактида ташкил қилинади ҳамда сиқиш ва ёниш жараёнларида саклаб қолинади. Камера бўғзининг диаметри цилиндр диаметридан кичик бўлгани учун поршен сиқиш жараёнида ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда заряд цилиндрдан поршенда жойлашган ёниш камерасига оқиб ўтади.

Поршен ю. ч. н. га яқинлашиши билан оқиб ўтиш тезлиги оша бошлайди ва ю. ч. н. га $10... 15^\circ$ қолганда юқори ($25... 35\text{ м/с}$) тезликка эришади. Баъзи дизеллар учун ҳаво зарядининг тезлиги 10.3-расмда кўрсатилган. Пуркалган ёнилгининг кўп қисми ёниш камерасининг ўзида, қолган қисми эса камера деворларидан буғланиб, ҳаво билан кескин аралашади ва ёнади.



10.3-расм. Ёниш камерасида заряд айланиш тезлигининг тирсакли вал айланишлар частотасига боғлиқлик графиги:

1 - Д-37М дизели; 2 - ЯМЗ-236 дизели; 3 - тез юрар дизел S/11-96/115 (Гесельман типидagi камерали)

Базис тўрт тактли дизелларда ҳавонинг уярма ҳаракатини ҳосил қилиш учун киритиш клапанига экран (10.4-расм) қўйилади ёки киритиш каналларининг айрим қисмлари торайтирилади ёхуд винт шаклида ясалади. Бундай камераларда ҳаво зарядининг энергияси катта бўлганлиги сабабли ёнилғи бериш аппаратурасига бўлган талаб нисбатан кам. Шунинг учун ёнилғи бериш аппаратурасини танлаш осон бўлади. Бундай камераларда пуркаш босими 30,0... 50,0 МПа га тенг. Демак,, пуркаш босими, ёнилғи тўзонининг узунлиги, пуркагич тешикларининг диаметри катта аҳамиятга эга эмас ва улар двигателнинг кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатмайди. Айни вақтда ҳаво зарядининг тезлиги билан боглиқ бўлган омиллар двигател кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатади. Бундай камерали дизеллар нисбатан кўп тарқалган бўлиб, уларнинг тежамлилиги анча яхши ($q_e = 200...220$ г/(кВт · соат), эффектив босими эса $p_e = 0,78...0,82$ МПа. Бундай дизелларни ишга тушириш нисбатан осон ва уларнинг айланиш частотаси – 3200 мин⁻¹ гача бўлади.

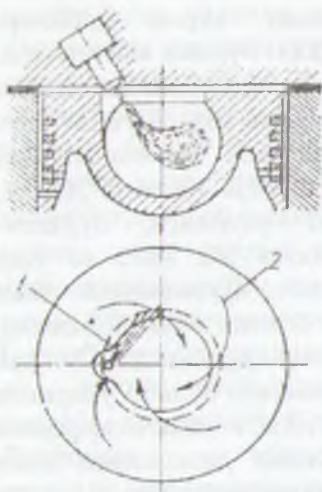
Пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилиш. Юқорида қайд қилинганимиздек, ҳажмий ва ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиш усулларида ёниш жараёни шиддатли бўлади. Бу қимчиликни бартараф қилиш ҳамда тутун чиқариб ишлашни қимайтириш мақсадида пардали аралашма ҳосил қилиш усули қўлланилади. Бу усулда аралашма ҳосил қилиш учун қуйидагилар бўлиши шарт: а) алангаланишда қатнашадиган ёнилғи миқдорини кискартириш (5% дан ошмаслиги керак); б) ёнилғининг аста-секин оксидланишини ва кизишини таъминлаш; в) ёнилғини иссиқ ҳаво билан жадал аралаштириш; бу эса алангаланиш пайтигача бир хил тартибли аралашма олишни ва аралашманинг шиддатсиз ёнишини таъминлайди. Асосий мақсад қуйидагидан иборат. Ёниш жараёнини бошқариб



10.4-расм. Ҳавонинг уярма ҳаракатини ташкил қилиш усуллари:

а – клапанга экран ўрнатиш;
б – тешиқлар орқали уринма ҳолда киритиш

(бирламчи алангаланишнинг жадаллигини пасайтириб, ёнилгининг аста-секин лекин тез ва тўла оксидланишини таъминлаш), циклда иссиқликдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш. Бу усулда араланима ҳосил қилиш ва ёниш жараёнини ташкил қилиш М — жараёни номи билан машхур. М — жараёни ишлатилган МАН (ГФР) дизелининг ёниш камераси 10.5-расмда кўрсатилган.



10.5-расм. Пардали аралашма ҳосил қилинадиган камера:

- 1 — ёнилғи тўзони;
- 2 — ҳавонинг йўналиши

гичда сопло тешиклари иккита бўлиб, улардан бири ёнилгини камера деворларига ўткир бурчак остида ҳаво оқимиغا мос ҳолда пуркаб беради, натижада 15 мкм калинликда суюқ ёнилғи пардаси ҳосил бўлади. Иккинчи тешик орқали камера ҳажмига фақат 5% ёнилғи пуркалади. Алангаланиш жараёни камера ҳажмида бошланади. Камера юзидаги ёнилғи пардаси пуркаш тугалланиши билан буглана бошлайди. Бугланган ёнилғи ҳаво билан аралашиб ёниш зонасига тушади ва ёна бошлайди. Камерала ҳавонинг айланма ҳаракати мавжуд бўлгани учун ишлатиладиган иссиқ газлар ёниш камерасининг марказига интилади, нисбатан совуқ ҳаво эса камера деворлари бўйлаб ҳаракат қилади ва ёниш зонасини кислород билан таъминлайди. Бу эса ёниш жараёнини шовкинсиз, раван боришини таъминлайди. Бу камераларда ҳам пуркаш характеристикалари ва кўрсаткичлари циклда иссиқликдан фойдаланишга кам таъсир кўрсатганлиги учун ёнилғи бериш аппаратурасига

қуйилган талаб катта эмас. Пуркашнинг давомлилиги $30... 40^\circ$ ни ташкил қилади. Бундай дизеллар тежамли ($q_{\text{emin}} = 210...215$ г/(кВт · соат) ишлайди. Эффектив босими эса $0,85$ МПа ($\alpha_{\text{min}} = 1,15...1,20$).

Ишлатилган газларнинг тутуни кам бўлади, чунки ёниш вақтида бир хил таркибли аралашма ҳосил қилинади ва ёниш тўла бўлади. Бундай ёниш камераларида турли хил дизел ёнилгиларини, шунингдек, бензин ва керосинни ҳам ишлатиш мумкин. Бу типдаги дизелларда кичик октан сонли бензинларни ишлатганда ҳам ёниш жараёнининг шиддати $0,5$ МПа/град дан ошмайди. Ёниш камерасининг деворлари нисбатан совуқ бўлганда эффектив аралашма ҳосил қилиш кийин бўлади. Бу эса двигателни тутун чиқариб ишлашига олиб келади ва уни юргизиб юбориш кийинлашади. Бундай камерали дизеллар «Икарус» автобусларига ўрнатилган.

Ажратилган ёниш камералари. Маълумки, ажратилмаган ёниш камераларида двигателнинг кўрсаткичлари ёнилғи бериш аппаратурасининг характеристикаларига ва ҳолатига кўпроқ боғлиқ бўлади. Бу эса ёнилғи бериш аппаратурасининг конструкциясини мураккаблаштиради ва таннархини оширади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилиш энергияси ёнилғи ва ҳавонинг кинетик энергияларининг йигиндисидан иборат, яъни $E_{\text{ар}} = E_{\text{ёнилғи}} + E_{\text{ҳаво}}$. Демак,, ёнувчи аралашма ҳосил қилишда ҳаво зарядининг энергиясидан тўлароқ фойдаланилса, ёнилғи аппаратурасига бўлган талаб пасаяди. Бунга ҳаво зарядининг тезлигини ошириб ва ажратилган ёниш камераларини қўллаб ўришиш мумкин. Бу ҳолда ёниш камераси иккита ўзаро бирлаштирилган (асосий ва ёрдамчи) камералардан иборат бўлади. Ёрдамчи камера асосан цилиндр головкасида ёки блокда жойлашган бўлиб, ўзгармас ҳажмга эга. Сикиш жараёни охирида ҳаво зарядининг асосий камерада ёрдамчи камерага кинал оркали ўтишида унинг тезлиги ва энергияси ортади. Бу энергия циклнинг фойдали индикатор ишидан олинади, натижада циклда иссиқликдан фойдаланиш бир оз ёмонлашади. Бунда заряднинг уярма ҳаракатини ташкил қилиш учун киритиш системасига ҳеч қандай мосламалар ўрнатилмайди. Заряднинг тезлиги ва характери камера ҳажмларининг

нисбатига, бирлаштирувчи каналнинг ўлчамига ва двигателнинг иш режимига боғлиқ.

Автомобил ва тракторларда уюрмали ёниш камералари (уюрма камерали дизеллар) ва олд камералар (олд камерали дизеллар) ишлатилади. Бу камераларда арлашма ҳосил қилиш турлича бўлгани учун уларни алоҳида-лоҳида кўриб чиқамиз.

Уюрма камерали дизеллар. Бу турдаги камералар 10.6-расм, а, б, в, г ва д ларда тасвирланган.

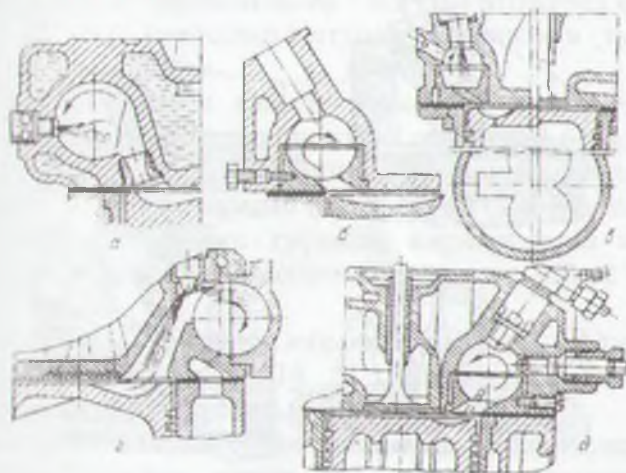
Поршен ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда заряднинг бир қисми поршеннинг устидаги бўшлиқдан бирлаштирувчи канал орқали уюрмали камера 3 га ўтади. Каналнинг йўналиши, шунингдек, уюрмали камеранинг шакли унинг ичида ҳаво зарядининг айланма ҳаракатга қелишини таъминлайди. Оқиб ўтаётган заряднинг тезлиги сиқиш пайтида ортади ва поршен ю. ч. н. га $10...15^\circ$ етмасдан тезлик энг катта ($100...200$ м/с) қийматга эришади. Бу эса оддий штифт-соплони (бир тешикли) тўзиткич қўллаш имконини беради. Сиқиш охирида уюрмали камерага пуркалган ёнилғи уюрмали ҳаракатга келган ҳаво билан аралашади, буғланади ва қисман ёнади, натижада уюрмали камерадаги босим ошади. Бу босим поршеннинг юқори қисмидаги босимдан анча ($0,4...0,6$ МПа) катта бўлади ва ёниб улгурмаган ёнилғи ҳамда ёниш маҳсулотлари катта тезликда асосий камера 2 га ўтади. Натижада ёнилғи билан ҳавонинг аралашishiга, иш аралашмасининг яхши ёнишига қулай шароит яратилади. Асосий камера 2 бирлаштирувчи канал тагида махсус чуқурча шаклида ясалади. Уюрмали камерадан оқиб тушаётган ёнилғи ва ҳаво аралашмаси шу чуқурчага тушади, бу жойда ҳавонинг кўп қисми тўплангани учун ёнилғи – ҳаво аралашмасининг тез ёниб кетиши таъминланади.

Бу камеранинг хусусияти шундаки, пастки ажраладиган ярим сфера б цилиндрлар головкасига зазор билан ўрнатилган. Уюрмали камеранинг фақат пастки торец сирти зичланган. Двигател ишлаганда бу ярим сфера кучли қизийди, тўла юкламада унинг температураси 700°C гача етади. Бу эса алангаланишнинг кечикиш даврини қисқартиради ва ёниш жараёнининг раво кетишини таъминлайди.

Чўгланиш свечаси 5 дизелни паст температураларда юргизиб юборишни осонлаштириш учун қўлланилади.

Генераторнинг металл спирали аккумуляторлар батареясида ток олиб кўчи кизийди ва уюрмали камерадаги ҳавони қиздиради. Натигада ёнилғи буғланади ва дизелни ишга тушириш таъминланади.

Дизелларнинг маълум конструкцияларидаги уюрмали камеранинг ҳажми ёниш камераси умумий ҳажмининг 0,4...0,55 қисmini ташкил этади.

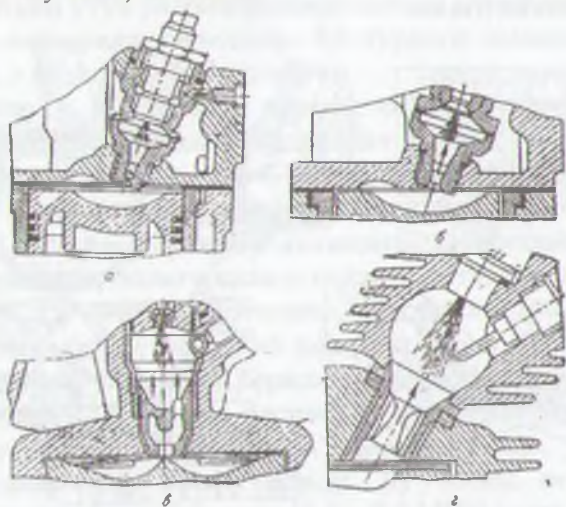


10.6-расм. Уюрмали камераларнинг турлари

Бу камераларда аралашма тайёрлаш жараёни мукаммал бўлганлиги сабабли $\alpha_{\min} = 1,15 \dots 1,25$ оралиғида бўлади ва дизел бу ҳолда тутун чиқармай ишлайди, эффе́ктив босимнинг киймати катта бўлиши таъминланади.

Олд камерали дизелларда (10.7-расм) олд камеранинг ҳажми ёниш камерасининг 25...40% ини ташкил қилади. Олд камера асосий ёниш камераси билан битта ёки бир нечта канал орқали бирланади. Сикиш жараёнида ҳавонинг бир қисми поршеннинг устки қисмидан олд камерага оқиб ўтади ҳамда унинг тезлиги 200 м/с ва ундан юқори бўлади. Заряд бу тезликка поршен ю. ч. н. га яқинлашганда эришади. Тахминан шу пайтда олд камерага бир сошюли ($d = 1$ мм) ёки штифтли тўзиткич орқали ҳаво оқимиға қарши ёнилғи пуркалади. Алангаланиш жараёни олд камеранинг иссиқ зонасида бошланади. Олд камеранинг ҳажми нисбатан кичик бўлгани учун унда ёнилғининг бир қисми ёнади,

натижала бу камерада босим тез кўтарилади ва камералардаги босимлар фарқи 1,2 ... 1,5 МПа га етади, ёниб тугамаган ёнилги ва ёниш маҳсулотлари катта тезликда асосий камерага отилиб чикади, бу ерда у ҳаво билан аралашиб тўла ёнади. Асосий камерада ёнишнинг шиддати кичик бўлади ва двигател «юмшук» (товушсиз) ишлайди.



10.7-расм. Олд камералар

Бундай камераларда ёнувчи аралашманинг сифати двигателнинг тезлик режимига боғлиқ эмас, шу сабабли бу двигателларнинг айланишлар частотаси катта бўлади. Уюрмали ва олд камерали дизелларда аралашма ҳосил қилиш турлича бўлса ҳам, уларнинг ажратилмаган камерага нисбатан афзалликлари умумийдир.

1. Ажратилган ёниш камералари ишлатилганда, уларда ҳавонинг тезлиги жуда катта бўлганлиги учун ёнилги билан ҳаво яхши аралашади. Бу эса ажратилмаган ёниш камераларидагига нисбатан ёнилгини паст босимда пурканга, шунингдек, битта катта тешикка эга бўлган тўзиткичли форсунка ишлатишга имкон беради.

2. Ажратилган ёниш камерали дизелларнинг ёрдамчи камераларида иссиқ зоналар борлиги сабабли алангаланишнинг кечикиш даври ажратилмаган камерали дизелларга нисбатан

ёниш кам бўлади. Бу эса ҳеч қандай қийинчиликсиз бундай дизелларда ҳар хил ёнилғилар ишлатишга имкон беради.

1. Бу дизелларнинг асосий камерасидаги циклнинг энг юқори босими нисбатан кичик бўлиб, олд камералар учун $4,0 \dots 6,0$ МПа, уюрмали камералар учун эса $6,0 \dots 7,0$ МПа бўлади. Ёнилги даражасининг шиддати $d_p/d\phi = 0,2 \dots 0,4$ МПа/град атрофида ўзгаради. Бу эса кривошип-шатунли механизмга тушаётган юқини камайтиради.

4. Аралашма ҳосил қилиш мукаммал бўлганлиги учун ишлатилган газларнинг заҳарлилиги ва тутуни кам бўлади.

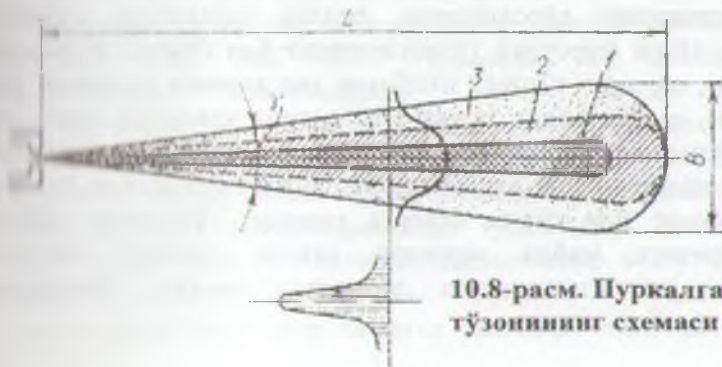
3. Ажратилган ёниш камерали дизелларнинг тежамлилиги қавқо тарядининг бир камерадан иккинчисига оқиб ўтиш пайтида ёнилғининг йўқотилиши туфайли, ажратилмаган камерали дизелларникига қараганда ёмонроқ бўлади ($q_e = 258 \dots 288$ г/(кВт соат)).

6. Двигателни юргизиш юбориш нисбатан қийин. Буни осонлаштириш учун $\epsilon = 18 \dots 21$ оралиғида танланади ва яқиндориш свечаси ўрнатилади.

Уюрмали ва олд камерали аралашма ҳосил қилиш усули энгил автомобилларда, юқори айланишлар частотасига ($n = 4000 \dots 4500$ мин⁻¹) эга бўлган дизелларда, шунингдек, трактор дизелларида қўлланилади.

10.2. ЁНИЛҒИНИ ПУРКАШ

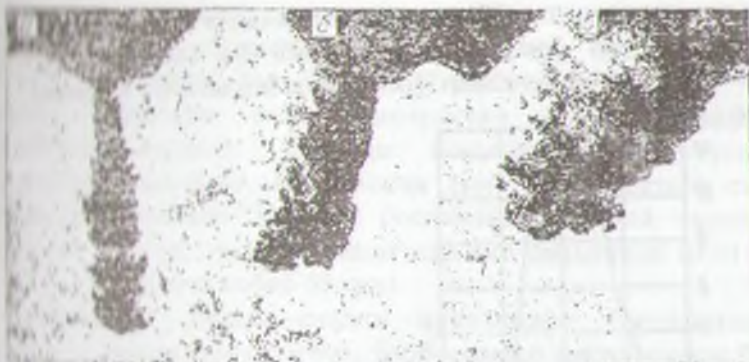
Ёнилғи ёниш камерасига форсункадаги тўзиткич (пуркагич) ёқилмасининг тешиги орқали юқори босим остида нуркалади. Натижада ёнилғи майда зарраларга парчаланиб, ёнилғи



тўзонини ҳосил қилади. Пуркалган ёнилғининг тўзини ва тўзоннинг ёниш камерасига кириши ёнилғининг ковшокклигига, сирт таранглик кучига, пуркаш босимига, сопло тешигининг ўлчамларига, шаклига ва тайёрланиш сифатига ҳамда сиқилган ҳавонинг пуркаш пайтидаги ҳаракат тезлигига боғлиқ.

Сопло тешигидан отилиб чиқаётган ёнилғи ҳаракатланувчи, жуда кўп ($5 \cdot 10^5 \dots 20 \cdot 10^6$) майда зарраларга парчаланиб ёнилғи тўзонини ҳосил қилади. Бу жараёни фотосуратга олиш зарралар тўзонда сони ва ўлчами жиҳатидан жуда нотекис тақсимланганлигини кўрсатади. Бундай тўзоннинг тузилишини пуркаш жараёнини жуда қисқа вақтлар оралиғида расмга олиб чиқиш мумкин. Ёнилғи тўзони (10.8-расм) уч қисмдан иборат: 1-қисм — ўзақ деб аталади ва у йирик томчилар, ҳамда парчаланиб улгурмаган ёнилғи окимларидан ташкил топади; 2-қисм — йирик зарралардан иборат; 3-қисм — майда зарралардан иборат. Тўзон кенлиги — B , узунлиги L_t ва конус бурчаги γ , ёниш камерасининг шакли ҳамда турига қараб танланади. Ёнилғи пуркаш тешикларининг сони камералардаги ҳаво зарядининг энергиясига, камера, турига боғлиқ. Заряднинг энергияси канча юқори бўлса, сопло тешикларининг сони шунча кам бўлади. 10.9-расм, *a* да кўрсатилган ёнилғи тўзонининг тузилиши ҳаво заряди ҳаракатсиз бўлганда олинган. Агар ёнилғи ҳаракатдаги зарядга пуркалса унинг шакли ва траекторияси ўзгаради (10.9-расм, *б* ва *б*).

10.9-расмда юқорида кўриб ўтилган ёниш камераларига пуркалган ёнилғи тўзонининг фотосуратлари кўрсатилган. Фотосуратларнинг кўрсатишича, ёнилғи ҳаракатсиз муҳитга пуркалса, тўзон форсунка тўзиткичининг ўқи бўйлаб йўналади (10.9-расм, *a*); ҳаво тўзонга нисбатан тик ҳаракат қилганда эса (10.9-расм, *б*) тўзоннинг ташқи қатламлари ҳавонинг ҳаракати бўйлаб йўналади; уюрмали камера учун шу нарса характерлики, ҳавонинг айланма ҳаракати таъсирида тўзон буралади ва ёнилғи зарраларининг бир қисми деворга тушади. Тўзоннинг ташқи қатламларидаги майда зарралар ҳавога эргашиб қисман буғланади ва алангаланиш зонасига тушади. Натижада алангаланиш бошланади.



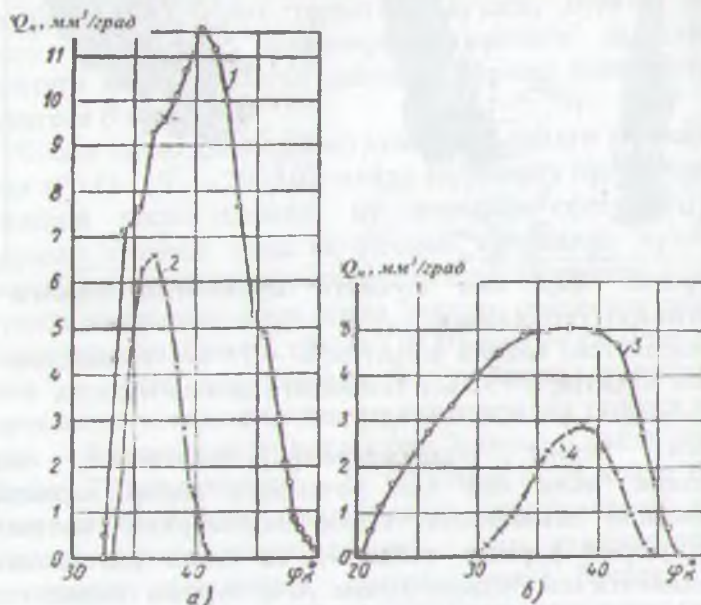
10.9-рисм. Ҳар хил муҳитга пуркалган ёнилғи тўюнининг тарқалиши:

a – ҳаракатсиз ҳаволи муҳитга; *b* – 15 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга; *в* – 35 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга

Ёнилғи бериш аппаратураси ёнилғининг яхши тарқалишини, яъни бир хил ўлчамдаги майда зарраларга парчаланишини таъминлаши керак. Зарраларнинг катталиги ҳавонинг уюрма ҳаракат тезлигига ва ёниш камерасининг конструкциясига мос бўлиши лозим. Агар пуркаш босими катта (140 МПа) бўлса, ёнилғи жуда майда зарраларга парчаланadi, лекин тўюннинг узунлиги қисқаради. Майда зарралар тезда бутланиб, тузаткич атрофида тўпланиб қолади ва аралашма қочил қилиш ёмонлашади, натижада двигателнинг вўраткичлари пасаяди, пуркаш охирида ҳосил бўладиган юмчиқлар ёниш жараёнининг ёмонлашишига ва двигателнинг тўтун чиқариб ишлашига сабаб бўлади.

Айратилмаган ёниш камераларига ёнилғи нисбатан катта босимда (40... 140 МПа) пуркалади. Шу сабабли ёнилғи форсункадан чиқабошлани билан майда зарраларга парчаланadi. Пуркаш босимининг маълум қийматгача ўсиши ёнилғининг майда зарраларга парчаланишига ижобий таъсир кўрсатиб, двигателнинг кўрсаткичларини яхшилади. Пуркаш босими ёнилғи аппаратурасининг тузилишига, ёниш камерасининг турига, двигател валининг айланишлар частотасига ва бир цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорига боғлиқ. Айланишлар частотаси ва цикл давомида бериладиган ёнилғи

миқдори канча катта бўлса, пуркаш босими ҳам шунча катта бўлади. Бу эса ёнилгининг бир хил ва майда зарраларга парчаланишига олиб келади. Дизел салт ишлаганда пуркаш



10.10-расм. Ёнилғи пуркаш
характеристикаси:

а) ЯМЗ-236 двигатели учун; б) ЯАЗ-204
двигатели учун; 1-цикл давомида пуркалган
ёнилғи миқдори $Q_{и} = 115,5 \text{ мм}^3$; 2- $Q_{и} = 30,6$
 мм^3 ; 3- $Q_{и} = 83,6 \text{ мм}^3$; 4- $Q_{и} = 34,3 \text{ мм}^3$

босими нисбатан паст бўлгани учун ёнилгининг пуркалиш сифати анча ёмонлашади. Юқорида айтганимиздек, насос-форсунка ишлатиладиган дизелларда (ЯАЗ) пуркашнинг максимал босими 125...150 МПа га етади. Ажратилган типдаги ёнилғи аппаратураси ишлатиладиган дизелларда эса (ЯМЗ, АМЗ, СДМ, ДЗ7Е, Д-12) пуркашнинг максимал босими 40...50 МПа дан ошмайди.

Ёнилғи пуркаш маълум вақт давомида содир бўлгани учун унинг босими ўзгарувчан бўлади.

Пуркаш босимиға мос равишда ёнилгининг парчаланиш сифати ҳам пуркаш пайтида ўзгариб туради. Максимал босим пуркаш даврининг ўрталарига тўғри келади. Демак, майда ёнилғи зарралари ёниш камерасига пуркаш даврининг ўрталарида тушади. Пуркаш бошланиши ва тугашида босимнинг пасайиши натижасида ёнилгининг тўзиш сифати кескин ёмонлашади. Пуркаш босимининг бундай характерда ўзгариши ёнилғи томчиларининг ҳар хил диаметрда (0,01...0,03 мм) парчаланишига сабаб бўлади.

Ёнилгининг тўзиш сифати пуркашнинг бошланиши ва охиридаги босимларга боғлиқ. Бу босимлар қанча юқори бўлса, ёнилгининг парчаланиш сифати шунча яхши бўлади, яъни ёнилғи майда томчилардан иборат бўлади. Натижада дизел тежамли ва тутун чиқармасдан ишлайди. Бу мақсадда ёнилғи насосида тангенциал профилли кулачоклар ишлатилади.

10.3. ПУРКАШ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Пуркаш характеристикаси ёнилғи бериш аппаратурасининг иш сифатини белгилайдиган асосий кўрсаткичлардан биридир, у ёниш камерасига берилаётган ёнилғи миқдорининг вақтга ёки кулачокли валнинг бурилиш бурчагига боғлиқлик графиги билан белгиланади (10.10-рasm, *a* ва *б*). Бундай графиклар тақрибاً йўли билан олинади. Бунинг учун махсус мосламада форсуникадан пуркалаётган ёнилғини кулачокли валнинг 1° бурчакка бурилишига мос миқдори аниқланади. Сўнгра ҳар бир градусга мос ҳолда ёнилғи миқдорини қўйиб пуркаш характеристикасини кўриш мумкин. Бу характеристикадан алангаланишнинг кечикиш даврини ва пуркаш даврида берилган ёнилғининг умумий миқдорини, пуркашнинг давом этиш вақтини, бошланиш ва тугаш пайтларини аниқлаш мумкин. Бу характеристика ёнилғини тўзитиш сифатини, тўзоннинг ривожланиши ва ёниш жараёнининг боришини белгилайди.

Ёниш жараёни шиддатсиз кетиши учун алангаланишнинг кечикиш даврида ёниш камерасига ёнилғини кам бериш керак. Шу сабабди пуркаш бошланишида ёнилғи беришнинг тезлиги анчикроқ бўлиши керак. Ёнилғи бериш тезлиги кичик бўлса, пуркаш босими ҳам паст бўлади. Натижада ёнилгининг тўзиш

сифати жуда ёмонлашади, тўзоннинг узунлиги қисқаради ва алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетади.

Ёнилги микдорининг асосий қисми катта тезликда ва катта босимда берилиши керак, чунки бу ҳолда ёнилги зарралари ёниш камерасининг чекка қисмларига ҳам бориб етади ва бу зонадаги ҳаводан тўла фойдаланилади. Барча тез юрар дизелларда пуркаш кескин тугатилади. Пуркашни кичик тезликда тугаллаш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолда ёнилги тўзиткич атрофида тўпланиб қолиб ёниш жараёни ёмонлаштиради ва двигател тутун чиқариб ишлайди.

Наддувсиз дизелларда ёнилги беришнинг давом этиш вақти тўла юкламаларда тирсакли валнинг $26...30^\circ$, наддувли дизелларда эса $35...45^\circ$ бурчакка бурилишидан ошиб кетмаслиги керак. Ёнилги бериш чўзилиб кетса, ёниш жараёни узайиб, кенгайиш вақтида ҳам давом этади ва иш циклининг самараси пасаяди. Дизелларда пуркаш босими, унинг давом этиш вақти ва ёнилгининг микдори юкламага боғлиқ ҳолда ўзгаради.

Пуркаш характеристикаси ёнилги бериш аппаратураси элементларининг конструкциясига (кулачокли валнинг кулачоғига; плунжернинг конструкциясига, клапанларига ва ҳ.к.) боғлиқ.

Графикларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, циклда берилаётган ёнилгининг микдори камайса, пуркаш эрта тугайди, пуркашнинг бошланиши эса, айниқса насос-форсунка учун, кечикиш томонга силжийди, бу плунжернинг конструкциясига боғлиқ.

ДВИГАТЕЛЛАРНИ СИНАШ

11.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Двигателнинг қуввати, бурувчи моменти ва тежамлилиги унинг қандай транспорт воситасига ўрнатилиши билан белгиланади. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби, конструкцияси шартномаларни ҳисобга олиб танланади. Аввал двигателнинг тежамлиги нусхаси ишлаб чиқарилади. Синов ва таҷрибалардан сўнг, яъни двигател яхши кўрсаткичларга эга бўлган ҳолдагина уни қўллаб ишлаб чиқаришга рухсат этилади.

Двигателнинг асосий кўрсаткичлари — таъки тезлик ва қўллама харақтеристикалари махсус синаш стендида олинади. Бу синаш турар ускуналар ва ўлчов асбоблари билан жиҳозланган.

Двигателларни автомобилни эксплуатация қилиш шартномаларига мос турғунланмаган режимларда синаш жуда қийин. Бунинг учун махсус жиҳозлар, асбоб-ускуналар тайёрланиши лозим. Бу асбоблар ёрдамида двигателнинг вақт бўйича ўзгарувчи тезлик ва юклама режимларининг кўрсаткичлари ёзиб олинади. Бундан ташқари, двигател махсус эксплуатация шароитларини имитация қилувчи тормоз билан уланган бўлиши шарт.

Двигателларнинг барча харақтеристикаларини синаш шендида олиш вақтида берилган турғун режим учун қуйидаги шартномалар ўлчанади ва махсус баённомаларга ёзилади:

- бурувчи момент — M_e ёки тормозлаш қучи — P_T ;
- тирсакли валнинг τ (сек) вақт ичидаги айланишлар частотаси — Δn ёки минутига айланишлар частотаси — n ;
- t (сек) вақт ичида сарфланган ёнилғи ва ҳавонинг массалари ΔG_h ва ΔV_h ;
- таъки ҳавонинг, двигателга қираётган ва ундан қикаётган қўллақнинг, двигател мойининг, қикариш трубазидаги имитацияланган газларнинг температуралари $^{\circ}\text{C}$ (t_o , t_k , t_{oc} , t_m ва t_T);
- таъки муҳитнинг, мой магистраладаги мойнинг босими, қиралиш трубазидаги қирақлиниш (p_o , p_m ва Δp_n);

— ёнишни ёки ёнилгини пуркай бошлашни илгарилан бурчаклари (θ_n , φ_e) ва бошқалар.

Кўпгина ҳолларда ёниш жараёнининг характерини ўрганишга тўғри келади, бу ҳолда двигателнинг индикатор диаграммаси махсус асбоб ёрдамида ёзиб олинади.

Баённомага ёзилган юқоридаги кўрсаткичлар асосида двигателнинг кўрсаткичлари формулалар орқали ҳисоблаб аникланади, сўнгра мос характеристикаларни график тарзда тасвирлаш кумкин. Графикларда ўлчанган кўрсаткичларнинг киймати 2 мм ли нукта билан белгиланади, ҳисобланган кўрсаткичлар эса нукталар билан белгиланмайди.

11.2. ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИНИ АНИҚЛАШ

Двигателнинг эффектив қуввати қуйидагича аникланади:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{716,2}, \text{ о. к.}$$

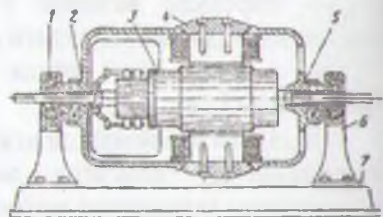
бу ерда n – тирсакли валнинг айланишлар частотаси, мин^{-1} . Тормознинг елкаси $l = 716,2$ мм килиб олинади. Буровчи момент қуйидагича ҳисобланади: $M_e = P_{\text{тор}} \cdot l$, $\text{кГ} \cdot \text{м}$.

Двигателнинг эффектив қуввати эса қуйидагича аникланади:

$$N_e = \frac{P_{\text{тор}} \cdot l \cdot n}{716,2} = \frac{P_{\text{тор}} \cdot m}{1000}, \text{ кВт.}$$

Двигателни синаш вақтида унга юклама бериш учун ҳар хил конструкциядаги гидравлик ва электр тормозлар ўрнатилади.

Гидравлик тормозларнинг тузилиши оддий бўлиб, улар чидамли ва турғун ишлайди. Электр тормозлар эса ўзгармас ва ўзгарувчан токли бўлади. Улар тузилиши жихатдан гидравлик тормозларга нисбатан мураккаб, аммо бир қанча афзалликларга эга. Электр тормозлар икки вазифани бажариш имкониятига эга: 1) тормоз ёрдамида двигателнинг тирсакли вагини айлантириб бериш; 2) двигател ишлаганида ҳосил бўладиган



11.1-расм.
Балансирли
динамомашинна

механик энергияни электр энергиясига айлантириб электр тармоғига узатиш.

Гидравлик тормозларда двигателнинг механик энергияси сувни кидиришга сарфланадиган иссиқликка айланади. Тормознинг иш режимлари шундай танланиши керакки, синаш вақтида сувнинг температураси $50-60^{\circ}\text{C}$ дан ошиб кетмаслиги керак акс ҳолда, тормоз тез ишдан чиқади.

Электр тормоз (балансирли динамомашина) оддий электр двигателдан статори станина стойкасидаги подшипникларга ўрнатилганлиги ва ўз ўқи атрофида эркин бурила олиши билан фарқ қилади (11.1-рasm).

Электр тормоз икки режимда, яъни электр двигател ва генератор режимларида ишлайди. Тормоз сифатида ўзгарувчан ток генератори ишлатилганда, бундай тормоз генератор режимида 1460 мин^{-1} дан юқори айланишлар частотасида ишлайди. Шу сабабли бу тормозлар ёрдамида двигателнинг таъки тешик характеристикасини олиб бўлмайди.

Двигател одатда эластик муфта ёрдамида тормоз якорининг валига уланади. Двигателни тормозлаш якор ва статор магнит муфдонларининг ўзаро таъсири натижасида амалга оширилади. Электр тормозларда айланишлар частотаси ва юклама тормознинг кўзгатиш чўлғамларидаги ток кучини ўзгартириш нуқти билан ростланади. Реактив буровчи момент тормоз статорига маҳкамланган маятникли механизм ёрдамида ўрланади. Ички ёнув двигателлари юклама билан ишлаганида механик энергия ишлаб чиқаради. Бу энергия махсус асбоблар ёрдамида электр энергиясига айлантирилиб электр тармоғига узатилади. Бу ҳолда маълум иқтисодий тежамкорликка эришилади.

Айланишлар частотасини ўлчаш. Айланишлар частотаси, асосан, электр тахометрлар ёрдамида ўлчанади. Айрим ҳоллардагина марказдан қочирма ёки магнитли тахометрлар ишлатилади. Одатда, электр тахометр датчик ва қабул қилинчдан иборат бўлиб, датчик (тахогенератор) двигател ёки тормознинг валига уланади, қабул қилгич эса бошқариш нуқдасига ўрнатилади. Бу механизм секундмер билан бир вақтда ишлатилиши лозим.

Кейинги вақтларда айланишлар частотасини оптик усулда ўлчаш кенг тарқалмоқда. Бу ҳолда датчик сифатида оптик элемент ишлатилади, қабул қилгич эса рақамли вольтметрдан иборат. Бу усулда айланиш частотаси жуда аниқ ҳисобланади.

Индикатор ва эффектив қувватни ҳамда механик исрофлар қувватини аниқлаш. Юқорида айтганимиздек, электр тормозлар икки режимда, яъни ҳам электр двигател ҳам генератор режимида ишлайди. Тормоз электр двигател режимида ишлаган ҳолда двигателнинг механик исрофлар қувватини аниқлаш мумкин. Бунинг учун двигател юклама билан ишлагандан сўнг ундан юкламани олиб, мой ва совитувчи сувнинг температураси пасаймасдан дарҳол тирсакли вални тормоз ёрдамида айлантиришнинг ўзи кифоя. Бу ҳолда тирсакли валнинг тормоз билан айлантиришга сарфланадиган қувватини механик исрофлар қуввати N_m га тенг деб олиш мумкин, яъни

$$N_m = \frac{P'_{\text{тор}} \cdot n}{1000}, \text{ о. к.}$$

Двигателнинг эффектив қувватини ўлчаш юқорида кўриб чиқилган эди. Двигателнинг индикатор қуввати эса қуйидагича аниқлади:

$$N_i = N_e + N_m = 10^{-3} (P_{\text{тор}} + P'_{\text{тор}}) \cdot n, \text{ о. к.}$$

Агар двигателнинг индикатор қуввати маълум бўлса, унинг ўртача индикатор босими қуйидагича аниқланади:

$$p_i = C (P_{\text{тор}} + P'_{\text{тор}}), \text{ кг/см}^2;$$

$$\text{бу ерда} \quad C = \frac{225 \cdot 10^{-3} \tau}{i V_h};$$

$i \cdot V_h$ - двигателнинг иш ҳажми, л.

Эффектив босим: $p_e = C \cdot P_{\text{тор}}$ бўлади.

Ўртача механик йўқотишлар босими эса $P_m = C \cdot P'_{\text{тор}}$.

Бу ҳолда механик ф. и. к. қуйидагича ҳисобланади:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \text{ ёки } \frac{p_e}{p_i}.$$

11.3. ЁНИЛҒИ ВА ҲАВО САРФИНИ ЎЛЧАШ

Двигател ишлаганда сарфланаётган ёнилғининг соатли сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$$G_e = \frac{\Delta G_e}{\tau} \cdot 3,6, \text{ кг/соат}$$

Бу ерда ΔG_e — ёнилғи дозаси, г; τ — ΔG грамм ёнилгининг сарфининг вақти, с; 3,6 — г/с ни кг/соатга айлантириш коэффициенти. Ёнилғи сарфини масса ёки ҳажм усулда ҳисоблаш мумкин. Ҳозир асосан ёнилғи массасини ўлчаш усули қўлланилади (11.2-расм). Бу схемада тарозининг бир палласига яна 2 ўрнатилиб, у бак 7 дан келадиган ёнилғи билан тўлдирилади. Ёнилғи насос 5 билан трубка 4 бўйлаб двигателга берилади. Двигател ишлаб турган вақтда ёнилғи сарфи ўлчанадиган, маълум миқдордаги ёнилғи сарфлангандан сўнг электр магнитли клапан 1 узгич 3 ёрдамида ишга тушади ва ёнилғи бакдан ёнилғи оқиб тушади, натижада унинг сатҳи бир ҳолда секланади. Ёнилғи сарфини ўлчаш учун бакдан ёнилғи берилиш тўхтатилади ва бошқариш пультадаги ўлчаш кнопкиси босилади. Тарозининг стрелкаси ҳисобни бошлаш керак бўлган шкалага келганда секундомер автоматик равишда (масалан, фотоэлемент ёрдамида) ишга тушади.

Маълум миқдордаги (50, 100, 150 грамм) ёнилғи сарф бўлишдан сўнг секундомер яна автоматик равишда тўхтайди, у ΔG грамм ёнилгининг сарф бўлиши учун кетган вақтни кўрсатади.

Двигеллар учун қўшимча трубка 6 ўрнатилиши лозим, чунки фареункадан пуркалмай қоптин ёнилғи идишга қайтиб туширилиши шарт.

Бу ҳолда дизел сарфланган ёнилгининг сарф миқдори ўлчанади. Айрим ҳолларда эса ёнилгининг сарфи қўл секундомери ёрдамида ўлчанади.

Ёнилғи сарфи ҳажм усулда ҳисобланганда двигателнинг бир соатда

11.2-расм. Ёнилғи сарфини ўлчаш мосламасининг схемаси



сарфлаган ёнилгиси қуйидагига тенг бўлади:

$$G_e = 3,6 \frac{\Delta V_e \cdot \rho_e}{\tau_e}, \text{ кг/соат};$$

бу ерда: ΔV_e — τ (сек) вақт ичида сарфланган ёнилги ҳажми, см^3 ;

ρ_e — ёнилгининг зичлиги, г/см^3 .

Ёнилгининг соатли сарфини, эффектив ва индикатор қувватларни ҳамда ёнилгининг қуйи ёниш иссиқлиги H_n ни билган ҳолда ёнилгининг солиштирма сарфини, индикатор ни эффектив ф. и. к. ларни аниқлаш мумкин:

$$g_i = \frac{G_e \cdot 10^3}{N_i}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

$$g_e = \frac{G_e \cdot 10^3}{N_e}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

$$\eta_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u g_i} \text{ ва } \eta_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u g_e},$$

бу ерда: H_u — мЖ да; g_i — $\text{г/(кВт} \cdot \text{соат)}$ да.

Ҳавонинг соатли масса сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$G_x = \frac{V_x \cdot \rho_x}{\tau} 3600, \text{ кг/соат},$$

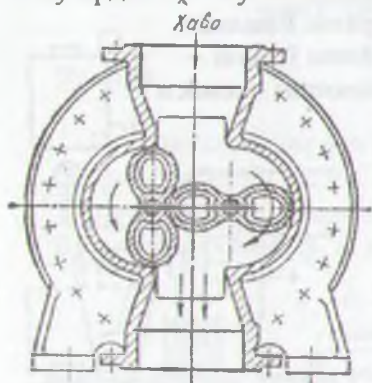
бу ерда: V_x — ўлчаш асбоби орқали τ (сек) вақт ичида ўтган ҳавонинг ҳажми, м^3 ;

ρ_x — ҳавонинг зичлиги, кг/м^3 .

$$\rho_x = 0,465 \frac{B_0}{273 + t_0},$$

бу ерда: B_0 — барометрик босим, мм симоб устуни; t_0 — атроф муҳитнинг температураси, $^{\circ}\text{C}$.

Ҳавонинг сарфи дроссел асбоблар (нормал диафрагмалар, сопло ва Вентури найи) ёки ҳажмий



11.3-расм. Ҳавонинг ҳажмий сарфини ўлчаш схемаси

сарфини ўлчагичлар билан ҳисобланади. Двигателларни синашда, асосан, айланадиган роторли ҳажмий ўлчагичлар ишлатилади (11.1-расм). Унинг корпуси чўяндан ясалган бўлиб, ичида алоқинингидан ясалган иккита ичи бўш ротор жойлашган. Роторга кириш ва чиқишдаги босимнинг фарқи (15...30 мм сув ўқутуни) таъсирида роторлар айланади. Натижада корпус ички юзаси билан роторнинг юзаси оралиғи ҳажмидаги ҳаво сиқиб чиқарилади.

Ҳаво ҳажминини ҳисоблаш механизми ротор ўқининг бирига ўрнатилади. Бу асбоб жуда пухта бўлиб, узок муддат аниқ ишлайди. Ротор ўқига фотодатчик ўрнатиб, ҳавонинг сарфини мисофда туриб ўлчаш мумкин. Бу ҳолда кўрсатиш асбоблари (индикаторлар) пультага ўрнатилади.

Россия саноатида 40...2000 м³/соат гача ҳаво сарфини ўлчайдиган ҳажмий асбоблар чиқарилади. Бундай асбоблар ҳаво сарфини стационар режимларда ўлчаш учун мўлжалланган.

Ички ёнув двигателлари учун характерли бўлган, тебранишли ҳаракатдаги ҳаво сарфини ўлчаш учун двигател ва ўлчаш асбоби орасига ресивер қўйилади. Ресивер ҳажми куйидагича аниқланади:

$$V_{\text{рес}} = \frac{200 \cdot V_h}{i}, \text{ л}$$

бу ерда: V_h — двигател цилиндрининг иш ҳажми, л;

i — цилиндрлар сони.

Агар ҳавонинг соатли сарфи маълум бўлса, унда тўрт тактли двигател учун тўлдириш коэффициенти куйидагича аниқланади;

$$\eta_v = \frac{G_x}{G_0} = \frac{G_x}{i V_h \cdot \frac{n}{2} \cdot 60 \cdot \rho_x}$$

G_0 — двигателга бир соат давомида берилиши мумкин бўлган ҳавонинг назарий миқдори.

Ҳавонинг ортқлик коэффициенти аниқлаш учун асосининг соатли сарфи билан унинг элементар таркибини билиш керак:

$$\alpha = \frac{G_x}{G_e \cdot l_0};$$

бу ерда: l_0 — 1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун керак бўлган хавонинг назарий миқдори, кг; бензин учун $l_0 = 14,9$ кг; дизел ёнилғиси учун эса $l_0 = 14,3$ кг.

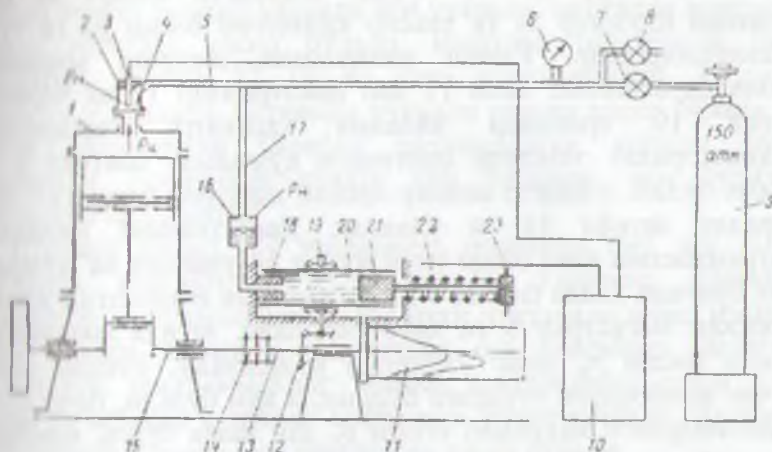
Температурани ўлчаш. Двигателларни синаш вақтида сув, мой, ишлатилган газлар ва деталларнинг температураси ўлчанади. Бу мақсадда, асосан, қаршилик термометрлари ишлатилади. Эксплуатацияга жўнатиладиган двигателларга эса манометрик термометрлар ўрнатилади. Деталлар ва ишлатилган газларнинг температураси термопаралар (темир-константан, мис-константан, хромел-копел ва бошқалар) ёрдамида ўлчанади. Термопаралар $^{\circ}\text{C}$ га даражаланган милливольтметрга уланади. Бу ҳолда термопаранинг қавшарланган қисми керамика қобикка жойлаштирилиб, чиқариш трубасининг ичига ёки деталларнинг деворига ўрнатилади.

11.4. ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ДИАГРАММАСИНИ ОЛИШ

Двигателнинг ёниш ва иш жараёнларини характерловчи кўрсаткичларни таҳлил қилиш учун унинг индикатор диаграммаси ёзиб олинган бўлиши керак. Бу мақсадда босим индикатори деб аталувчи махсус асбоб ишлатилади. Индикатор цилиндрдаги босимни тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича ўзгаришини $p - \varphi$ координаталар системасида ёзади ва бу диаграмма $p - V$ координаталар системасида қайта қурилади. Индикаторлар икки гуруҳга бўлинади: двигателнинг бир цикли давомида содир бўладиган жараёнларни индикатор диаграмма ҳолатида кўрсатадиган ва ёзиб оладиган индикаторлар; кетма-кет келадиган циклларни устма-уст ёки ўртача қийматини ёзиб оладиган индикаторлар. Устма-уст ёзилган диаграммаларнинг ўртача қиймати жуда кўп цикллар учун двигател кўрсаткичларининг ўртача миқдорини таҳлил қилиш имконини беради.

Индикаторлар сифатида кичик массали, шунингдек, ҳаракатланувчи деталлари кам инерцияга эга бўлган механик индикаторлар ёки амалий жиҳатдан инерциясиз бўлган пьезокварцли датчиклар ишлатилади. Пьезокварцли датчиклар

иттикли ёки шлейфли осциллографлар билан бирга ишлатилади ва улар ердамида бир циклли диаграммалар олинади.



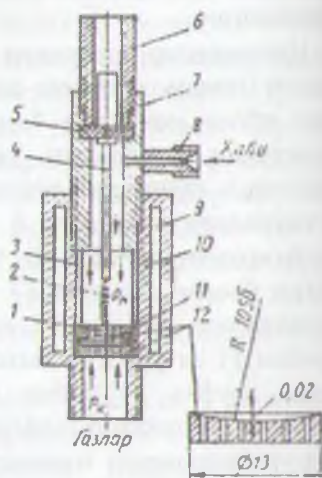
11.4-расм. МАИ-2 типдаги пневмоэлектрик индикаторнинг схемаси

Пневмоэлектрик индикаторлар кўп циклли диаграммани ёзиш учун ишлатилади. Бундай индикаторнинг ишлаш принципи ва тузилишини тушунтирувчи схема 11.4-расмда кўрсатишган.

Цилиндрлар головкаси 1 га сезгир элементли босим қабул қилгич (пневмоэлектрик датчик) 2 ўрнатилади. Сезгир элемент юпқи пўлат мембрана 4 дан иборат бўлиб, баллон 9 га ҳаво магистрали воситасида уланган датчикнинг юқори қисмини цилиндрга қўшилган пастки қисмидан ажратиб туради. Ҳаво магистралига манометр 6, тўлдириш жўмраги 7 ва босимни паспиртирувчи жўмрак 8 ўрнатишган. Магистрал 5 да ҳосил бўлган босим шохобча 17 орқали суюқлик билан тўлдирилган кенгайтириш бачоги 16 га узатилади. Индикатор диаграмма барабан 11 га ўралган махсус термик қоғозга ёзилади. Барабан махсус муфта 14 билан двигателнинг тирсакли вали 15 га уланади. Индикатор диаграммани ёзиш механизми сифатида пружина-поршенли манометр ишлатилади. Бу манометр гильза 20 шиклида бўлиб, унинг ичида ҳаракатланмайдиган ковак плунжер 18 ва ҳаракатланадиган плунжер 21 жойлашган.

Плунжер 21 ўқиға изоляция қилинган разрядли штифт 23 ўрнатилган. Пружина 22 билан юкланган штифт 23 инни силжиши плунжер 21 га таъсир қилаётган босим p_m га тўғри пропорционалдир. Ўлчаш аниклигини ошириш мақсадида гильза барабаннинг вали 13 дан шестернялар 12 ва червякни узатма 19 ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Индикаторнинг электрик системаси қўзғалмас контакт 3 дан иборат бўлиб, у электр симлар орқали тиратрон ўзгартгич 10 ни разрядли штифт 23 га уланган. Двигателнинг индикатор диаграммасини ёзиб олиш учун муфта 14 уланади ва жўмрак 8 ёпик бўлгани ҳолда баллон 9 дан аста-секин очилаётган жўмрак 7 орқали магистрал 5 га ҳаво берилади, шунда манометр 6 орқали босим p_m нинг ўзгариши кузатилади. Бундай босим датчик мембранаси устидаги бўшлиқда ҳам бўлади. Агар босим p_m цилиндрдаги максимал босим p_c дан катта бўлса, мембрана пастки ўриндик 12 га сиқилади (11.5-расм). Жўмрак 8 ни очиб (11.4-расм) магистралдаги босим камайтирилса (жўмрак 7 берк), шундай ҳолат ҳосил бўладики, бунда босим p_m бирмунча вақт босим p_c га тенг ёки ундан бир оз кичик бўлади. Бу ҳолда мембрана аввал пастки ўриндикдан кўчади ва нейтрал ҳолатни олади, сўнгра эса юқоридаги ўриндик 12 га қисилади (11.5-расм). Мембрананинг бундай силжиши, амалда, оний вақт ичида содир бўлади, чунки поршен ю. ч. н. га томон ҳаракатланганда босим p_c кескин ошади, аммо босим p_m цикл давомида жуда кам ўзгаради. Кенгайиш жараёнида босим p_c камаяди ва мембрана юқори ўриндикка қисилиши ҳамда босим p_m цилиндрдаги босим p_c дан катта бўлиши биланоқ мембрана тескари томонга ҳаракат қилиб, яна пастки ўриндикда сиқилади.

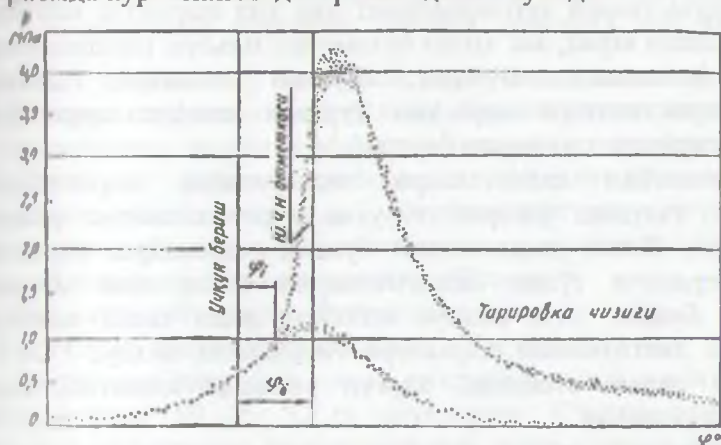
Мембрананинг юқори ўриндикка сиқилиш пайтини



11.5-расм. Пневмоэлектрик кабул қилгичнинг тузилиши

бу ушундан контакт 4 билдиради. Мембрана, босимлар p_c ва p_m фарқи караб контактта уринади ёки ундан узоклашади. Бу пайтда электр занжир уланади ёки узилади, натижада контактда электр импульс ҳосил бўлади. Импульс тиратронли реле-ўзгартгич орқали 12...18 кв гача кучайтирилиб, разрядли индикаторга узатилади, натижада учкунли разряд ҳосил бўлади. Бу учкун айланаётган барабан маҳкамланган қоғозда нукта билдиради. Нуктанинг ҳолати ҳам босимни, ҳам бурилиш бурчагини билдиради.

Шундай қилиб, бу индикатор ёрдамида бир иш цикли доирасида (магистралдаги босим p_m ўзгармас бўлганда) индикатор диаграмманинг фақат икки нуктасини олиш мумкин: бири сиқиш чизиғида, иккинчиси эса кенгайиш чизиғида. Индикатор диаграмманинг бошқа нукталарини олиш учун босим p_m жўмрак 8 орқали секин-аста ўзгартирилади. Натижада 11.6-расмда кўрсатилган диаграмма ҳосил бўлади.



11.6-расм. Пневмоэлектрик индикатор ёрдамида ёзилган двигателининг индикатор диаграммаси

Тиратрон ўзгартгич ёрдамида ю. ч. н., атмосфера ва тарировка чизикларини олиш мумкин.

$p - \varphi$ координаталар системасида олинган индикатор диаграммадан циклнинг максимал босими p_z , босимнинг ўсиш тизлиги $dp/d\varphi$, сиқиш босими p_c , ўт олдиришнинг илгарилаш

бурчаги ϕ_e ларни ва иш циклининг кетишини характерлайдиган бошқа кўрсаткичларни аниклаш мумкин. p — V координаталар системасида қайта қурилган диаграммалардан эса ўртача индикатор босим, индикатор қувват ва ϕ и. к. ларни аниклаш мумкин.

11.5. ДВИГАТЕЛНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Автомобил транспортини эксплуатация қилиш шунинг кўрсатадики, улар иш вақтининг 80 фоизи давомида тезлик ва юклама режимларининг кенг диапозонда ўзгариши билан ишлайди. Тирсакли валнинг ҳар қандай айланишлар частотасида ҳам двигател барча юкламаларда турғун ишлаши билан бирга турли эксплуатация шароитларида тежамли ишлаши керак.

Одатда двигателнинг конструкцияси, тури, қуввати ва айланишлар частотаси автомобил учун қўйиладиган талабларга жавоб бера оладиган қилиб танланади. Двигателнинг характеристикаси автомобилнинг ҳар хил шароитда ишлашига мос қилини керак, акс ҳолда автомобил маълум қаршилиқларни енга олмаслиги мумкин. Бундан ташқари, двигател характеристикалари ҳар хил турдаги двигателларни ўзаро солиштиришга ҳам имкон беради.

Автомобил двигателлари эксплуатация шароитларида, асосан, узлуксиз ўзгариб турувчи турғунлашмаган режимда ишлайди. Лекин двигателнинг бундай режимларда ишлашини характерловчи тўлиқ маълумотларни олиш анча мураккаб бўлиб, бунинг учун махсус асбоблар ясаш талаб қилинади. Амалда двигателнинг характеристикаларини махсус ГОСТ га биноан синаш стендида, турғун режимда ишлатиб, синаш пайтида олинади.

Двигателни синаш пайтида тезлик, юклама, ростлаш ва махсус характеристикалар олинади.

Тезлик характеристикалари

Тезлик характеристикалари икки турга: ташқи ва қисмий тезлик характеристикаларига бўлинади.

Ташқи тезлик характеристикаси. Двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси деб, айланишлар частотаси n га боғлиқ бўлган эффектив қувват N_e , эффектив бурувчи момент M_e , ёнилгининг соатли сарфи G_e ва эффектив солиштирма сарфи g_e

нинг энг чизикларига айтилади. Бундай характеристика лабораторли двигателларда дроссел-заслонка тўла очик ёки янгида ёнилғи насосининг рейкаси энг кўп ёнилғи бериш ҳолатида бўлганда олинади. Характеристика олинаётган пайтда двигателнинг бошқа кўрсаткичларини ҳам ёзиб бориш мақсадга мувофиқдир, чунки бу кўрсаткичлар орқали юқоридаги кўрсаткичларнинг кетиш характерини тушунтириш мумкин.

Ташки тезлик характеристикаларини олиш шартлари: ҳар бир двигател учун тирсакли вал айланишлар частотасининг куйи чегараси $n_{\min}$ бўлади. Бундай айланишлар частотасида двигател барча юкламаларда турғун ишлайди. Лекин бирор сабабга кўра айланишлар частотаси $n_{\min}$ дан кичик бўлиб қолса, двигател потурғун ишлайди (юкламани қабул қила олмайди) ва тўхтаб қолади. Бунга асосий сабаб тўлдириш коэффициентининг кескин пасайиб кетиши ва натижада, ёнилш жараёнини турғун қосил қилиб бўлмаслигидир. Ташки тезлик характеристикасида:

M_e — максимал эффектив буровчи моментга мос келувчи максимал айланишлар частотаси; $n_{\text{эф}}$ — ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи минимал бўлган айланишлар частотаси; $n_{\text{ном}}$ — двигателнинг номинал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси; n_e — двигателнинг максимал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси; $n_{\text{cu, max}}$ — двигателнинг регулятор билан сўнг ишлаш айланишлар частотаси ва $n_{\text{разн}}$ — хаддан ташқари катта айланишлар (разнос) частотаси бўлади.

Юк автомобиллари двигателларида $n_e = n_{\text{ном}}$, энгил автомобиллар двигателларида эса $n_{\text{ном}} > n_e$ бўлади.

Двигателни синашдан олдин киздирилади, яъни сув ва мой температураси 80...85 °C га етказилади. Сўнгга двигателга минимал айланишлар частотасида энг катта юклама берилади (дроссел-заслонка тўла очилади). Бу ҳолда куйидаги кўрсаткичлар: ёнилғи сарфи; двигателнинг эффектив буровчи моменти; айланишлар частотаси; ҳаво сарфи ва ишқаланишларга сарф бўлган буровчи момент ўлчанади. Бундан ташқари, ташки муҳит босими ва температураси ҳам ўлчанади. Шундан сўнг двигателнинг айланишлар частотаси ўзгартирилиб бу режимларда ҳам юқоридаги кўрсаткичлар ўлчанади ва

жадвал шаклида ёзиб борилади. Двигателнинг кўрсаткичларини куйидагича ҳисобланади:

а) эффектив кувват:

$$N_e = \frac{1,36 \cdot P_T \cdot n}{1000}, \text{ о. к. ёки } N_e = \frac{P_T \cdot n}{1000}, \text{ кВт};$$

бу ерда P_T — тормозлаш кучи, кГ;

n — тирсакли валнинг айланишлар частотаси, мин⁻¹;

б) ёнилгининг соатли сарфи:

$$G_e = \frac{\Delta G}{\tau} 3,6, \text{ кг/соат};$$

ΔG — ўлчанадиган ёнилғи дозаси, г;

τ — ёнилғи сарфланган вақт, с;

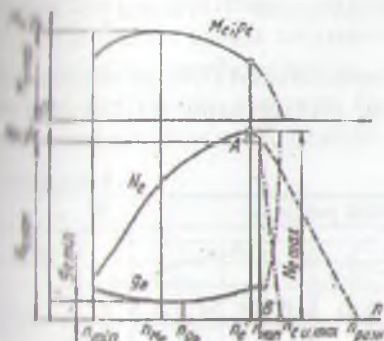
в) ёнилгининг эффектив солиштирма сарфи:

$$g_e = \frac{G_e}{N_e} 10^3, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)};$$

г) эффектив буровчи момент:

$$M_e = \frac{716,2 N_e}{n}, \text{ кГ} \cdot \text{м.}$$

11.7-расмда двигателнинг ташки тезлик характеристикаси келтирилган. Енгил автомобиллар двигателларида $n_{\text{ном}} > n$, бўлганидан, двигател максимал тезлик режимида турғун ишлайди. Айланишлар частотаси $n_{\text{ном}}$ кийматдан ортиши билан ҳавонинг гидравлик қаршиликлари ҳам ортиб кетади. Натижада тўлдириш коэффициенти η_v ва ўртача эффектив босим p_e кескин камайиб, $n_{\text{рез}}$ частотада $p_e = 0$ ва, Демак, $N_e = 0$ бўлади. Двигателларни бу режимда ишлашига йўл қўймаслик керак, чунки асосий деталларга таъсир килувчи динамик юкламалар кескин ошиб кетади ва двигател ишдан чиқиши мумкин. Шу сабабли двигателларга максимал айланишлар частотаси регулятори ўрнатилади. Регулятор режимида ишлаган двигателнинг хатеристикаси АВ участка билан характерланади. Бу диапазонда дроссел-заслонка ёпилиб, α нинг ўсиши натижасида ёнилгининг солиштирма сарфи дасглаб бир оз камаяди, лекин кейинчалик механик ва индикатор ф. и. к. ларнинг пасайиши натижасида у қўпаяди.



11.7-расм. Двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси

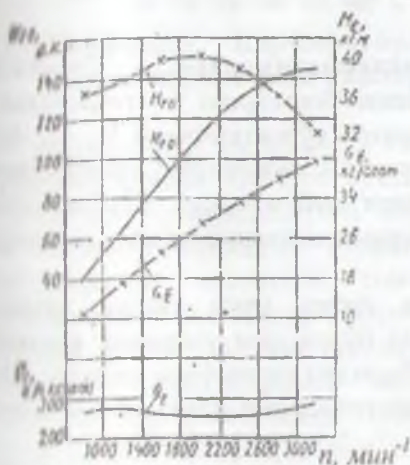
келтирилган ($p_0 = 760$ мм. сим. уст. ва $t = 15^\circ\text{C}$):

$$N_{c_0} = AN_{c_1}$$

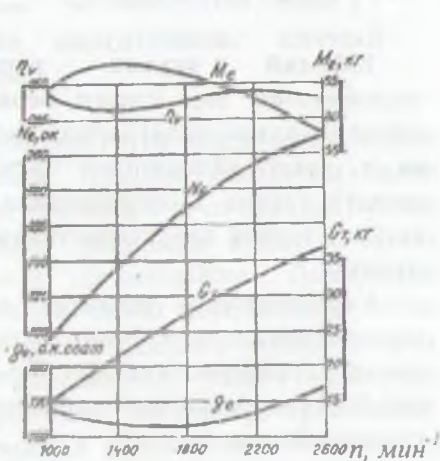
$$M_{c_0} = AM_{c_1}$$

Коэффициент A қуйидаги ифода орқали топилади:

$$A = \frac{P_0}{P_m} \frac{530 + t_m}{545}$$



11.8-расм. ЗИЛ-130 двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси



11.9-расм. ЯМЗ-740 дизелнинг ташқи тезлик характеристикаси

Бу ерда t_x ва p_x ташқи муҳитнинг температураси ва босими.

11.9-расмда ЯМЗ-740 дизелининг ташки тезлик характери­стикаси кўрсатилган.

Двигател ташки тезлик характери­стикаси бўйича ишлагани айланишлар частотасининг чекка қийматлари 11.1-жадвалда келтирилган.

11.1-жадвал

Двигател тури	Тезлик режими				
	$n_{\text{ном}}$	$n_{\text{мин}}$	$n_{\text{с.н.}}$	$n_{\text{с.н.}}$	$n_{\text{разг}}$
Дизел	2000...	350... 700	(0,4...0,6) $n_{\text{ном}}$	(1,05...1,07) $n_{\text{ном}}$	(1,4...1,6) $n_{\text{ном}}$
	3300				
	3600...				
	4500+				
Карбюра- торли двигател	3000...	300... 600	(0,4...0,6) $n_{\text{ном}}$	(1,05...1,1) $n_{\text{ном}}$	(1,7...2,0) $n_{\text{ном}}$
	4200++				
	4000...				
	6000++				
	+				

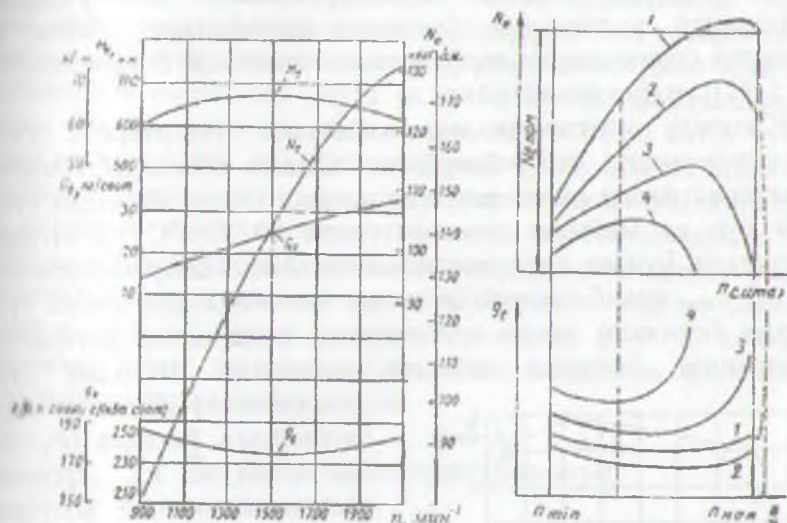
- + енгил автомобилларга ўрнатиладиган дизеллар;
- ++ юк автомобиллари;
- +++ енгил автомобиллар.

Қисмий тезлик характери­стикалари. Дроссел-заслонканинг ёки ёнилги беришни бошқариш системасининг турли ўзгармас ҳолатларида двигател кўрсаткичлари N_e , G_e , M_e ва g_e нинг айланишлар частотасига боғлиқлик графиклари қисмий тезлик характери­стикалари деб аталади. Шу сабабли қисмий тезлик характери­стикаларини исталган микдорда олиш мумкин.

Карбюраторли двигател ва дизел учун ташки тезлик характери­стикалари ўзаро ўхшаш бўлса ҳам уларнинг қисмий тезлик характери­стикалари бир-биридан катта фарк қилади. Шу сабабли уларда қисмий характери­стикаларни олиш шароитлари турлича бўлади.

Карбюраторли двигателда қисмий характери­стикалар (11.10-расм) дроссел-заслонканинг ҳар хил ҳолатларида олинганлиги сабабли унинг тўлдириш коэффи­циенти кескин ўзгаради. Натижада эффектив қувват ҳам ўзгаради. Шуниси характери­лики.

Эффектив қувватнинг максимуми дроссел- заслонка ёпила бариши билан кичик айланишлар частотаси томонга силжийди. Шу сабабли карбюраторли двигателларда юклама камайганда рақиос (тирсакли валнинг хаддан ташқари катта тезлик билан айланиш ходисаси) бўлмайди.



11.10-расм. Карбюраторли двигателнинг қисмий тезлик характеристикалари

Дизелларда юклamani ўзгартириш учун ёнилғи насосининг рейкаси бошқа ҳолатга қўйилади. Юклама камайиши билан тўлдириш коэффициентини η_v нинг киймати бир оз ортади. Бунинг натижасида эффектив қувватнинг максимал киймати кичик айланишлар частотаси томонга силжисмайди. Дизелларда юклamanинг камайишига қарамасдан ёниш жараёнининг давом этиши унинг хаддан ташқари тез ишлашига сабаб бўлади. Шунинг учун дизеллар салт ишлаганда уларга максимал айланишлар частотасини чеклайдиган регулятор ўрнатилади. Бундай регулятор дизелни номинал айланишлар частотасида эксплуатация қилишни енгиллаштиради.

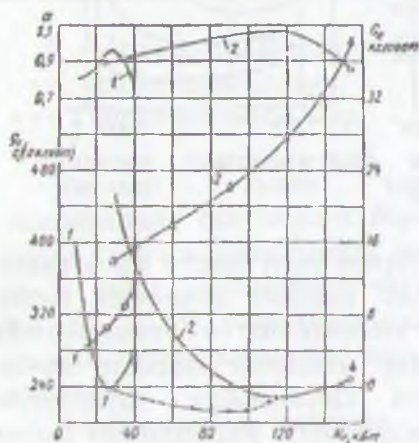
Дизелларнинг регуляторли характеристикасини олиш учун регуляторни бошқариш органини ўзгармас ҳолатда ушлаб туриб юклamani салт ишлагдан максимал кийматгача оширилади ва

маълум юклама оралигида двигател кўрсаткичларининг (n , N_e , G_e , ва g_e) ўзгариши ёзиб борилади.

Юклама характеристика

Двигателнинг юклама характеристикаси деб ўзгаришлар айланишлар частотасида ($n = \text{const}$) ёнилгининг соатли ва эффектив солиштирма сарфларининг юкламага боғлиқлик (G_e , $g_e = f(N_e)$) графигига айтилади.

Юкорида айтганимиздек, юкламани ўзгартириш учун дроссел-заслонка ёки рейка бошқа ҳолатга қўйилади. Юклама характеристикани олиш двигател нормал киздирилгандан сўнг, яъни сув ва мойнинг температураси $80...85^\circ\text{C}$ га етганда бошланади. Бунинг учун двигателнинг айланишлар частотасини $n = 0,5 n_{\text{ном}}$ қилиб танланади ва шу частотада двигателга тўла юклама берилади ҳамда шу режимда ёндиришни илгарилан бурчагининг оптимал қиймати танланади. Шундан сўнг



11.11-расм. ЗИЛ-130 двигателининг юклама характеристикаси

двигателнинг кўрсаткичлари баённомага ёзилади (P_e , G_e , $G_{\text{ср}}$, n ва ҳ. к.). Дроссел-заслонканинг 4...5 ҳолатида двигателнинг кўрсаткичлари қайтадан ёзилади ва юкорида келтирилган формулалар орқали ёнилгининг соатли ва эффектив солиштирма сарфи ҳисоблаб топилади. Агар двигателнинг ташқи ва қисмий тезлик характеристикалари маълум бўлса, улар орқали ҳам юклама характеристикани қуриш мумкин. Бунинг учун маълум айланишлар

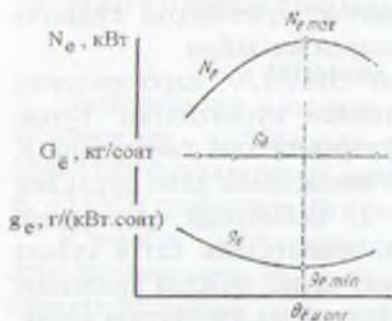
частотасида тезлик характеристикаларини бирор тик чизик билан кесилади (масалан, 11.10-расмдаги штрихли ордината чизигига қаранг) ва кесишиш нуктасидаги маълумотлардан фойдаланилади. Двигателнинг юклама характеристикасини олишдан асосий мақсад двигател тўла, қисмий юкламаларда ва

ёниш ишлаганда ёнилгининг соатли ва солиштира сарфи қандай бўлишини ўрганишдир, чунки автомобил транспорти кўпинча (75% вақт давомида) қисмий юкламаларда ишлайди.

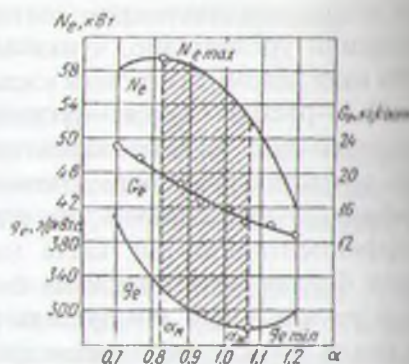
11.11-расмда саккиз цилиндрли *ЗИЛ-130* карбюраторли двигателининг юклама характеристикаси кўрсатилган. Бунда ҳаво ортиклик коэффицентининг ўзгариши ҳам тасвирланган. Графикнинг кўрсатишича, энг яхши тежамликка ҳаво ортиклик коэффицентининг энг катта ($\alpha > 1$) қийматида эришилади, чунки бундай аралашма тўла ёнади, двигателдан катта қувват олиш учун $\alpha = 0,8...0,9$ бўлиши керак, чунки бундай аралашма тўла ёнади. Бунинг учун цилиндрга кўпроқ ёнилғи узатиш керак. Бу натижани карбюраторнинг тезлатиш насоси бажаради. Шу сабабли ёнилгининг эффектив солиштира сарфи ортади. Кичик юкламаларда эса дроссел-заслонка беркила борган сари қуямаяди, қолдиқ газлар ортади ва механик ф. и. к. камаяди. Натижада ёниш жараёни кескин ёмонлашади ва ёнилгининг солиштира сарфи ортиб кетади.

Ростлаш характеристикалари

Ростлаш характеристикалари орқали ёниш жараёнига таъсир қилувчи омиллар (ёндиришни илгарилаш бурчаги, ёнувчи аралашма таркиби, дизелларда эса ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги ва аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган рейканинг ҳолати) таҳлил қилинади. Двигателнинг оптимал кўрсаткичларини шу кўрсаткичга боғлиқ равишда танлаш учун олинadиган характеристикалар ростлаш характеристикалари дейилади. Бундай характеристикалар дроссел-заслонканинг ёки рейканинг ўзгармас ҳолатларида олинади. Бу шароитларда двигателнинг қуввати ва тежамлиги ёндиришни илгарилаш бурчагига ёки ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагига боғлиқ равишда ўзгаради. Бундай характеристикалар турли юкламаларда ва тирсакли валнинг ҳар қил айланишлар частотасида олинади. Натижада юклама ва тежамлик режимларига боғлиқ бўлган ёндиришни илгарилаш бурчагининг оптимал қиймати танланади. Бу қиймат турли двигател учун турличалир, чунки у ёниш камерасининг турига, ёниш даражасига ва бошқа омилларга боғлиқдир.



11.12-расм. Карбюраторли двигателнинг ёндиришни илгарилатиш бурчаги бўйича ростлаш характеристикаси



11.13-расм. Карбюраторли двигателнинг ёнувчи аралашма таркиби бўйича ростлаш характеристикаси (дрессел-заслонка тўлиқ очик, $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$)

Тирсакли валнинг бир хил айланишлар частотасида ш дроссел-заслонканинг тўла очик ҳолатида ёндиришни илгарилатиш бурчагининг $\theta_{e.н}$ бўйича олинган ростлаш характеристикаси 11.12-расмда кўрсатилган. Графикда ёндиришни илгарилатиш бурчагининг оптимал қиймати $\theta_{e.опт}$ иптрих чизик билан бирлаштирилган. Графикнинг кўрсатишича, айланишлар частотаси ортиши ва юклама камайиши билан ёндиришни илгарилатиш бурчагининг оптимал қийматлари катталашади. Бу вазифани марказдан кочирма вакуум регулятор бажаради. Иш аралашмаси таркибининг двигател қуввати ва ёнилгининг солиштирма сарфига таъсирини характерловчи ростлаш характеристикаси 11.13-расмда келтирилган. Графикларни таҳлил қилиш энг катта қувват $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ бўлгандаги қийматга, ёнилги солиштирма сарфининг минимал қиймати эса $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ қийматга тўғри келишини кўрсатади. α нинг бошқа қийматларида N_e камаёди, g_e эса ошиб кетади.

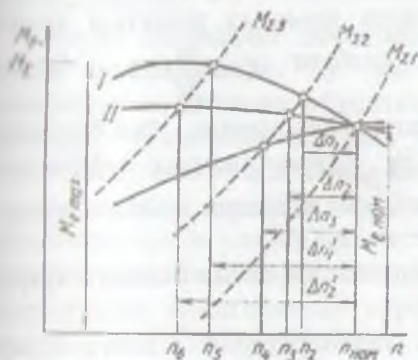
11.6. ДВИГАТЕЛ ИШ РЕЖИМИНИНГ ТУРҒУНЛИГИ

Двигател тирсакли валида ҳосил бўлгандиган эффектив боровчи момент автомобилнинг юришига қаршилиқ қилувчи моментлар йиғиндисига тенг ёки ундан бир оз ортиқ бўлиши

керек. Автомобилга таъсир килувчи қаршиликлар моменти мотор омилларга боғлиқ (йўл профили ва унинг ҳолати, ҳаво қаршилигининг ўзгариши ва ҳоказолар) бўлиб, улар кенг ўқимда ўзгариши мумкин. Шу сабабли двигателга қўйиладиган талаблардан бири унинг буровчи моменти, автомобилга таъсир килувчи қаршиликларнинг қандай ўзгаришидан қатъи назар, турғун ишлаш режимини таъминлаши лозим. Бу ҳолда двигателнинг тезлик режими жуда кичик миқдорда ўзгариши керак.

Қуйида (11.14-рasm) учта двигателнинг эффектив буровчи моментларининг эгри чизиклари келтирилган. Шуниси характерики, барча двигателлар номинал режимда бир хил буровчи момент $M_{e \text{ ном}}$ ҳосил қилади.

Фараз қилайлик, автомобилнинг ҳаракатига ҳар хил қаршилик моментлари $M_{\Sigma 1} < M_{\Sigma 2} < M_{\Sigma 3}$ таъсир қилсин. Барча двигателлар тирсақли валнинг номинал айланишлар частотасида



11.14-рasm. Буровчи моментнинг айланишлар частотасига қараб

ўзгаришининг двигател турғун ишлашига таъсири

қаршилик моменти $M_{\Sigma 1}$ ни енга олади.

Агар қаршиликлар моменти $M_{\Sigma 2}$ бўлса, унда биринчи двигател учун тенглик ҳолат n_2 айланишлар частотасига, иккинчи двигател учун n_3 да, учинчи двигател учун эса n_4 да ҳосил бўлади. Бу ҳолда биринчи двигателнинг айланишлар частотаси Δn_1 га, иккинчисиники Δn_2 га ва учинчисиники эса Δn_3 га камаяди. Агар қаршилик моменти $M_{\Sigma 3}$ бўлса, унда биринчи двигател учун тенглик ҳолат n_5

айланишлар частотасида, иккинчиси учун n_6 да ҳосил бўлади, учинчи двигател эса бу қаршиликни енга олмайди. Демак, биринчи двигател учун айланишлар частотаси $\Delta n'_1$ миқдорга, иккинчи двигател учун эса $\Delta n'_2$ миқдорга камаяди. Агар буровчи

момент тикрок кўтарилган эгри чизик бўйлаб ўзгарса (биринчи двигател учун) у ҳолда, автомобил ҳаракатига қаршилик ўзгарганда двигателнинг айланишлар частотаси қисқа чегарада ўзгаради. Биринчи двигателнинг қуввати қаршилиқ кескин ортганда ҳам уни енгил учун етарли бўлади ва двигател иш режимининг турғунлигини таъминлайди. Буровчи моментнинг бундай характерда ўзгариши карбюраторли двигателларга хосдир. Иккинчи двигател буровчи моментининг ўзгариш характери эса дизелларга хосдир.

Карбюраторли двигателларнинг афзалликларидан бири шуки, у қисмий юкламаларда ишлаганида M_e эгри чизиги тўла юкламадагига қараганда тикрок бўлади. Бу ҳолда қаршилиқлар ўзгарганда айланишлар частотаси қисқа чегарада ўзгаради. Автомобилнинг ҳаракат қаршилигига қараб дизелда M_e нинг ўзгариш характери юкламага боғлиқ эмас, чунки унинг ташқи қисмий характеристикалари деярли бир хил.

Автомобил двигатели иш режимининг турғунлиги максимал буровчи моментнинг двигател номинал режимда ҳосил қиладиган буровчи моментига нисбати $K = \frac{M_{e\max}}{M_{e\text{ном}}}$ билан

аникланади. Бу нисбат мослашиш коэффициентни ёки буровчи момент запаси деб аталади. Бу коэффициентни эффектив босимлар нисбати $K = \frac{P_{e\max}}{P_{e\text{ном}}}$ орқали ҳам аниқлаш мумкин, чунки

двигателнинг буровчи моменти ўртача эффектив босимга тўғри пропорционалдир.

Юқорида айтганимиздек, карбюраторли двигателлар дизелларга нисбатан турғун режимга эга. Уларда $K = 1,25 \dots 1,35$ оралигида, дизелларда эса $K \leq 1,15$ бўлади. Дизелларда ушбу камчилиқни йўқотиш мақсадида айланишлар частотаси камайиши билан ёнилғи беришни кўпайтирадиган махсус мослама (барча режимли марказдан қочирма регулятор) дан фойдаланилади.

ДИВГАТЕЛЛАРНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

12.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Автомобил ва бошқа транспорт воситаларида куч манбаи шифатида поршенли ички ёнув дивгателлари ишлатилмоқда. Автомобил транспорти тараккиётининг асосий йўналишларидан бири уларга ўрнатиладиган дивгателлар қуввати диапозонини кескин оширишдир.

Оғир юк автомобиллари ва автопоездлар учун қуввати 450 кВт бўлган дивгателлар керак, келажакда эса уларнинг қувватини 750 кВт га етказиш ва ундан ҳам ошириш мўлжалланган.

Ёнгил автомобил дивгателларининг қуввати ҳам кундан-кунга оширилмоқда. Бу эса уларнинг ҳаракат тезлигини оширишга ва динамик кўрсаткичларни яхшилашга олиб келди. Дивгател қувватини ошириш билан бир вақтда унинг ишга чиқарилган қудратини ва пухталигини ҳам яхшилаш лозим.

Автомобил, трактор ва бошқа транспорт воситаларининг кўпайиши ҳамда уларга ўрнатиладиган дивгателлар қувватининг ошиши суяк ёнилғи истеъмолини янада оширди. Шунинг учун дивгателлар ёнилғисининг сарфини камайтириш масалаларига катта эътибор бериш керак. Дивгателнинг янги конструкцияларини яратишда уларнинг массаси ва габаритларини камайтиришга ҳам эътиборни кучайтириш лозим.

Йирик шаҳарларда транспорт воситаларининг кўпайиши натижасида ташки муҳитнинг заҳарланиши ва умумий шовкин кўчибди. Шу сабабли дивгател шовкинини камайтириш ва ҳавонинг заҳарли, ишлатилган газлар билан ифлосланишини олдини олиш (камайтириш) муаммоларини ҳал қилиш талаб этилади.

12.2. ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ

1. Айланишлар частотасини ошириш

Двигателнинг литрли қуввати формуласидан унинг қандай омилларга боғлиқ эканлигини кўриш мумкин. Литрли қувват асосан n , η_v , ρ_0 ва τ ларга боғлиқ.

Литрли қувватни айланишлар частотаси ҳисобига ошириш энг қулай бўлиб, бунда двигателнинг солиштирма массаси ва ўлчамлари камаяди. Айланишлар частотасининг ошиши билан цикл давомигадаги иссиқлик йўқотишлар камаяди, чунки иш жисмининг цилиндр деворларига тегиш вақти кам бўлади. Натижада ишлатилган газларнинг иссиқлиги катта бўлади ва бундай двигателларда наддувни қўллашга катта имкон туғилади. Бундан ташқари, совитиш системасига берилаётган иссиқлик камаяди ва двигател яхши ишлайди.

Айланишлар частотасининг ошиши политропа кўрсаткичи n_1 ни ошишига ҳамда сиқиш жараёни охиридаги температура ва босимнинг ошишига олиб келади. Натижада ёнувчи аралашма ёниш жараёнига яхши тайёрланади ва алангаланишнинг кечикиш даври камаяди. Дизелларда эса бундан ташқари, пуркаш босими ошиши натижасида ёнувчи аралашма майда зарраларга парчаланиб ёниш жараёни тўла кетади. Лекин двигателда механик йўқотишлар ортади ва цилиндри ишлатилган газлардан тозалаш қийинлашади. Дизелларда ёнилғини пуркаш даври узайиб кетади ва ёниш жараёни кенгайиш йўлида амалга ошиб, унинг эффективлиги пасаяди.

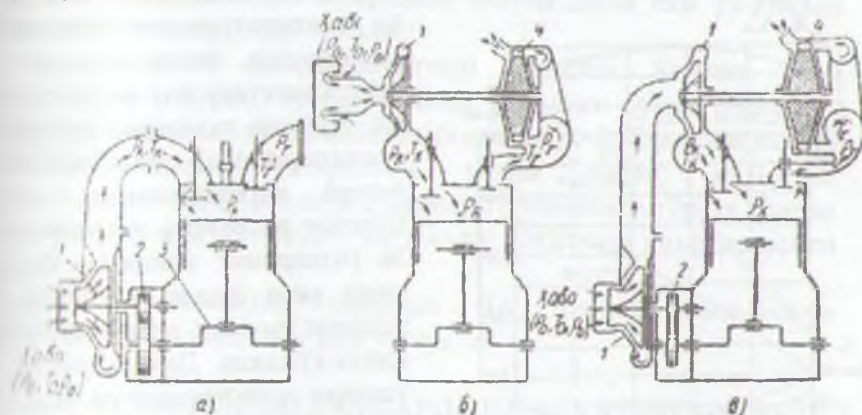
Механик исрофларни камайтириш мақсадида поршен йўли кичик бўлган ($S/D < 1$) двигателлар ишлаб чиқариш мақсадга мувофиқдир. Карбюраторли двигателларда асосан $S/D \leq 1$ қўлланилади.

Айланишлар частотаси оширилган двигателларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат: катта кесим юзали клапан ўрнатиб тўлдириш коэффициенти катталаштирилади; совитиш системасига иссиқлик кам ўтади; механик исрофлар кам бўлади. Демак, айланишлар частотасининг ошиши ёниш жараёнининг бориши билан чегараланмайди. Келажакда эса айланишлар частотаси яна ҳам оширилади.

2. Наддув

Двигател кувватини оширишнинг кккинчи усули наддувдир. Наддув - двигател цилиндрларига ҳаво ёки ёнувчи аралашмани босим остида киритиш дегани. Бунинг учун ҳаво ёки ёнувчи аралашма дастлаб компрессорда сиқилади, сўнг цилиндрга ҳайдалади. Цилиндрларга ҳаво ёки ёнувчи аралашма уч хил усулда: а) юритмали компрессор билан; б) турбокомпрессор билан; в) аралаш усулда ҳайдалади (12.1-расм).

Бу ҳолда ҳаво компрессорга ташқи муҳитдан киради ва p_k босимгача сиқилади, температура эса T_k га етади. Шундан сўнг ҳаво двигател цилиндрига p_k босим билан киради. Бу давр ичида ҳавонинг зичлиги ρ_0 ошиб ρ_k га етади. Натижада, двигател цилиндрига кираётган заряднинг масса миқдори атмосферадан киргандагига қараганда кўп бўлади. Демак, цилиндрга кирган заряднинг миқдори ошган сари унга берилаётган ёнилгининг миқдорини ошириш талаб этилади. Циклда эса кўп миқдорда ёнилги ва ҳаво массаси ёнади, натижада двигателнинг куввати ортади. Наддув усули билан двигател кувватини 50...70% гача ошириш мумкин.



12.1-расм. Наддув схемалари:

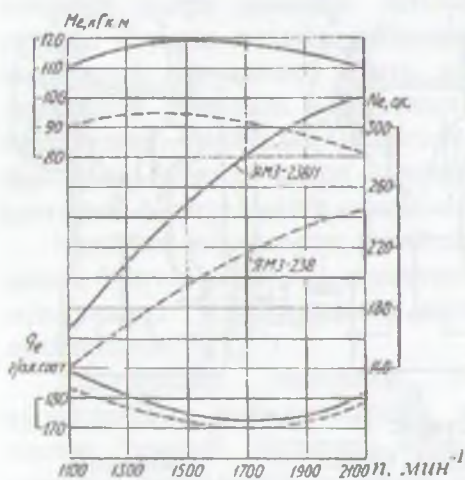
а — юритмали компрессор билан; б — турбинали компрессор билан; в — аралаш усулда ҳаво берадиган

Агар компрессор ҳаракатни тирсакли валдан олса (12.1-расм, а), двигател кувватининг маълум қисми ҳавони сиқишга

сарфланади. Бу усул икки тактли ЯАЗ дизелларида қўлланилган. Ҳозирги вақтда эса автомобил ва трактор двигателларида компрессорни ҳаракатга келтириш учун ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланилади. Компрессор газ турбиналар ёрдамида ҳаракатланади (12.1-рasm, б). Бу ҳолда чиқарилган трубадан чиқаётган газлар соплони аппарат орқали турбинанинг куракчаларига урилади, турбина катта тезликда айлана бошлайди ва компрессорни ҳаракатга келтириб, фойдаланиш бажаради. Ҳаво ташки муҳитдан компрессорга келади ва p_c босимгача сиқилиб, двигателнинг цилиндрларига ҳайдалади. Бу усул ЯМЗ-238Н двигателида қўлланилади.

12.2-рasmда наддувли ва наддувсиз ЯМЗ-238Н дизелларининг ташки тезлик характеристикалари келтирилган. Локомотивларга ўрнатиладиган дизелларда комбинацияланган турбиналар қўлланади. Бу ҳолда ҳавони сиқиб олиш учун тирсакли вал ёрдамида ишлайдиган компрессордан ҳамда ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланилади. Бунда цилиндрга тушаётган ҳавонинг босими катта бўлади, чунки ҳавони сиқиб олиш ҳам биринчи ҳам иккинчи компрессорда амалга оширилади.

Наддув қўлланилганда сиқиб олиш жараёнининг охирида, босим



ва температуранинг ошиши натижасида, ёниш жараёнининг характери бир оз ўзгаради. Бундан ташқари, ёнувчи аралашманинг бошланғич юқори кўрсаткичларга эга бўлиши ва ёниши натижасида газларнинг максимал босими анча ошади ва двигателнинг умумий термик зўриқиши кўпаяди. Демак, двигателнинг конструкцияси наддувни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланиши керак.

12.2-рasm. Наддувли ва наддувсиз двигателнинг ташки тезлик характеристикалари

Карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши сабабли уларда наддув қўллаш чекланган. Дизелларда наддув қўлланилганда ёнишги насосининг *прецизион* жуфтлари ва газ таксимлаш фазалари мос танланиши керак.

Россияда наддув, асосан, дизелларда қўлланилади, бунда японни ҳайдаш босими 0,2 МПа га етади. Бу ҳолда двигателнинг қуввати 30... 40% га ошади, эффектив босими эса 0,95...1,05 МПа ни ташкил қилади. Наддувли двигателлар огир юк ютарадиган автомобилларга ва кучли тракторларга ўриштирилмоқда, уларни тоғли районларда ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Двигател қувватини оширишнинг яна қуйидаги усуллари бор:

— тўрт тактли двигател ўрнига икки тактлигини қўллаш (бу усул нисбатан кам қўлланилади, чунки бундай двигателнинг термик зўриқиши кучли ва ишлаш муддати кам бўлади);

— сикиш даражасини ошириш. Бу усул карбюраторли двигателларда қўлланилиб, ϵ нинг маълум қийматларигача ($\epsilon = 8...9$) двигателга ижобий таъсир кўрсатади, лекин ϵ нинг қиймати, жуда ошириб юборилса, детонацияли ёки ўз-ўзидан ёниш жараёнлари содир бўлади;

— тўлдириш коэффициентини ошириш. Бунинг учун киритиш ва чиқариш трубаларининг узунлиги тўғри танланиб, улардаги хавонинг тўлқинланиш босимидан фойдаланилади ва цилиндр ҳажми ўзгармаган ҳолда унинг диаметри катталаштирилади. Бу ҳолда цилиндр головкасига тўртта клапан ўрнатишга имкон туғилади, натижада тўлдириш коэффициенти ортади;

— η/α нисбатни ошириш. Бу нисбат ички ёнув двигателларида нисбатан кам ўзгаради.

12.3. ИШЛАТИЛГАН ГАЗЛАРНИНГ ЗАҲАРЛИЛИГИНИ КАМАЙТИРИШ

Ички ёнув двигателлари ташқи муҳитга ва тирик организмга зарар етказадиган кўп миқдорда заҳарли моддалар чиқаради. Карбюраторли двигател ва дизелдан чиқадиган заҳарли моддаларнинг ўртача фоиз миқдори 12.1-жадвалда келтирилган.

12.1-жадвал

Захарли моддалар,%	Двигател тури	Дизел	Карбюраторли двигател
Ис гази		0,2	6,0
Карбонат ангидрид		12	10
Углеводородлар		0,01	0,05
Альдегидлар		0,002	0,03
Азот оксидлари		0,25	0,5
Олтингугурт икки оксиди		0,03	0,008
Курум (г/м ³)		0,25	0,5

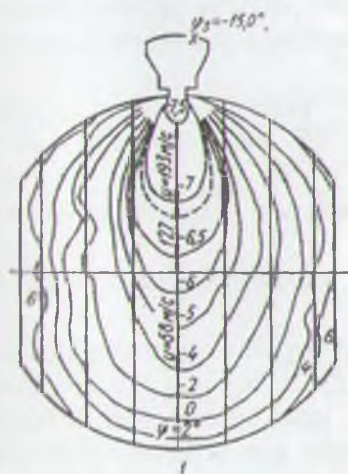
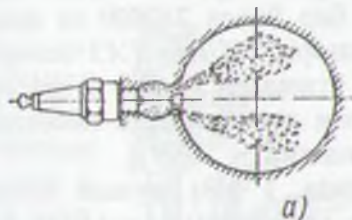
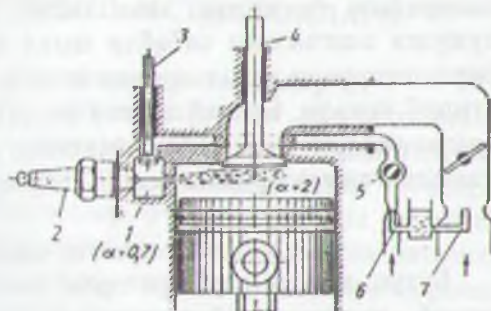
Жадвалдан кўриниб турибдики, дизелларда захарли моддалар нисбатан кам. Шу сабабли 3 т. ли ва ундан юкори автомобилларига дизеллар ўрнатиш мўлжалланган.

12.4. ЁНИЛГИНИ ТЕЖАШ УСУЛЛАРИ

1. Аланга билан ўт олдириш

Юқорида айтиб ўтганимиздек, карбюраторли двигателлар кичик юкламаларда тежамсиз ва захарли газларни кўп чиқариб ишлайди. Ушбу камчиликни йўқотиш учун карбюраторли двигателларда аланга билан ўт олдириш усулини қўллаш мақсадга мувофиқ. Бундай двигател кичик юкламаларда тежамли ишлайди, ишлатилган газларнинг захарлилиги эса кам бўлади. Аланга билан ўт олдириладиган карбюраторли двигател ёниш камерасининг схемаси 12.3-расмда кўрсатилган. Ёнувчи аралашмани бундай усулда ёндириш профессор А. Н. Воинов томонидан собиқ СССР ФА химия-физика институтида ишлаб чиқилган. Бу двигателнинг ёниш камераси икки қисмга бўлинган. Ёниш камерасининг 5 фоизини ташкил этувчи ёндош камера 1 га алоҳида карбюратор 6 дан махсус трубка бўйлаб клапан 3 орқали осон алангаланадиган куюк ($\alpha = 0,7...0,8$) ёнувчи аралашма келади. Асосий камерага эса карбюратор 7 дан

суюқ ($\alpha = 1,4 \dots 1,8$) ёнувчи аралашма киритиш клапани 4 оркали келади. Бунда ёндириш свечаси 2 ёндош камерада жойлашган



б)



12.3-рasm, а) аланга билан ўт олдириш схемаси; б) аланга билан ўт олдириладиган двигателнинг асосий камерасида аланганинг тарқалиши:

1 — «юмшук» ишлайдиган камерада ($d_c = 8$ мм);

2 — «каттик» ишлайдиган камерада ($d_c = 4$ мм); $\alpha = 0,9$

бўлиб, свечадан учкун чиқиши билан куюқ ёнувчи аралашма ёнади. Ёниш натижасида ёндош камерадаги босим асосий камерадаги босимдан анча охиб кетади. Босимлар фарқи вужудга келганлиги сабабли ёнган аралашма юқори тезликда бирлаштирувчи канал орқали асосий камерага аланга шаклида отилиб чиқади. Бундай аланга асосий камерадаги суюқ ёнувчи аралашманинг ҳам тўла ёнишини таъминлайди. Натижада ишлатилган газларда ис гази (CO) деярли бўлмайди.

2. Дизелларнинг ишлатилиши

Бутун дунёда карбюраторли двигателлар ўрнига дизеллар ишлаб чиқариш мўлжалланган. Масалан, биргина КамАЗ комплекси бир йилда 250000 га яқин дизел ишлаб чиқаради. Бундан ташқари, ЗИЛ ва ГАЗ заводлари ҳам дизеллар ишлаб чиқаришга ўтишлари лозим. Бунга асосий сабаб дизелларнинг карбюраторли двигателларга нисбатан бир неча афзалликлари мавжудлигидадир:

1) дизелда 1 кВт кувват олиш учун сарф бўладиган ёнилғининг солиштирма сарфи карбюраторли двигателникига нисбатан 35...40% га кам, бундан ташқари, ёнилғининг таннари икки барабар арзон;

2) иш муддати нисбатан катта, масалан, ЯМЗ двигателларининг моторесурси 10...12 минг мотосоат, яъни 350...400 минг км ни ташкил қилади;

3) ишлатилган газлардаги захарли компонентларнинг миқдори нисбатан кам;

4) дизелларда турли хил (бензин, керосин, газ конденсати ва х. к.) ёнилғиларни ишлатиш мумкин.

Келажақда дизеллар фақат оғир юк автомобилларидагина эмас, балки ўртача оғирликдаги (3...4 т.) юк кўтарадиган автомобилларда ва автобусларда ҳам ишлатилади. Барча трактор ва йўл қуриш машиналарининг куч агрегати сифатида эса фақат дизел ишлатилади.

Дизеллар чет элларда, айниқса Англия, ГФР, Италия, Франция, АҚШ ва Японияда кенг кўламда ишлатилади. Бу мамлакатларда дизеллар ҳатто енгил автомобилларга (асосан таксиларга) ҳам ўрнатилади. Бунга асосий сабаб бензин ёнилғисининг камлиги ва қимматлигидир.

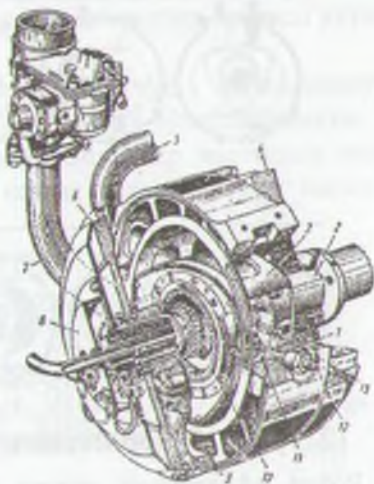
НА ВОШКА ТИПДАГИ ДВИГАТЕЛЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИКБОЛЛАРИ

1. Ротор-поршени двигателлар

Поршенли ички ёнув двигателларининг камчиликларидан бири уларда қайтма-илгариланма ҳаракатнинг мавжудлиги ва буни натижасида ҳосил бўладиган инерция кучларини ёритишнинг кийинлигидир. Ротор-поршенли двигателда бу каби камчилик йўқ. Шу сабабли кейинги пайтда автомобил двигателларининг янги тури, жумладан, ротор-поршенли двигателлар (РПД) ни ишлаб чиқариш йўлга қўйилди (ГФР ва Японияда).

Ротор поршеньди карбюраторди двигателнинг схемаси 1.4 расмда кўрсатилган. Двигателнинг циклоида шаклли цилиндрлари бўлган корпуси 1 билан. Корпуснинг бўшлиғи икки ён корпуси икки ён корпусларининг текис юзала-рига қўшилдиб, иш бўшлиғини ташкил қилади. Иш бўшлиғида саваринг учбурчак шаклли ротор 3 (поршень) ҳаракат қилади. Ротор 3 билан бир ўқга қўйилган шестерня 10 қўйилган. Бу шестернянинг икки тишлари корпуснинг цилиндр 9 га маҳкамланган қўйилмас шестерня билан қўйилган. Қўйилмас шестерня поршень вал 2 билан бир ўқда жойлашган. Иш бўшлиғининг маркази шестерня поршеньнинг қўзғалмас шестерня 3 га тен. Шунинг учун ротор цилиндр 3 марта секин айланади.

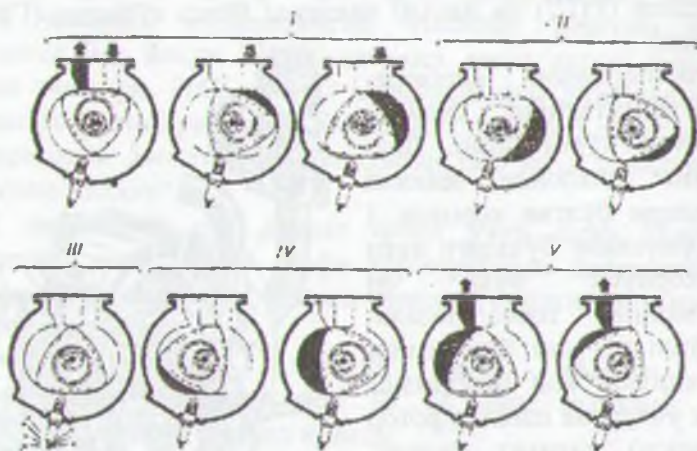
Дискларинин ишига тушириш учун эксцентрик вални стартер
қўлади қарама-қарши келтирилади ва ротор эксцентрик вал билан



12.4-расм. Ротор-поршенли двигател

бирга айлана бошлайди. Натижада ротор циклоида бўйлаб ҳаракат қилади, чунки роторнинг шестерняси кўзгалмас шестерняга илашади. Ротор ҳаракат қилганда унинг учата чўққиси корпуснинг циклоидасимон юзасига тегади ва бири-биридан ажралган учта кўчувчан ўроксимон камера ҳосил қилади.

Ротор-поршенли тўрт тактли двигателнинг иш цикли 12.5-расмда кўрсатилган. Бу ерда I киритиш жараёни; II сиқиш жараёни; III иш аралашмасини свеча ёрдамида ёндириш; IV кенгайиш жараёни; V ишлатилган газларни чиқариш жараёни.



12.5-расм. Ротор-поршенли двигателнинг иш цикли

Ротор айланишда давом этганда, I ҳолат такрорланади, чиқариш тамом бўлиб, янги цикл бошланади. Роторнинг чўққилари орасида жойлашган бошқа камераларда ҳам ҳар 120° дан сўнг шунга ўхшаш тактлар бўлиб ўтади. Бундай двигателда роторнинг айланиши натижасида фақат марказдан қочирма инерция кучи ҳосил бўлади. Бу куч осонгина, валдаги иккита посанги билан мувозанатланади.

Ротор-поршенли двигател ўртача эффектив босим, ёнилгининг тежамлилиги, литрли қувват каби кўрсаткичлар билан ҳозирги замон карбюраторли двигателларига яқин туради. Бу двигателлар поршенли двигателларга қараганда анча оддий тузилган бўлиб, унда фақат иккита детал, яъни ротор ҳамда вал

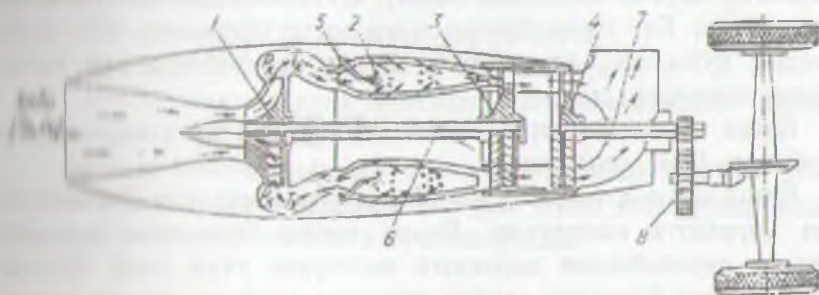
тез айланиш ҳаракат қилади. Унинг массаси ва габарит параметрлари поршеньли двигателникидан кичик ва ундан тўла қопқонланганлиги ҳамда тебранишларнинг йўқлиги билан фарқланади. РПД нинг асосий камчилиги роторнинг мукаммалроғи ўрнатилган ҳалқаларнинг тез ишдан чиқишидир. РПД нинг дизел типни ҳам ишлаб чиқарилган.

2. Газ турбинали двигателлар

Келишакда оғир (100...120 т) юк автомобилларга дизеллар ўрнатиш мўлжалланган. Бундай ички ёнув двигателларнинг габарит ўлчамлари жуда ҳам катта бўлади. Шу сабабли кейинги йиллари нисбатан ихчам турбинали двигателлар яратиш устида ишлар олиб борилмоқда.

Автомобиллар ва автопоездлар учун мўлжалланган турбинали двигателларнинг қуввати 750 кВт бўлиши мумкин.

Газ турбинали двигателларда айланишлар частотаси катта бўлгани учун ундан катта қувват олинади ҳамда унинг масса ва габарит ўлчамлари кичик бўлади.



12.6-расм. Автомобилга ўрнатиладиган газ турбинасининг схемаси

Автомобилга ўрнатиш учун мўлжалланган икки валли, газ турбинали двигателнинг схемаси 12.6-расмда кўрсатилган. У шунингча агрегатлардан ташкил топган: 1 - марказдан қочирма компрессор, 2 - ёниш камераси; 3 - компрессорли турбина; 4 - газ турбинаси; 5 - форсунка; 6 - биринчи вал; 7 - иккинчи вал; 8 - редуктор. Бундан ташқари, у айланишлар частотаси регулятори, мой насоси, стартер ва бошқа ёрдамчи ускуналар

билан жихозланган. Вал 7 редуктор орқали автомобилнинг трансмиссияси билан боғланган. 7 ва 11 валлар ўзаро кинематик боғланмаганлиги сабабли улар икки валли двигател дейилади.

Марказдан қочирма компрессор ҳаво босимини 3,5...4 марта ошириб беради.

Ёниш маҳсулотлари компрессордан келаётган совуқ ҳаво билан совитилиб (900° гача), турбинага узатилади. Ёниш камерасида ёниш жараёни $\alpha = 1,0...1,5$ кийматларда содир бўлса ҳам, ҳавонинг умумий сарфи нисбатан кўп бўлганлиги сабабли $\alpha = 4...6$ га етади. Бу эса поршенли двигателлардагига қараганда анча кўп.

Турбиналар тайёрлаш учун вольфрам, молибден, никел қотишмалари ишлатилади.

Газ турбинали двигател қуйидагича ишлайди: компрессорнинг вали стартёр ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Валнинг айланишлар частотаси ками билан номинал айланишлар частотасининг 25...30% ини ташкил қилгандагина компрессор сиқилган ҳавони ёниш камерасига узатабошлайди. Бу пайтда форсунка орқали ёниш камерасига ёнилғи пуркалади. Сиқилган ёнувчи аралашма электр чўгланиш свечаси ёрдамида ёндирилади. Бир текис ёниш зонаси ҳосил бўлгандан сўнг свеча ўчириб қўйилади, ёнилғининг кейинги улушлари эса ҳосил бўлган алангадан ёнади.

Ёниш маҳсулотлари ёниш камерасидан компрессорли турбинага ўтиб, кенгаяди.

Ёниш маҳсулотлари турбинанинг куракчаларида кенгаяди ва уни ҳаракатга келтиради. Бунда ҳосил бўладиган механик энергия автомобилни ҳаракатга келтириш учун сарф бўлади. Энергиясини йўқотган газлар чиқариш трубаси орқали ҳавога чиқариб юборилади.

Газ турбинали двигателларнинг афзаллиги шуки, унда қайтма-илгариланма ҳаракат қиладиган деталлар йўқ. Шу сабабли бундай двигателлар валининг айланишлар частотаси катта бўлиб, 20...25 минг мин⁻¹ гача етади, двигателнинг масса ва габарит ўлчамлари кичик бўлади. Масалан, бундай двигателнинг солиштирма массаси 0,35...0,5 кг/кВт дан ошмайди.

Газ турбинали двигателнинг механик ф. и. к. юқори бўлади, шунинг учун вал подшипникларидаги ишқаланишдан бошқа ишқаланишлар йўқ, шунинг учун мойлаш системаси соддадир. Бу двигателларда ёнилғи узлуксиз узатилганидан ёнилғи бериш аппаратураси содда тузилган.

Газ турбинали двигател ўрнатилган автомобил учун ёнилғининг муфтаси керак бўлмайди, чунки двигателни ишга туширишда фақат компрессорнинг вали айлантирилади, тортиш турбинаси эса ҳаракат қилмайди. Шу сабабли турбинанинг тортиш характеристикаси жуда қулай. Автомобилнинг жойидан ҳурдатилишдаги буровчи моменти номинал режимдагидан 2 баравар катта бўлади. Натижада узатмалар қутисининг конструкцияси соддалашади ва ҳайдовчининг иши оsonлашади. Ҳайдовчи узатмаларни жуда кам улайди, двигателни эса фақат ёнилғи узатиш педалига таъсир қилиб йонтиради.

Газ турбинали двигателлар бир қанча камчиликларга эга:

- номинал режимда поршенли двигателга нисбатан тежамлиги ишлайди;

- бир хил қувватда ҳавонинг сарфи катта;

- сўриладиган ҳаво жуда тоза бўлиши керак;

- кичик юкламаларда двигателнинг тежамлилиги кескин оsonлашади;

- автомобилни двигател билан тормозлаш мумкин эмас. Двигателнинг бу камчиликлари ҳозирда унинг конструкциясини мураккаблаштириш ҳисобига йўкотилмоқда.

II — қисм

АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

КАБУЛ ҚИЛИНГАН БЕЛГИЛАР

- автомобилнинг ўз оғирлиги, Н;
- тиркаманинг ўз оғирлиги, Н;
- автомобилнинг тўла оғирлиги, Н;
- тиркаманинг тўла оғирлиги, Н;
- автомобилнинг белгиланган (номинал) юк кўтарувчанлиги;
- юк кўтарувчанликдан фойдаланиш коэффициенти;
- йўловчилар сони, одам;
- йўловчилар сонидан фойдаланиш коэффициенти;
- автомобилнинг олд ўқиға тушадиган оғирлик, Н;
- автомобилнинг орқа ўқиға тушадиган оғирлик, Н;
- тиркаманинг олд ўқиға тушадиган оғирлик, Н;
- тиркаманинг орқа ўқиға тушадиган оғирлик, Н;
- автомобилнинг массаси, кг;
- автомобилнинг олд ўқиға тўғри келадиган масса, кг;
- автомобилнинг орқа ўқиға тўғри келадиган масса, кг;
- тиркаманинг олд ўқиға тўғри келадиган масса, кг;
- тиркаманинг орқа ўқиға тўғри келадиган масса, кг;
- автомобилнинг базаси, м;
- автомобил гилдираклари орасидаги масофа, м;
- шиналар энини ҳисобга олмасдан автомобил гилдираклари орасидаги масофа, м;
- автомобилнинг баландлиги, м;
- автомобилнинг олдинги солиниб турган қисмининг узунлиги, м;
- автомобилнинг орқадаги солиниб турган қисмининг узунлиги, м;
- автомобил оғирлик марказининг баландлиги, м;
- тиркама тортиш-таянч қурилмасининг баландлиги, м;
- автомобилнинг энг пастки нуктасидан таянч сиртгача бўлган масофа, м;
- елканлик маркази баландлиги, м;
- автомобил оғирлик марказидан олдинги ўққача бўлган масофа, м;
- автомобил оғирлик марказидан орқадаги ўққача бўлган масофа, м;
- автомобилнинг оғирлик марказидан энг пастки нуктаси марказигача горизонтал бўйича масофа, м;
- автомобил ўтағонлигининг бўйлама радиуси, м;
- автомобил ўтағонлигининг кўндаланг радиуси, м;
- дивигател тирсакли валининг айланиш частотаси,

	айл/мин;
n	- автомобил етакчи гилдиракларининг айланиш частотаси, айл/мин;
$n_{\text{олам}}$	- автомобилдаги йўловчи (шу жумладан хайдовчи) ўринлари сони, одам;
ω_e	- двигател тирсакли валининг бурчак тезлиги, с^{-1} ;
ω_y	- автомобил етакчи гилдиракларининг бурчак тезлиги, с^{-1} ;
ω_{te}^1	- двигател тирсакли валининг бурчак тезланиши, с^{-2} ;
v_a	- автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги, м/с (км/соат);
v_k, v_o	- автомобилнинг бошланғич ва охириги ҳаракатланиш тезликлари, м/с (км/соат);
i_k	- узатмалар қутисининг узатиш сони;
i_{kk}	- узатмалар қўшимча қутисининг узатиш сони;
i_0	- асосий узатманинг узатиш сони;
$i_{тр}$	- трансмиссиянинг узатиш сони;
r_u	- гилдиракнинг гилдираш радиуси;
F_u	- гилдиракнинг йўлдаги контакт юзаси, м^2 ;
P_y	- уринма тортиш кучи, Н;
P_t	- гилдиракларни тормозлаш кучи, Н;
$P_{из}$	- илмок (крюк) даги тортиш кучи, Н;
P_x, P_y, P_z	- гилдиракка таъсир этувчи горизонтал, ён ёки нормал (тик) кучлар, Н;
P_f	- гилдирашга қаршилик кучи, Н;
P_{ψ}	- йўлнинг қаршилик кучи, Н;
P_l	- кўтарилишга қаршилик кучи, Н;
p_{ω}	- ҳавонинг қаршилик кучи, Н;
P_j	- шиғовланишга қаршилик кучи (илгарилама ҳаракатланувчи массаларнинг инерция кучи) Н;
$P_{нт}$	- трансмиссиядаги ишқаланиш кучи, Н;
$P_{ил}$	- двигателнинг етакчи гилдиракларга ўтказилган, ишқаланиш кучи, Н;
$P_{1,1}$	- йўлнинг олд гилдиракларга кўрсатадиган нормал (тик) реакцияси, Н;
$P_{1,2}$	- йўлнинг орқа гилдиракларга кўрсатадиган нормал (тик) реакцияси, Н;
M_e	- двигателнинг тирсакли валидаги самарадор буровчи момент, Нм;
$M_{тр}$	- етакчи гилдираклардаги тормозлаш моменти, Нм;
V_h	- двигателнинг ишчи ҳажми, $\text{дм}^3(\text{л})$;
S_h	- поршен йўли, м;
M_i	- етакчи гилдираклардаги буровчи момент, Нм;

- M_f - автомобилнинг гилдирашга қаршилиқ моменти, Нм;
- M_{tr} - трансмиссиядаги ишқаланиш кучлари моменти, Нм;
- M_{max} - двигателдаги ишқаланиш кучлари моменти, Нм;
- M_{ttr} - гилдирак тормозларидаги ишқаланиш моментларининг жами, Нм;
- N_s - двигателнинг самарадор қуввати, кВт;
- N_e - етакчи гилдиракларга келтириладиган қувват, кВт;
- N_t - гилдирашга қаршилиқ кучларини енгишга сарфланадиган қувват, кВт;
- N_{φ} - йўлнинг қаршилиқ кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_i - баландликка чиқишга қаршилиқ кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_{ii} - ҳавонинг қаршилиқ кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_j - ишғов билан ҳаракатланишга қаршилиқ кучларини енгиш (инерция кучларини) учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_{us} - двигателдаги ишқаланиш кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- $M_{(Nemot)}$ - энг катта қувватда ёнилғининг солишгирма сарфи, кВт;
- k_a - двигател тирсакли валининг айланиш частоталаридан фойдаланиш коэффиценти;
- k_v - двигател қувватидан фойдаланиш коэффиценти;
- D - динамик омил;
- D_{us} - етакчи гилдиракларнинг ер билан илаштиши бўйича динамик омил;
- η_{tr} - трансмиссиянинг фойдали иш коэффиценти;
- η_a - двигателнинг механикавий фойдали иш коэффиценти;
- G_s - двигателнинг йўлда ёнилғи сарфлаши, л/100 км;
- G_e - двигателнинг соатлик ёнилғи сарфи, кг/соат;
- G_{tr} - транспорт иши бирлигига ёнилғи сарфи, л/т км;
- ρ_N - ёнилғи зичлиги, кг/л;
- g - эркин тушиш тезланиши, м/с²;
- f - гилдирашга қаршилиқ коэффиценти;
- f_0 - кичик тезликда ҳаракатланганда гилдирашга қаршилиқ коэффиценти (≤ 14 м/с);
- φ - йўл қаршилиги коэффиценти;
- φ - гилдиракларнинг йўл билан илаштиш юэффиценти;
- η_{tr} - автомобилнинг ён тургунлик коэффиценти;

- $b_{ш}$ - шина профилининг баландлиги, мм;
- b_z - шина профилининг эни, мм;
- $\lambda_{ш}$ - шинанинг деформация коэффициенти;
- d - шина ободининг диаметри, мм (дюйм)ларда;
- $D_{ст}$ - шинанинг статик диаметри, м;
- α - йўлнинг қиялик бурчаги, град;
- β - йўлнинг ён қиялик бурчаги, град;
- γ_1, γ_2 - автомобилнинг солинган олдинги ва орқадаги бурчаклари, град;
- δ - ғилдиракларнинг шатаксираш коэффициенти;
- $\delta_{ма}$ - айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти;
- δ_1, δ_2 - автомобилнинг олдинги ва орқа ғилдираклари шиналарининг ёнаки сурилиш бурчаклари, град;
- j, j_c - автомобилнинг тезланиши ва секинлашиши, м/с;
- k_{ω} - автомобилнинг суйрилик коэффициенти, Н·с²/м⁴;
- F_{ω} - автомобилнинг олд юзаси (миделев кесими), м²;
- $W_a = k_{\omega} F_{\omega}$ - суйрилик (обтекаемость) омили, Н·с²/м²;
- m_1, m_2 - автомобилни тормозлашда юкламаларнинг олдинги ва орқадаги ғилдиракларга қайта таксимланиш коэффициентлари;
- $j_{дв}$ - двигател айланувчи қисмларининг инерция моменти, Н·м·с²;
- j_r - автомобил ғилдирагининг инерция моменти, Н·м·с²;
- θ_r - ташки бошқариладиган ғилдиракнинг бурилиш бурчаги, град;
- θ_n - ички бошқариладиган ғилдиракнинг бурилиш бурчаги, град;
- θ - бошқариладиган ғилдиракларнинг ўртача бурилиш бурчаги, град;
- θ_{max} - бошқариладиган ғилдиракларнинг энг кагта ўртача бурилиш бурчаги, град;
- θ_{pf} - автомобил рул чамбарагининг бурилиш бурчаги, град;
- λ_0 - бурилиш ғапфаларининг ўқлари орасидаги масофа, град;
- $i_{pa} = i_{pp} i_{rho}$ - рул механизмининг узатиш сони;
- i_{pp} - рул редукторининг узатиш сони;
- i_{rho} - рул юритмасининг узатиш сони;
- R - автомобилнинг бурилиш радиуси, м;
- R_{min} - автомобилнинг энг кичик бурилиш радиуси, град;
- $R_{габ. max}$ - автомобилнинг ташки габарит бурилиш радиуси, м;
- $R_{габ. min}$ - автомобилнинг ички габарит бурилиш радиуси, м;
- R_t - тиркаманинг бурилиш радиуси, м;
- $R_{тоб}$ - шатакчи автомобилнинг бурилиш марказидан энг узокда

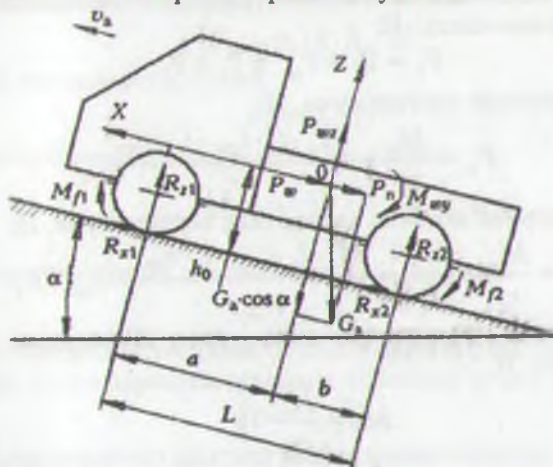
- $R_{\text{ж}}$ - жойлашган нуктасининг энг кичик бурилиш радиуси, м;
- $R_{\text{т}}$ - тиркаманинг бурилиш марказига энг яқин нуктасининг энг кичик бурилиш радиуси, м;
- A_1 - автомобилнинг бурилиш марказидан энг узокда жойлашган нуктасидан ташқи бошқариладиган гилдирак изининг марказигача бўлган масофа, м;
- A_2 - ташқи бошқариладиган гилдирак изининг марказидан автомобилнинг бурилиш марказига энг яқин нуктасигача бўлган масофа, м;
- B_1 - гилдиракларнинг изи бўйича бурилиш эни, м;
- B_2 - ҳаракатнинг габарит ўлчами, м;
- L_1 - автопоезд бурилиш йўлагининг эни, м;
- L_{180} - автопоезднинг 180 градусга бурилиш полосасининг эни, м;
- $k_{\text{г}}$ - гилдиракларнинг ёнаки сурилиб кетишига қаршилик коэффиценти;
- m_1 - автомобилнинг бурилишдаги бурчак тезлиги, с^{-1} ;
- $m_2/0$ - автомобилнинг бурилишга сезгирлиги, с^{-1} ;
- ρ_1 - бурилишнинг ўртача радиуси билан автомобил оғирлик маркази ўртасидаги бурчак, град;
- $m_{\text{г}}$ - бошқариладиган гилдиракларнинг бурилишдаги бурчак тезлиги, с^{-1} ;
- $\lambda_{\text{авт}}$ - автопоезд траекториясининг нисбий силжиши, м;
- $P_{\text{от}}, P_{\text{от}}$ - бурилишда автомобилнинг олдинги ва орқадаги гилдиракларига таъсир этувчи ёнаки кучлар, Н;
- $P_{\text{а}}$ - бурилишда автомобилнинг оғирлик марказига таъсир этувчи марказдан қочма куч, Н;
- S_1 - автомобилнинг тормоз йўли, м;
- t_1 - ҳайдовчининг реакция вақти, с;
- t_2 - тормоз тизимини ишлашигача бўлган вақт, с;
- t_3 - автомобилнинг тўла тормозланиш вақти, с;
- K_1 - тормозланиш самарадорлигининг пасайиш коэффиценти;
- $\gamma_{\text{авт}}, \gamma_1$ - стақчи автомобил ва тиркаманинг солиштирма тормоз кучи;
- $P_{\text{от}}$ - шатакчи автомобил ва тиркама ўртасидаги тиркагич куч, Н;
- $i_{\text{т}}, i_1$ - тиркаманинг оғирлик марказидан олдинги ва орқа гилдиракларнинг айланиш ўқи ўртасигача масофа, м;
- n_1 - тиркамаларнинг умумий сони;
- $n_{\text{т}}$ - тормоз тизимига эга бўлган тиркамаларнинг умумий сони;

- m_T - тиркаманинг тормозловчи гилдираклари учун юкламани қайта тақсимлаш коэффициенти;
- $G_{T\phi}$ - тиркаманинг тормозловчи гилдираклари ўқига тўғри келадиган илашиш оғирлиги, Н;
- $p_{\text{ш}}$ - шинадаги ички босим, Па;
- p_o - $p_{\text{ш}}=0$ бўлганида ер билан контакт юзадаги босим, Па;
- $C_{\text{п(р)}}$ - пружина (рессор)нинг бикрлиги, Н/м;
- C_{po} - рессор остлигининг бикрлиги, Н/м;
- $C_{\text{ш}}$ - шинанинг бикрлиги, Н/м;
- h_x - ҳандақнинг баландлиги, м;
- F_r - гилдиракнинг йўл билан тутатиш юзи, м²;
- $F_{\text{пр}}$ - протектор нақши чиқиқларидаги тутатиш юзи, м²;
- k_T - протекторнинг тўйинганлик коэффициентини;
- $f_{\text{п}}$ - пружинанинг статик эгилиши, м;
- $f_{\text{ш}}$ - шинанинг статик эгилиши, м;
- f_o - автомобил оғирлиги таъсирида османинг статик деформацияси, м;
- ε - массаларнинг тақсимланиш коэффициентини;
- ρ_n - автомобил рессор остлиги массасининг у-у ўқларига нисбатан инерция радиуси, м;
- m_a - автомобилнинг рессорланмаган қисмларининг массаси, кг;
- m_p - автомобилнинг рессорланган қисмларининг массаси, кг;
- m_o - юксиз автомобилнинг рессорланган массаси, кг;
- $m_{\text{ю}}$ - юк массаси, кг.

1. АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР.

АВТОМОБИЛНИНГ ТОРТИШ ДИНАМИКАСИ

Автомобилнинг тўла оғирлик кучи G , шартли равишда олдинги ўқдан a масофада, орқа ўқдан b - масофада ва йўл текислигидан h_0 масофани жойлашган оғирлик марказига қўйилади.



1-расм. Автомобилга таъсир этувчи кучлар

Автомобилнинг статик ҳолатида олдинги ва орқа ўқларга таъсир этувчи нормал реакциялар, Н:

$$R_{z1} = G_a \cdot \frac{b}{L}, \quad R_{z2} = G_a \cdot \frac{a}{L}.$$

Автомобилнинг нотекис ҳаракатида нормал реакциялар
Ҳуҷрадаги ва йўлнинг уринма реакциялари юзага келади, Н;

• **олдини и гилдираклар учун**

$$R_{z1} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b - \varphi \cdot h_0}{L - \varphi \cdot h_0},$$

$$R_{x1} = f \cdot R_{z1} = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b - \varphi \cdot h_0}{L - \varphi \cdot h_0};$$

• **Трип-гилдираклар учун**

$$R_{z2} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{a}{L - \varphi \cdot h_0},$$

$$R_{12} = \frac{M_u}{r_1} - f \cdot R_{12} = \frac{M_u}{r_1} - f \cdot G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{a}{L - \varphi \cdot h_0}.$$

Автомобилга таъсир этувчи асосий ҳаракатлантурувчи куч

етакчи гилдиракларга қўйилган тортиш кучи P_i дан иборат бўлади. Тортиш кучи етакчи гилдиракларнинг йўл билан ўзаро илашишидан ҳосил бўлади.

Нотекис тўғри чизиқли ҳаракатда қаршилик қилувчи кучлар таъсир қилади.

Умумий ҳолда автомобилнинг ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишда ифодаланади, Н:

$$P_u = P_f + P_w \pm P_i \pm P_j.$$

Текис ҳаракатда тортиш кучи, Н:

$$P_u = \frac{M_u}{r_u} = \frac{M_e \cdot i_u \cdot i_{ДК} \cdot i_0 \cdot \eta_{ГР}}{r_u}.$$

Автомобилнинг нотекис ҳаракатида тортиш кучи, Н:

$$P_u = \frac{M_u}{r_u} + \frac{M_j}{r_u} = \frac{M_e \cdot i_u \cdot i_{ДК} \cdot i_0 \cdot \eta_{ГР}}{r_u} + \delta_{акт} \cdot P_j.$$

Двигателнинг тирсакли валида ҳосил бўладиган самаралор буровчи момент, Н:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 10^3.$$

Трансмиссиянинг механикавий ФИК юк автомобиллари учун 0,85-0,88, енгил автомобиллар учун - 0,90-0,98; тўла юритмали автомобиллар учун - 0,80-0,85 атрофида бўлади.

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентлари:

$$\delta_{акт} = 1 + \frac{J_{ДВ} \cdot i_{ГР}^2 \cdot \eta_{ГР} + \sum J_u}{m_a \cdot r_u^2}.$$

Тақрибан айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентлари:

$$\delta_{акт} = 1,05 + 0,07 \cdot i_u^2.$$

Гилдиракнинг гилдираш радиуси, м:

$$r_u = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot d + \lambda_u \cdot b_u)$$

ёки

$$r_u = (0,5 \cdot d + \lambda_u \cdot b_u) \cdot 10^{-3}.$$

Гилдирашга қаршилик кучи, Н:

14 м/с дан ортиқ тезликда ҳаракатланганда гилдирашга қаршилик коэффициентлари:

$$f = f_0 \cdot \left(\frac{v_a^2}{1500} \right).$$

Автомобилнинг тўла оғирлиги, Н:

$$G_a = G_0 + G_H + 750 \cdot n_q.$$

Ханонинг қаршилиқ кучи, Н:

$$P_\omega = k_\omega \cdot F_\omega \cdot v_a^2 = W_a \cdot v_a^2.$$

Автомобилнинг олд юзи (миделев кесими), м²;

• снгил автомобиллар учун

$$F_\omega = 0,78 \cdot B_a \cdot H;$$

• юк автомобиллари учун

$$F_\omega = B_a \cdot H.$$

Автомобилнинг ҳаракат тезлиги, км/соат:

$$v_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_u}{i_{TP}}.$$

Трансмиссиянинг узатиш сони:

$$i_{TP} = i_u \cdot i_{DK} \cdot i_0.$$

Автомобил қия текислик бўйлаб тепага ҳаракатланганда (+) ёки қийликда пастга ҳаракатлангандаги қаршилиқ кучи (-), Н:

$$P_l = G_a \cdot \sin \alpha.$$

Айланма ҳаракат қилувчи массаларнинг инерция кучи, Н:

$$P_j = \delta_{айл} \cdot m_a \cdot j = \delta_{айл} \cdot \frac{G_a}{g} \cdot j.$$

Автомобил қия текислик бўйлаб тепага (қўтарилишга қараб) ҳаракатланганида унинг шигов олиш вақтидаги келтирилган инерция кучи, Н:

$$P_j = \left(1 + \frac{J_{ДВ} \cdot i_{TP}^2 \cdot \eta_{TP} + \sum J_u}{m_a \cdot r_u^2} \right) \cdot m_a \cdot j.$$

Умумий йўл қаршилигининг катталиги, Н:

$$P_\psi = P_f + P_l = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = G_a \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = G_a \cdot \psi.$$

Қувват баланси тенгламаси, кВт:

- умумий ҳолда

$$N_u = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_\omega \pm N_l \pm N_j;$$

- ёйилган ҳолда

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{f \cdot G_a \cdot v_a \cdot \cos \alpha}{1000} + \frac{k_\omega \cdot f_\omega \cdot v_a^3}{1000} \pm \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot v_a}{1000} \pm \frac{G_a \cdot j \cdot \delta_{айл} \cdot v_a}{g \cdot 1000}.$$

Автомобилнинг горизонтал равон йўлдаги текис ҳаракатиди
 етакчи ғилдирақларга бериладиган қувват ($f = \psi$), кВт:

$$N_{II} = N_e \cdot \eta_{TP} = N_{\psi} + N_{\omega} = \frac{\psi \cdot G_a \cdot v_a + k_n \cdot F_w \cdot v_a^3}{1000}.$$

Динамик омил (фактор) катталиги

$$D = \frac{P_u - P_w}{G_a} = \psi + \frac{\delta_{ой1}}{g} \cdot j = (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + \frac{\delta_{ой1}}{g} j.$$

Автомобилнинг огирлиги ўзгариши билан динамик омил
 катталиги ҳам ўзгаради:

$$D_x = D \cdot \frac{G_a}{G_x}.$$

Автомобил узоқ вақт тўхтамасдан ҳаракатланиши учун $D \geq \psi$
 шартига риоя қилиш зарур.

Етакчи ғилдирақларнинг йўл билан илашиш шароитлари
 бўйича тортиш кучининг чегаравий қиймати:

$$D_{\omega1} = \varphi_x \cdot \frac{G_x}{G_a}.$$

$D_{\omega1} \geq D \geq \psi$ бўлгандагина автомобиль етакчи ғилдирақлари
 шатаксирамасдан ҳаракатланиши мумкин.

Динамик омилнинг максимал қиймати:

- снгил автомобиллар учун

$$D_{\max} = 0,3 \dots 0,4;$$

- нормал ўтағон юк автомобиллари учун

$$D_{\max} = 0,26 \dots 0,36;$$

- ўтағонлиги юқори юк автомобиллари учун

$$D_{\max} = 0,57 \dots 0,8.$$

Автомобилнинг тезланиши, м/с^2 :

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{ой1}} \cdot g$$

ёки

$$j = \frac{v_H - v_H}{3,6 \cdot t_p}.$$

Қуйидаги динамик омил билан текис ҳаракатланаётган
 автомобиль ўта олиши мумкин бўлган максимал кўтарилиш бурчаги:

$$\sin \alpha = D - f; \quad \alpha = \arcsin \cdot (D - f).$$

Агар автомобиль қўшимча тезланишга эга бўлса, максимал

Ўзгариш бурчаги катталашади:

$$\sin \alpha = D - f + \frac{\delta_{\text{оғирлик}}}{g} \cdot j; \quad \alpha = \arcsin \left(D - f + \frac{\delta_{\text{оғирлик}}}{g} \cdot j \right).$$

1.1-масала. Статик ҳолатда ва автомобил ҳаракатланаётганида автомобил гилдираклари билан йўл орасидаги радиал реакцияларнинг катталиги, шунингдек, реакцияларнинг ўзгариш коэффициентлари аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 50 кН, оғирлик марказидан автомобилнинг олдинги гилдираклари ўқигача бўлган масофа 2,4 м, орқа гилдираклар ўқигача бўлган масофа 1,6 м. Оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Йўл горизонтал, илашish коэффициенти 0,7.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг базаси

$$L = a + b = 2,4 + 1,6 = 4,0 \text{ м}.$$

Статик ҳолатда олдинги ва орқа ўқларга тўғри келадиган радиал реакциялар (оғирлик):

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot b}{L} = \frac{50000 \cdot 1,6}{4} = 20000 \text{ Н},$$

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot a}{L} = \frac{50000 \cdot 2,4}{4} = 30000 \text{ Н}.$$

Автомобил ҳаракатланганида олдинги ва орқа ўқларга тўғри келадиган радиал реакциялар:

$$R_{z1} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b - \varphi \cdot h_0}{L - \varphi \cdot h_0} = 50000 \cdot 1 \cdot \frac{1,6 - 0,7 \cdot 0,8}{4 - 0,7 \cdot 0,8} = 15116 \text{ Н},$$

$$R_{z2} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{a}{L - \varphi \cdot h_0} = 50000 \cdot 1 \cdot \frac{2,4}{4 - 0,7 \cdot 0,8} = 34884 \text{ Н}$$

ёки

$$R_{z2} = G_a - R_{z1} = 50000 - 15116 = 34884 \text{ Н}.$$

Реакцияларнинг ўзгариш коэффициенти

$$m_1 = \frac{R_{z1}}{G_1} = \frac{15116}{20000} = 0,776; \quad m_2 = \frac{R_{z2}}{G_2} = \frac{34884}{30000} = 1,163.$$

1.2-масала. Уч ўринли кабинага эга бўлган, юк кўтарувчанлиги 80 кН юк автомобилнинг тўла оғирлиги ҳисоблансин. Шайланган юк коэффициенти 0,75, одамнинг оғирлиги 750 Н, бир одам учун бағрикнинг оғирлиги 30 кН.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг шайланган оғирлиги

$$G_0 = G_H \cdot K_r = 80000 \cdot 0,75 = 60000 \text{ Н}.$$

Автомобилнинг тўла оғирлиги

$$G_a = G_0 + G_H + (G_y + G_6) \cdot n_{\text{ошм}} =$$

$$60000 + 80000 + (750 + 50) \cdot 3 = 142400 \text{ Н}.$$

1.3-масала. Юк автомобили тирсакли валининг 1 км узунликдаги йўлда, 4,1 ва 1,47 узатиш сонига иккинчи ва тўрттинчи узатмаларда юргандаги айланишлар сони аниқлансин. Асосий узатманинг узатиш сони 6,32. Шиналарнинг маркаси 260-508 P. Шиналарнинг деформация коэффициенти 0,93.

Масаланинг ечилиши. Гилдиракларнинг гилдираш радиуси

$$r_{\text{г}} = 0,5 \cdot d + b_{\text{ш}} \cdot \lambda_{\text{ш}} = 0,5 \cdot 0,508 + 0,260 \cdot 0,93 = 0,496 \text{ м}.$$

Гилдирак айланасининг узунлиги

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r_{\text{г}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,496 = 3,12 \text{ м}.$$

1 км узунликдаги йўлда гилдиракнинг айланишлари сони

$$n_{\text{г}} = \frac{L}{S} = \frac{1000}{3,12} = 320,5.$$

Биринчи узатмада трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{\text{ТР1}} = i_{\text{ш}} \cdot i_o = 4,1 \cdot 6,32 = 25,91.$$

Тўрттинчи узатмада трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{\text{ТР4}} = i_{\text{ш4}} \cdot i_o = 1,47 \cdot 6,32 = 9,29.$$

Биринчи узатмада тирсакли валнинг айланишлари сони

$$n_{e1} = n_{\text{г}} \cdot i_{\text{ТР1}} = 320,5 \cdot 25,91 = 8304.$$

Тўрттинчи узатмада тирсакли валнинг айланишлари сони

$$n_{e4} = n_{\text{г}} \cdot i_{\text{ТР4}} = 320,5 \cdot 9,29 = 2998.$$

1.4-масала. Горизонтал йўлда тўғри узатмада ҳаракатланаётган автомобилнинг уринма тортиш кучи ва етакчи гилдиракларига бериладиган қувват аниқлансин. Двигател тирсакли валидаги максимал буровчи момент айланиш частотаси 1400 ай/мин бўлганида 450 Нм га тенг. Асосий узатманинг узатиш сони 6,45; трансмиссиянинг ФИК 0,85; гилдирак тўғинининг диаметри 0,508 м; гилдирак профилининг эни 0,260 м.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг етакчи гилдирак-ларига бериладиган максимал буровчи момент

$$M_{\text{г}} = M_e \cdot i_{\text{г}} \cdot i_o \cdot \eta_{\text{ТР}} = 450 \cdot 1 \cdot 6,45 \cdot 0,85 = 2467 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Гилдиракнинг гилдираш радиуси

$$r_{\text{г}} = 0,5 \cdot d + b = 0,5 \cdot 0,508 + 0,206 = 0,514 \text{ м}.$$

Етакчи гилдираклардаги ҳосил бўладиган тортиш кучи

$$P_{\text{г}} = \frac{M_{\text{г}}}{r_{\text{г}}} = \frac{2467}{0,517} = 4800 \text{ Н}.$$

Максимальный крутящий момент двигателя при вращении

$$n_u = \frac{n_e}{i_u \cdot i_0} = \frac{1400}{1 \cdot 6,45} = 217,1 \text{ айл/мин.}$$

Гидравлический радиус

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r_u = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,514 = 3,23 \text{ м.}$$

Автомобильная скорость

$$v_a = \frac{n_u \cdot S}{60} = \frac{217,1 \cdot 3,23}{60} = 11,7 \text{ м/с.}$$

Эффективная гидравлическая мощность:

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{4800 \cdot 11,7}{1000} = 56,2 \text{ кВт.}$$

1.5-масала. Агар гидравлика қарсылық коэффициенті кіші тездікте қозғалысында 0,014 га тең болса, өлшемі 17,9 кН болған еңгіш автомобильнің 10 ва 20 м/с тездікте қозғалысында гидравлика қарсылық күші ва қуаты анықталайық.

Масаланың шешімі. Гидравлика қарсылық күші
10 м/с тездікте

$$P_u = f_0 \cdot G_a = 0,014 \cdot 17900 = 250,6 \text{ Н;}$$

20 м/с тездікте

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_a^2}{1500}\right) = 0,014 \cdot \left(1 + \frac{400}{1500}\right) = 0,018,$$

$$P_u = f \cdot G_a = 0,018 \cdot 17900 = 322,2 \text{ Н.}$$

Гидравлика қарсылық моменті:

10 м/с тездікте

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{250,6 \cdot 10}{1000} = 2,51 \text{ кВт;}$$

20 м/с тездікте

$$N_u = \frac{322,2 \cdot 20}{1000} = 6,44 \text{ кВт.}$$

1.6-масала. Массасы 48 т болған автопоездің горизонтал жолда 18 км/сағ тездік билан қозғалысында уның гидравлика қарсылығын еңгіш үчүн сарфланадыған қуат 82,4 кВт га тең.

Поездің қарсылық күші нолга тең қисмидағы қиялық анықталайық.

Масаланың шешімі. Гидравлика қарсылық күшін еңгіш үчүн сарфланадыған қуат

$$N_u = N_v = N_f + N_i \text{ кВт.}$$

Горизонтал йўлда ҳаракатланишида

$$N_u = N_f = \frac{f \cdot G_a \cdot v_a}{1000} \text{ кВт,}$$

бу ерда $G_a = 480000 \text{ Н}$;

$$v_a = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ м/с.}$$

Бундан

$$f = \frac{N_u \cdot 1000}{G_a \cdot v_a} = \frac{82,4 \cdot 1000}{480000 \cdot 5} = 0,034.$$

Йўлнинг қаршилик кучи

$$P_\psi = P_f + P_i = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = 0,$$

бундан

$$f = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = i,$$

$$i = 0,034; \quad i = 3,4\%.$$

1.7-масала. Енгил автомобил $3^\circ 30'$ бурчакли қияликда 10 м/с тезлик билан кўтарилаётганда қаршилик кучи ва қуввати ҳисоблансин. Автомобилнинг оғирлиги $17900 \text{ Н} = 1,79 \text{ т}$.

Масаланинг ечилиши. Бурчак $3^\circ 30'$ бўлганида йўлнинг қиялиги

$$i = \operatorname{tg} 3^\circ 30' = 0,06.$$

Ҳар қандай тезликда кўтарилишга қаршилик кучи

$$P_i = i \cdot G_a = 0,06 \cdot 17900 = 1070 \text{ Н.}$$

10 м/с тезликда кўтаришга қаршилик қуввати

$$N_i = \frac{P_i \cdot v_a}{1000} = \frac{1070 \cdot 10}{1000} = 10,7 \text{ кВт.}$$

1.8-масала. Енгил автомобил асфалт копланган, коникарли ҳолатда, ғилдирашга қаршилик коэффиценти $0,02$ бўлган йўл бўйича 10 м/с тезлик билан ҳаракатланишида йўлнинг қаршилик кучи ва қуввати аниқлансин. Йўлнинг кўтарилиш бурчаги $3^\circ 30'$. Автомобилнинг оғирлиги 17900 Н .

Масаланинг ечилиши. Йўлнинг қаршилик коэффиценти

$$\psi = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha = 0,02 \cdot 0,998 + 0,061 = 0,081.$$

Йўлнинг қаршилик кучи

$$P_\psi = \psi \cdot G_a = 0,081 \cdot 17900 = 1450 \text{ Н.}$$

Ўўлнинг қаршилигини ечиш учун сарфланадиган қувват

$$N_{\psi} = \frac{P_{\psi} \cdot v_a}{1000} = \frac{145 \cdot 10}{1000} = 14,5 \text{ кВт.}$$

1.9-масала. Автомобил 10 ва 20 м/с тезлик билан ҳаракатланганида ҳавонинг қаршилиқ кучи ва қуввати аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиқ коэффициенти 0,25 Н с²/м⁴. Миделев қисмининг юзи 2,3 м².

Масаланинг ечилиши. Ҳавонинг қаршилиқ кучи

$$P_{\omega} = k_{\omega} \cdot F_{\omega} \cdot v_a^2 \text{ Н ,}$$

10 м/с тезликда

$$P_{\omega} = 0,25 \cdot 2,3 \cdot 100 = 57,5 \text{ Н ,}$$

20 м/с тезликда

$$P_{\omega} = 0,25 \cdot 2,3 \cdot 400 = 230 \text{ Н .}$$

Ҳаво қаршилигини енгиш учун сарфланадиган қувват:

$$N_{\omega} = \frac{P_{\omega} \cdot v_a}{1000} \text{ кВт,}$$

10 м/с тезликда

$$N_{\omega} = \frac{57,5 \cdot 10}{1000} = 0,575 \text{ кВт,}$$

20 м/с тезликда

$$N_{\omega} = \frac{230 \cdot 20}{1000} = 4,6 \text{ кВт.}$$

1.10-масала. Автомобилнинг етакчи гилдиракларидан биридаги етакловчи момент 8800 Н·м га тенг. Агар автомобилнинг етакчи гилдираклари шатаксирамасдан, 41 айл/мин частота билан айланадиган бўлса, унинг текис ҳаракатланишида двигателнинг қуввати топилисн. Трансмиссиянинг ФИК 0,9 га тенг.

Масаланинг ечилиши. Етакчи гилдиракларга бериладиган қувват

$$N_{\Pi} = N_e \cdot \eta_{TP} = \frac{P_{\Pi} \cdot v_a}{3600} \text{ кВт.}$$

Уринма тортиш кучини қуйидагича топиш мумкин, Н:

$$P_{\Pi} = \frac{2 \cdot M_{\Pi}}{r_{\Pi}} .$$

Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги, км/соат:

$$v_a = 0,377 \cdot r_{\Pi} \cdot n_{\Pi} .$$

Қувват тенгламасига уринма тортиш кучи ва ҳаракатланиш

тезлигини қўйиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$N_e \cdot \eta_{TP} = 0,377 \cdot \frac{2 \cdot M_u \cdot n_u}{3600}$$

Двигателнинг қуввати

$$N_e = 0,377 \cdot \frac{2 \cdot M_u \cdot n_u}{3600 \cdot \eta_{TP}} = 0,377 \cdot \frac{8800 \cdot 41}{3600 \cdot 0,9} = 84 \text{ кВт.}$$

1.11-масала. Агар узатмалар қутисининг узатиш сони 6,4; 3,09; 1,69; 1,0 га; асосий узатманики 6,6 га, гилдирак радиуси 0,44 м га тенг бўлса, тирсакли валнинг 2000 айл/мин айланиш частотасида автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги ҳисоблансин.

Масаланинг ечилиши. Трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{TP} = i_u \cdot i_o;$$

биринчи узатманики

$$i_{TP1} = 6,04 \cdot 6,67 = 40,29;$$

иккинчи узатманики

$$i_{TP2} = 3,09 \cdot 6,67 = 20,61;$$

учинчи узатманики

$$i_{TP3} = 1,69 \cdot 6,67 = 11,27;$$

тўртинчи узатманики

$$i_{TP4} = 1 \cdot 6,67 = 6,67.$$

Гилдиракларнинг айланиш частотаси, айл/мин:

$$n_u = \frac{n_a}{i_{TP}};$$

биринчи узатманики

$$n_{u1} = \frac{2000}{40,29} = 49,64 \text{ айл / мин};$$

иккинчи узатманики

$$n_{u2} = \frac{2000}{20,61} = 97,04 \text{ айл / мин};$$

учинчи узатманики

$$n_{u3} = \frac{2000}{11,27} = 177,46 \text{ айл / мин};$$

тўртинчи узатманики

$$n_{u4} = \frac{2000}{6,67} = 299,85 \text{ айл / мин}.$$

Гилдирак айланаси узунлиги

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r_{\text{ц}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,44 = 2,76 \text{ м}.$$

Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги:

$$v_a = \frac{S \cdot n_{\text{ц}}}{60} \text{ м/с};$$

биринчи узатмада

$$v_{a1} = \frac{2,76 \cdot 49,64}{60} = 2,28 \text{ м/с};$$

иккинчи узатмада

$$v_{a2} = \frac{2,76 \cdot 97,04}{60} = 4,46 \text{ м/с};$$

учинчи узатмада

$$v_{a3} = \frac{2,76 \cdot 177,46}{60} = 8,16 \text{ м/с};$$

тўртинчи узатмада

$$v_{a4} = \frac{2,76 \cdot 299,85}{60} = 13,79 \text{ м/с}.$$

1.12-масала. Дроссел копкоғи тўла очилгани ҳолда, ғилдирашга қаршилик коэффиценти 0,025 билан тавсифланадиган йўлнинг горизонтал қисмида ҳаракатланаётган автомобилнинг максимал ҳаракатланиш тезлиги топилин. Бунда илгарилама тезланиш учун фойдаланиш мумкин бўлган тортиш кучи катталиги W_a га тенг. Автомобилнинг оғирлиги 48 кН, ҳавонинг қаршилик кoeffициенти $2,6 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи 1,7 кН га тенг.

Масаланинг ечилиши. Етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи куйидаги ифодадан топилиши мумкин

$$P_{\text{ц}} = P_f + P_{\omega} = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 \text{ Н}.$$

Бундан автомобилнинг ҳаракат тезлиги

$$v_a = \sqrt{\frac{P_{\text{ц}} - f \cdot G_a}{W_a}} = \sqrt{\frac{1700 - 0,025 \cdot 48000}{2,6}} = 13,87 \text{ м/с}.$$

1.13-масала. Автомобил 54 кН тўла оғирлиги билан ғилдирашга қаршилик коэффиценти 0,25 га тенг бўлган йўлнинг горизонтал участкасида текис ҳаракатланмоқда. Агар етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи 1,59 дан 1,89 кН гача ўзгарса, автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги неча марта ўзгаради?

Масаланинг ечилиши. Ушбу ҳол учун етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи куйидаги ифодадан топилади

$$P_u = P_f + P_w = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 H.$$

$P_u = 1,59 \text{ кН}$ бўлган биринчи ҳол учун:

$$1590 = 0,025 \cdot 54000 + W_a \cdot v_{a1}^2$$

ёки

$$W_a \cdot v_{a1}^2 = 240 \text{ Н}.$$

$P_u = 1,89 \text{ кН}$ бўлган иккинчи ҳол учун

$$1890 = 0,025 \cdot 54000 + W_a \cdot v_{a2}^2$$

ёки

$$W_a \cdot v_{a2}^2 = 540 \text{ Н}.$$

Куйидаги нисбатни оламир

$$\frac{W_a \cdot v_{a2}^2}{W_a \cdot v_{a1}^2} = \frac{540}{240} = 2,25$$

ёки

$$\frac{v_{a2}}{v_{a1}} = \sqrt{2,25} = 1,5.$$

яъни тезлик 1,5 марта ортади.

1.14-масала. 17,9 кН га тенг тўла юклагани билан автомобилнинг тўғри узатмада 17,7 м/с тезлик билан ҳаракатланишидаги динамик омили аниқлансин, уринма тортиш кучи 2,12 кН га тенг. Ҳавонинг қаршилик коэффициенти 0,25 Н·с²/м⁴; мидалев кесимининг юзи 2,3 м². Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,1 га тенг бўлса, ушбу автомобилнинг ҳаракатланиш имконияти борлиги аниқлансин. Автомобил базаси 2,8 м, массалар марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,46 м.

Масаланинг ечилиши. Тортиш шароитлари бўйича динамик оми

$$D = \frac{P_u - P_w}{G_a} = \frac{P_u - K_w \cdot F_w \cdot v_a^2}{G_a} = \frac{2102 - 0,025 \cdot 2,3 \cdot 17,7^2}{17900} = 0,109.$$

Етакчи гилдиракларга тўғри келадиган оғирлик:

$$G_{a2} = \frac{G_a \cdot \alpha}{L} = \frac{17900 \cdot 1,46}{2,8} = 9334 \text{ Н}.$$

Етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашиши бўйича динамик оми:

$$D_{uz} = \varphi \cdot \frac{G_{a2}}{G_a} = 0,1 \cdot \frac{9334}{17900} = 0,052.$$

Автомобилнинг тўхтовсиз ҳаракатланиш шarti $D_{uz} > D$.

$D_{uz} = 0,052 < D = 0,109$ бўлганлигидан етакчи ғилдираклар шоксизланиши сабабли автомобилнинг кўрсатилган тезликда ҳаракатланишининг иложи йўқ.

1.15-масала. Юкланган автомобил ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлган йўлнинг асфалтланган участкасида текинсиз тезлик билан ва бурчаги 5° бўлган кўтарилишга қараб ҳаракатланишмоқда. Автомобилнинг динамик омили топилинсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг текис ҳаракатида динамик омил йўл қаршилиги коэффициентига тенг

$$D = \psi.$$

Йўл қаршилиги коэффициенти қуйидаги ифодадан топилиши мумкин

$$\psi = D = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha = 0,02 \cdot \cos 5^\circ + \sin 5^\circ = 0,11.$$

1.16-масала. 82,5 кН оғирликдаги тўла юкланган автомобилнинг ғилдирашга қаршилик кучи йўлнинг горизонтал участкасида 1,77 кН га тенг. Ғилдирашга қаршилик коэффициенти аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланишда ғилдирашга қаршилик кучи

$$P_{\text{ц}} = P_f = f \cdot G_a.$$

Бинобарин,

$$f = \frac{P_f}{G_a} = \frac{1770}{82500} = 0,02.$$

1.17-масала. Юк автомобили етакчи ғилдиракларининг айланиш коэффициенти аниқлансин, автомобилнинг реал тезлиги двигател тирсақли валининг бурчак тезлиги 150 с^{-1} бўлганида 10 м/с га тенг. Узатиш сонлари: узатмаларни алмашлаб қўйиш кутисиники 0,81; асосий узатманики 7,22. Ғилдиракларнинг ғилдираш радиуси 0,5 м.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги (км/соат) двигател тирсақли валининг бурчак тезлиги 150 с^{-1} да қуйидагича бўлиши керак

$$v_{a1} = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_{\text{ц}}}{i_{\text{ТР}}},$$

бу ерда n_e - двигател тирсақли валининг айланиш частотаси,

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} = \frac{30 \cdot 150}{3,14} = 1433 \text{ айл / мин};$$

i_{TP} - трансмиссиянинг узатиш сони,

$$i_{TP} = i_u \cdot i_o = 0,81 \cdot 7,22 = 5,85.$$

Бинобарин, ҳаракатланиш тезлиги

$$v_{a1} = 0,377 \cdot \frac{1433 \cdot 0,5}{5,85} = 46,17 \text{ км / соат}$$

ёки

$$v_{a1} = \frac{46,17}{3,6} = 12,83 \text{ м / с}.$$

Сирпаниш коэффициенти

$$\delta = \frac{v_{a1} - v_a}{v_{a1}} = \frac{12,83 - 10}{12,83} = 0,22.$$

1.18-масала. Статик радиуси 0,31 м бўлган, нормал куч 8,6 кН билан юкланган ғилдирак ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,25 бўлган намиққан грунт йўлда ғилдираб кетмоқда. Ғилдирак, агар кўрсатилган йўл шароитларида, илашиш шартлари бўйича, 0,4 кН·м моментни узата олса, унинг ҳаракатланиш имконияти аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Юкланган ғилдиракнинг ғилдирашга қаршилик кучи

$$P_u = f \cdot G_{a2} = 0,025 \cdot 8600 = 2150 \text{ Н}.$$

Худди шу ғилдиракнинг ғилдирашга қаршилик momenti

$$M_u = P_u \cdot r_u = 2150 \cdot 0,31 = 666,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$M_u = 666,5 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_{\text{к}} = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$ бўлганлигидан ғилдирак ҳаракатлана олмайди.

1.19-масала. Оғирлиги 79 кН бўлган автомобил горизонтал йўлда ҳаракатланаётганда унинг ғилдирашга қаршилик кучи 1,94 кН га тенг. Автомобил қиялиги 25% бўлган кўтарилишга қараб ҳаракатланганида йўлнинг қаршилик коэффициенти қанчага тенг?

Масаланинг ечилиши. Горизонтал йўлда ҳаракатланишда ғилдирашга қаршилик кучи, Н:

$$P_u = f \cdot G_a,$$

бундан

$$f = \frac{P_u}{G_a} = \frac{1940}{79000} = 0,025.$$

кўтарилишга қараб ҳаракатланишда йўлнинг қаршилик коэффициенти

$$\psi = f + i = 0,025 + 0,25 = 0,275 .$$

1.20-масала. Енгил автомобилни йўл шаронтларида синаб ўқишларда синов йўлининг айнан битта горизонтал участкасида 2 марта 5 ва 15 м/с тезликлар билан юргизиб кўрилган. Ҳаракатланиш вақтида узатмалар қутисининг иккинчи валидаги буровчи моментларнинг катталиги ёзиб олинган эди, улар юқорида кўрсатилган тезликларда текис ҳаракатланишда 17,52 ва 25,93 Н·м ни ташкил этди. Автомобилнинг суйриланиш омили ва ғилдирашга қаршилик коэффиценти аниқлансин. Асосий узатманинг узатиш сонини 3,9; трансмиссиянинг ФИК 0,96; ғилдиракларнинг динамик радиуси 0,29 м; автомобилнинг оғирлиги 14,45 кН.

Масаланинг ечилиши. Кичик (14 м/с дан кам) тезликларда ҳаракатланишда

$$P_u = f \cdot G_a \cdot H .$$

Уринма тортиш кучи

$$P_u = \frac{M_u}{r_u} = \frac{M_u \cdot i_0 \cdot \eta_{TP}}{r_u} = \frac{17,52 \cdot 3,9 \cdot 0,96}{0,29} = 226 \text{ Н} ,$$

бундан

$$f = \frac{P_u}{G_a} = \frac{226,2}{14450} = 0,016 .$$

Катта (14 м/с дан ортик) тезликларда ҳаракатланишда

$$P'_u = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 \text{ Н} .$$

Уринма тортиш кучи

$$P'_u = \frac{M'_u}{r_u} = \frac{M'_u \cdot i_0 \cdot \eta_{TP}}{r_u} = \frac{25,93 \cdot 3,9 \cdot 0,96}{0,29} = 335 \text{ Н} .$$

Уринма тортиш кучи йўлнинг қаршилиги шартларидан

$$P'_u = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 \text{ Н} .$$

Бундан суйриланувчанлик омили (фактор обтекаемости)

$$W_a = \frac{P'_u - G_a \cdot f}{v_a^2} = \frac{335 - 14450 \cdot 0,016}{15^2} = 0,484 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2 .$$

1.21-масала. Агар двигател тирсакли валининг бурчак тезланиши 50 с⁻² бўлса, енгил автомобилнинг иккинчи узатмадаги тезланиши нимага тенг? Узатиш сонлари: асосий узатманики 4,3; ўртақмалар қутиси иккинчи узатмасиники 2,3. Ғилдиракнинг радиуси 0,278 м.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг тезланиши

$$j = \frac{\omega_u \cdot r_u}{i_u \cdot i_0} = \frac{50 \cdot 0,278}{2,3 \cdot 4,3} = 1,41 \text{ м/с}^2.$$

1.22-масала. Автобус учинчи узатмада 0,64 м/с тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Агар двигател тирсакли валининг бурчак тезланиши 15,74 с⁻²; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутиси учинчи узатмасининг узатиш сони 1,71; шиналар ўлчами 240-508, шинанинг деформация коэффициентини 0,88; шина профилининг баландлиги унинг энига тенг бўлса, автобус асосий узатмасининг узатиш сони топилсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобил гилдирагининг радиуси $r_u = (0,5 \cdot d_{ш} + b_{ш}) \cdot \lambda_{ш} = (0,5 \cdot 0,508 + 0,204) \cdot 0,88 = 0,434 \text{ м}$; автомобилнинг тезланиши

$$j = \frac{\omega_u \cdot r_u}{i_u \cdot i_0} \text{ м/с}^2,$$

бундан асосий узатманинг узатиш сони

$$i_0 = \frac{\omega_u \cdot r_u}{j \cdot i_u} = \frac{15,74 \cdot 0,434}{1,71 \cdot 0,64} = 6,24.$$

1.23-масала. Оғирлиги 27,1 кН бўлган автобус гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 бўлган йўлда 20 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Бунда етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 2,48 кН га тенг. Суйриланувчанлик омили 1,28 Н·с²/м⁴. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,06. Автомобилнинг тезланиши топилсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобил ҳосил қиладиган уринма тортиш кучи, Н:

$$P_u = P_f + P_\omega + P_j.$$

Гилдирашга қаршилик кучи

$$P_u = f \cdot G_a = 0,02 \cdot 27100 = 542 \text{ Н}.$$

Ҳавонинг қаршилик кучи

$$P_\omega = W_a \cdot v_a^2 = 1,28 \cdot 20^2 = 512 \text{ Н}.$$

Инерциянинг қаршилик кучи

$$P_j = \delta \cdot \frac{G_a}{g} \cdot j = 1,06 \cdot \frac{27100}{10} \cdot j = 2873 \cdot j \text{ Н}.$$

Бинобарин, куч баланси тенгламасидан тезланиш қуйидагига тенг бўлади:

$$j = \frac{P_u - P_f - P_a}{\delta \cdot \frac{G_a}{g}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

1.24-масала. Оғирлиги 160 кН бўлган автомобил қиялиги 0,06 бўлган кўтарилишда ҳаракатланмоқда. Ғилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025. Двигател 587 Н·м га тенг момент ҳосил қилади. Узатиш сонлари: асосий узатманики 7,78; узатмаларни қамаштириб қўшиш қутиси биринчи узатмасиники 7,73; иккинчи узатмасиники 5,52. Трансмиссиянинг ФИК 0,88. Ғилдирақларнинг динамик радиуси 0,535 м. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини: биринчи узатмада 3,32; иккинчи узатмада 2,20. Биринчи ва иккинчи узатмалардаги тезланиш аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

Масаланинг ечилиши. Куч баланси тенгламаси

$$P_u = P_f + P_l + P_j = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha + \delta \cdot \frac{G_a}{g} \cdot j \text{ Н}.$$

Уринма тортиш кучини қуйидагича топиш мумкин:

$$P_u = \frac{M_u}{r_u} = \frac{M_a \cdot i_u \cdot i_o \cdot \eta_{TP}}{r_u} \text{ Н}.$$

Биринчи узатма учун

$$P_u = \frac{587 \cdot 7,73 \cdot 7,78 \cdot 0,88}{0,535} = 58067 \text{ Н},$$

иккинчи узатма учун

$$P_u = \frac{587 \cdot 5,52 \cdot 7,78 \cdot 0,88}{0,535} = 41465 \text{ Н}.$$

Берилган $\text{tg } \alpha = 0,06$ қиялик шартидан-кўтарилиш бурчаги

$$\alpha = \arctg 0,06 = 3^\circ 30'.$$

Биринчи узатма учун тезланиш, Н:

$$P_j = 3,32 \cdot \frac{160000}{10} \cdot j = 53120 \cdot j,$$

иккинчи узатма учун

$$P_j = 2,2 \cdot \frac{160000}{10} \cdot j = 53120 \cdot j.$$

Куч баланси тенгламасидан инерция кучи м/с^2

$$j = \frac{P_u - P_f - P_\omega}{\delta \cdot \frac{G_a}{g}};$$

биринчи узатма учун

$$j = \frac{58067 - 3992 - 9760}{53120} = 0,834 \text{ м/с}^2;$$

иккинчи узатма учун

$$j = \frac{41465 - 3992 - 9760}{35200} = 0,8 \text{ м/с}^2.$$

1.25-масала. Массаси 7400 кг бўлган юкланган автомобил биринчи ва тўртинчи узатмаларда, илашиш муфтаси уланган ва узилган ҳолда ҳаракатланганда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти аниқлансин. Ҳаракатланишда трансмиссиянинг узатиш сонлари: биринчи узатмада 44,3; тўртинчи узатмада 6,83. Трансмиссиянинг ФИК 0,9. Гилдиракларнинг ўлчамлари: тўгин (обод)ининг диаметри 20 дюйм, шина профилининг баландлиги 8,25 дюйм, шиналарнинг деформация коэффициенти 0,93. Двигател айланувчи қисмларининг инерция моментлари 0,28 кг·м², гилдиракларники 83,7 кг·м².

Масаланинг ечилиши. Гилдиракларнинг думалаш радиуси $r_u = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot d_w + b_w) \cdot \lambda_w = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot 20 + 8,25) \cdot 0,93 = 0,43 \text{ м}$.

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти:

а) илашиш муфтаси уланганида

$$\delta_{a\dot{a}1} = 1 + \frac{j_{\text{ДВ}} \cdot i_{\text{ТР}}^2 \cdot \eta_{\text{ТР}} + \sum j_u}{m_a \cdot r_u^2};$$

биринчи узатмада ҳаракатланганда

$$\delta_{a\dot{a}1} = 1 + \frac{0,28 \cdot 44,3^2 \cdot 0,9 + 83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,42;$$

тўртинчи узатмада ҳаракатланганда

$$\delta_{a\dot{a}4} = 1 + \frac{0,28 \cdot 6,83^2 \cdot 0,9 + 83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,07;$$

б) илашиш муфтаси узиб қўйилганида

$$\delta_{a\dot{a}1} = 1 + \frac{\sum j_u}{m_a \cdot r_u^2};$$

$$\delta_{a\dot{a}1} = \delta_{a\dot{a}4} = 1 + \frac{83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,06.$$

1,26-мисали. Узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисининг биринчи узатмасида айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти тўғри узатмадагига қараганда неча фоиз катта бўлади? Автомобилнинг массаси 7400 кг; двигател айланувчи шестларнинг инерция моменти $0,55 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; ҳамма гилдираклар-нинг йиғинди инерция моменти $53,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 6,88; гилдиракларнинг радиуси 0,465 м. Узатиш сонлари: асосий узатмаси 6,83; узатмаларни, алмашлаб қўшиш қутиси биринчи узатмасида 6,55.

Масаланинг ечилиши. Трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{TP} = i_u \cdot i_o;$$

узатмаларни алмашлаб қўшиш қутиси биринчи узатмаси асосида

$$i_{TP1} = 6,65 \cdot 6,83 = 44,67;$$

узатмаларни алмашлаб қўшиш қутиси тўртинчи узатмаси асосида

$$i_{TP4} = 1,0 \cdot 6,83 = 6,83.$$

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти

$$\delta_{\text{айт}} = 1 + \frac{J_{\text{дв}} \cdot i_{TP}^2 \cdot \eta_{TP} + \sum J_u}{m_o \cdot r_u^2};$$

узатмалар қутисининг биринчи узатмасида ҳаракатланганда

$$\delta_{\text{айт1}} = 1 + \frac{0,55 \cdot 44,67^2 \cdot 0,88 + 53,2}{7400 \cdot 0,465^2} = 1,64;$$

узатмалар қутисининг тўртинчи узатмасида ҳаракатланганда

$$\delta_{\text{айт4}} = 1 + \frac{0,55 \cdot 6,83^2 \cdot 0,88 + 53,2}{7400 \cdot 0,465^2} = 1,05;$$

айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентининг ўзгариши

$$\frac{\delta_{\text{айт1}} - \delta_{\text{айт4}}}{\delta_{\text{айт4}}} \cdot 100\% = \frac{1,64 - 1,05}{1,05} \cdot 100\% = 56,2\%.$$

1,27-мисали. Автомобил бурчаги $3^\circ 30'$ га тенг кўтарилишда 10 км/соат тезлик билан ҳаракатланётганда кўтарилишга қаршилиқ кучи ва қуввати аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 17,9 кН.

Масаланинг ечилиши. Ҳар қандай тезликда кўтарилишга қаршилиқ кучи

$$P_i = G_a \cdot \sin \alpha = 17900 \cdot 0,06 = 1074 \text{ Н}.$$

Тезлик 36 км/соат бўлганда кўтарилишга қаршилиқ қуввати

$$N_i = \frac{P_i \cdot v_0}{3,6 \cdot 1000} = \frac{1074 \cdot 36}{3,6 \cdot 1000} = 10,7 \text{ кВт.}$$

1.28-масала. Автомобил олдиндан шиғов олиб, гилдирашқа қаршилиқ коэффициенти 0,025 билан тавсифланадиган йўлда 200 метр узунликдаги кўтарилишни енгиб ўтади. Агар кўтарилиш бошланишда автомобилнинг тезлиги 25 м/с, критик тезлик 8,5 м/с, максимал динамик омил тўғри узатмада 0,089, айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,07 бўлса, кўтарилишнинг чегаравий бурчаги аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Шиғов олиб ҳаракатланаётган автомобиль енгиб ўтадиган чегаравий кўтарилиш бурчаги:

$$i_{\text{чег}} = i_{\text{мах}} + i_{\text{кун}},$$

бу ерда $i_{\text{мах}}$ - автомобиль текис ҳаракатланганида максимал кўтарилиш,

$$i_{\text{мах}} = D_{\text{мах}} - f = 0,089 - 0,025 = 0,064;$$

$i_{\text{кун}}$ - шиғов ҳисобига автомобиль енгиб ўтадиган қўшимча кўтарилиш,

$$i_{\text{кун}} = \frac{\delta \cdot (v_n^2 - v_k^2)}{2 \cdot g \cdot S} = \frac{1,07 \cdot (25^2 - 8,5^2)}{2 \cdot 9,81 \cdot 200} = 0,151;$$

чегаравий кўтарилиш куйидагига тенг бўлади

$$i_{\text{чег}} = 0,064 + 0,151 = 0,215 \text{ или } \alpha_{\text{чег}} = 13,8^\circ.$$

1.29-масала. Автомобил гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,02 билан тавсифланадиган йўлда тўғри узатмада 70 км/соат тезлик билан текис ҳаракатланаётганда қандай максимал кўтарилиш бурчагини енгиб ўтиши аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлиги 1500 Н; етакчи гилдирақларидаги тортиш кучи 1390 Н; суйриланувчанлик омили 1,3 Н·с²/м².

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг куч баланси тенгламасидан

$$P_{\text{ц}} = P_f + P_i + P_{\omega},$$

ёки ёйилган ҳолда

$$P_{\text{ц}} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha + k_{\omega} \cdot F_{\omega} \cdot v_a^2.$$

Бундан

$$\sin \alpha = \frac{P_{\text{ц}}}{G_a} - f \cdot \cos \alpha - \frac{k_{\omega} \cdot F_{\omega} \cdot v_a^2}{G_a},$$

бурчаклар кичик бўлганда $\cos \alpha \approx 1$ деб қабул қиламиз.

Ҳаракатланиш тезлиги

$$v_a = \frac{70 \cdot 1000}{3600} = 19,44 \text{ м/с.}$$

У ҳолда

$$\sin \alpha = \frac{1390}{15000} - 0,02 - \frac{1,3 \cdot 19,44}{15000} = 0,04,$$

Шинабурни $\alpha = 2,55^\circ$.

1.30 масала. Шинасининг ўлчами 260-508 бўлган гилдирак шинасининг йўлга тегиб турмаганда ўлчанган узунлиги 3,228 м. Шина профилсининг унинг ёнига нисбатининг қийматлари 1) 0,9; 2) 1,0; 3) 1,17 бўлганда гилдиракнинг ўлчаш йўли билан олинган радиуси ҳисоблаб топилган қийматларидан неча фоизга фарк килади?

1.31 масала. 175/70R13 шинали гилдиракнинг эркин ва статик радиустари топилсин. Шина вертикал деформациясининг коэффициенти 0,82.

1.32 масала. 1600×600×685 ўлчамли кенг профилли шинали гилдиракнинг динамик радиуси вертикал деформация коэффициенти 0,84 га тенг бўлганда аниқлансин.

1.33 масала. 300-508P шинали юк автомобилининг гилдираги 10 шиналида 31,4 метр йўлни босиб ўтди. Гилдиракнинг гилдираш радиуси аниқлансин. Синашларда олинган думалаш радиуси ҳисоблаб топилган радиусдан неча фоиз фарк килади? Статик радиуси 0,605 м.

1.34 масала. Олдинги (1.5) масала шартидан фойдаланиб, шинанинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5 бўлганида орқа гилдиракларга таъсир қиладиган реакция кучларининг ўзгариш коэффициенти катталиги қандай ўзгариши аниқлансин.

1.35 масала. Олдинги (1.5) масала шартидан фойдаланиб, орқа гилдиракка таъсир қилувчи реакция кучлари катталиги автомобил бурчига $11^\circ 20'$ бўлган кўтарилишда ҳаракатланган ҳолда қандай ўзгариш аниқлансин.

1.36 масала. Автомобил илашиш коэффициенти 0,6 билан ҳаракатланган йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланганда реакция кучларининг ўзгариш коэффициентлари топилсин.

Ҳисоблашда статик ҳолатда олдинги ўққа тушадиган оғирлик 18000 Н, оғирлик марказининг баландлиги 1,0 м, автомобил базаси 3,3 м деб қабул қилинсин.

1.37 масала. Тўла юкланган автомобил асфалкт йўлнинг горизонтал участкасида текис тезлик билан, шиналарнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7 бўлганда ҳаракатланишида

йўлнинг гилдиракларга нормал реакциялари аниқлансин. Ҳисоблашда куйидагилар қабул қилинсин: автомобилнинг тўла оғирлиги 95250 Н; базаси 3,8 м; орқа гилдираклар ўқигача бўлган масофа 1,8 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м.

1.38-масала. Автобус йўлнинг горизонтал участкасида 6,0 м/с тезликда ва 1,0 м/с² тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Автобуснинг оғирлиги 108,8 кН. Массаларнинг марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 2,75 м; орқа ўқкача бўлган масофа 1,45 м, йўл сиртигача 1,5 м. Ҳавонинг қаршилик коэффиценти 0,37 Н·с²/м⁴. Миделев кесимининг юзи 6,6 м². Елканлик марказининг баландлиги 1,7 м. Гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,02. Гилдиракларнинг радиуси 0,5м. Автобуснинг олдинги ва орқа гилдиракларига таъсир қилувчи нормал реакциялар ҳисоблансин.

1.39-масала. 80 одам сиғадиган шаҳар автобусининг тўла оғирлиги аниқлансин. Шайланган юкдан фойдаланиш коэффиценти 450 Н/одам. Йўловчининг оғирлиги 750 Н; битта йўловчи багажининг оғирлиги 50 Н.

1.40-масала. Агар шайланмаган автобуснинг оғирлиги 12450 Н, шайлаш оғирлиги 1000 Н, қуйилган ёнилги оғирлиги шайланмаган автобус оғирлигининг 10 фоизини ташкил этса, одамнинг оғирлиги 750 Н; йўловчи багажининг оғирлиги 100 Н бўлса, беш ўринли енгил автомобилнинг тўла оғирлиги қанчага тенг?

1.41-масала. Агар автомобилнинг базаси 6,25 м, массаларнинг марказидан тўла юкламали автомобилнинг олдинги ўқигача бўлган масофа 5 м, шайланган ҳолатида 3,71 м бўлса, автомобилнинг тўла оғирлиги ва шайланган ҳолатидаги оғирлигининг ўқлар бўйича тақсимланиши фоиз ҳисобида аниқлансин.

1.42-масала. Автобус 1,6° бурчакли қияликда 16,3 м/с га тенг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиб кетмоқда, гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,02; суйриланувчанлик омили 2,4 Н·с²/м². Автомобилнинг оғирлиги аниқлансин.

1.43-масала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,02 билан тавсифланадиган йўлда бирор ўзгармас тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,025 билан тавсифланадиган йўлда, биринчи ҳолдаги каби тезлик билан ҳаракатлана олиши учун автомобилнинг оғирлигини қандай ўзгартириш керак. Ҳар икки ҳолда двигател ҳосил қиладиган қувват бир хил.

1.44-масала. Енгил автомобил асосий узатмасининг узатиш сони 4,1. Гилдиракнинг радиуси 0,315 м. Автомобилга радиуси 0,295 м бўлган шина ўрнатилгандан кейин унинг максимал тезлиги

Ҳаракатини учун асосий узатманинг узатиш сони қандай бўлиши

1.48-масала. Тўла юкланган, оғирлиги 54 кН бўлган автомобил кўтарилишга эга бўлган, гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 билан тавсифланадиган йўлда 36 км/соат тезлик билан ҳаракатланиши учун зарур бўлган тортиш кучи канчага тенг бўлиши ҳисоблансин.

1.49-масала. Етакчи гилдирак унга 1,0 кН·м буровчи момент таъсирини таъсис қилдирайди. Гилдиракка таъсирдиган нормал кучга 12,25 кН. Нормал реакциянинг силжиш елкаси 8,8 мм. Гилдирагининг статик радиуси 0,44 м. Гилдирак ҳосил қиладиган тортиш кучи аниқлансин.

1.50-масала. Статик радиуси 0,31 м бўлган, нормал куч 8,6 кН билан юкланган гилдирак гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,25 билан тавсифланадиган бўккан грунт йўлда гилдираб кетмоқда. Агар гилдирагининг шартин бўйича у максимал 0,4 кН·м моментни бера олса, асосий йўл шароитларида ҳаракатланиш имконияти борлиги аниқлансин.

1.51-масала. Автобус 85 км/соат тезлик билан ҳаракатланиб кетмоқда. Бунда двигател 97,1 кВт қувват ҳосил қилади. Автобуснинг ФИК 0,86. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи аниқлансин.

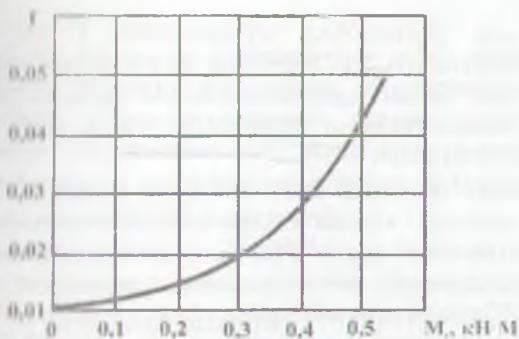
1.52-масала. Гилдирагининг формуласи 4×2 бўлган автобус кўтарилиш тезлигини $2,9 \text{ м/с}^2$ билан шигов олади. Автобуснинг оғирлиги 78 кН. Массалар марказидан олд ўқкача бўлган масофа 1,44 м, олд ўқкача 1,16 м, йўл сиртигача 1,5 м. Агар гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,67 га тенг бўлса, етакчи гилдираклардаги масимал тортиш кучи аниқлансин.

1.53-масала. Оғирлиги 20 кН бўлган автомобил бурчаги $3,5^\circ$ бўлган қўлликдан 72 км/соат текис тезлик билан гилдираб кетмоқда. Ҳдпо қаршилиги омилининг катталиги топилсин.

1.54-масала. Автомобил йўлнинг горизонтал участкасида 10 м/с^2 тезлик билан текис ҳаракатланмоқда. Етакчи гилдиракларга таъсирдиган қувват 18,4 кВт га тенг. Суйриланиш омили $2,7 \text{ Н/м}^2$. Автомобилнинг гилдирашга қаршилик кучи аниқлансин.

1.55-масала. 54 кН оғирлик билан тўла юкланган автомобилнинг гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025 билан тавсифланадиган қуруқ грунт йўлда бурчаги 14° бўлган кўтарилишга ҳаракатланишида қаршилик кучи аниқлансин.

1.56-масала. Автомобил тўғри узатмада, двигател тирсакли машинанинг 1700 ва 2700 айл/мин га тенг айланиш частоталарида ҳаракатланишида ҳавонинг қаршилик кучи ҳисоблансин. Асосий



3-расм. Гилдирашга қаршилик коэффициентининг гилдиракка берилган моментга боғлиқлиги

1.80-масала. Тўла массаси 1445 кг бўлган енгил автомобил Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,025 ва илашиш коэффициенти 0,7 бўлган йўлда максимал 40 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг етакчи орқа ўқиға статик ҳолатда тўла массанинг 33,6% туғри келади. Йўл билан илашиш шартлари бўйича етакчи гилдираклардан тортиш кучи ҳисоблансин. Сўйрилик коэффициенти $\mu = 0,11$ м²/с², миделев кесимининг юзи 1,78 м², елканлик марказининг баландлиги 0,6м, гилдирак-ларнинг динамик радиуси 0,3 м; база 2,8 м.

1.80-масала. Карбюратор двигатели автомобилнинг етакчи гилдиракларига тирсакли валнинг 1600, 2400 ва 2800 айл/мин га тенг айланиш частоталарида бериладиган қувват аниқлансин. Двигатель тирсакли валнинг 3200 айл/мин га тенг айланиш частотасида максимал, 58,8 кВт қувват ҳосил қилади. Механикавий фойдалан 0,9 га тенг қилиб қабул қилинсин. Ҳисоблашларда 1.80-масаланинг қуйидаги формуласидан фойдаланилсин.

$$N_s = N_{s, \max} \cdot \left(\frac{n}{n_{\max}} + \frac{n^2}{n_{\max}^2} - \frac{n^3}{n_{\max}^3} \right),$$

бу ерда N_s - двигательнинг тирсакли валнинг айланиш n , айл/мин га тенг частотасида ҳосил қиладиган қуввати.

1.60-масала. Тўла оғирлиги 54 кН бўлган автомобилнинг Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 га тенг йўлнинг горизонтал участкасида 50 км/соат ўзгармас тезлик билан ҳаракат қилганда сирф қиладиган қуввати ҳисоблансин.

1.61-масала. Автомобилнинг тезлиги 50 дан 63 км/соат гача оғшеъ, авто қаршилигини енгитиш учун зарур бўлган қувват қандай бўлишини аниқлансин.

1.62-масала. Автомобил кўтарилиши 1° ва гилдирашига каршилиқ коэффициенти 0,025 бўлган йўл участкасида 40 км/соат ўзгармас тезлик билан ҳаракатланганида сарфлайдиган қуввати аниқлансин. Автомобилнинг тўла оғирлиги 81 кН. Сўйрилганушчанлик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

1.63-масала. Автомобил 54 кН тўла оғирлиги билан тўғри узатмада 40 км/соат тезлик билан ҳаракатланганида $0,245 \text{ м/с}^2$ тезланиш олиниши учун зарур бўлган қувват ҳисоблансин. Асосий узатманинг узатиш сони 6,67. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $\delta = 1,05 + 0,07v_{\text{м}}^2$ ифодадан топилсин.

1.64-масала. Тўла оғирлиги 54 кН бўлган автомобилнинг йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланиши учун зарур бўлган қувват тезлик 40 дан 60 км/соат гача ўзгарганида қувватнинг қандай ўзгариши аниқлансин. Гилдирашга каршилиқ коэффициентини 0,025.

1.65-масала. Тўла оғирлиги 54 кН бўлган автомобиль 36 км/соат тезлик билан кўтарилиш бурчаги 3° ва гилдирашга каршилиқ коэффициентини 0,02 бўлган йўлда текис ҳаракатланиши учун зарур бўлган қувватнинг қанчага тенглиги ҳисоблансин.

1.66-масала. Тўла юкланган 54 кН оғирликдаги автомобиль йўлнинг 0,025 га тенг каршилиқ кучи коэффициентини билан тавсифланадиган йўлда тўғри узатмада ҳаракатланмоқда. Бирор пайтда автомобиль 50 км/соат тезликда $0,15 \text{ м/с}^2$ тезланишга эга бўлади. Айни шароитларда автомобилнинг ҳаракатланиши учун зарур бўлган қувват топилсин. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,07 га тенг қилиб қабул қилинсин.

1.67-масала. Тўла юкланган 54 кН оғирликдаги автомобиль $1^\circ 50'$ бурчакли қияликда ҳаракатланмоқда. Гилдирашга каршилиқ коэффициентини 0,025. Автомобилнинг 65 км/соат тезлик билан равои ҳаракатланиши учун зарур бўлган двигател қуввати аниқлансин.

1.68-масала. Тўла юкланган 72,5 кН автомобилнинг учинчи узатмада трансмиссиянинг 11,69 га тенг узатиш сонисида кўтарилиш бурчаги 5° бўлган қуруқ грунт йўлда текис ҳаракатланишида йўл каршилиқининг кучи ва қуввати аниқлансин. Гилдирашга каршилиқ коэффициентини 0,025 га тенг қилиб қабул қилинсин. Двигател тирсакли валининг айланиш частотаси 3200 айл/мин.

1.69-масала. Автомобил учинчи узатмада 23 км/соат тезлик ва $0,35 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Двигателнинг қуввати 41 кВт, трансмиссиянинг ФИК 0,88. Узатмалар кутисининг узатиш сони 2,64, асосий узатманики 5,125. Двигател айланувчи қисмларининг инерция моменти $0,275 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, гилдиракларнинг статик радиуси 0,37 м. Автомобилнинг етакчи гилдиракларидаги қувват

аниклансин.

1.70-мисала. 18 м/с тезликда $0,6 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланиётган автомобилда stacks гилдиракларга 25,2 кВт қувват берилади. Гилдиракларнинг статик радиуси 0,3 м, трансмиссиянинг узатиш сони 4,22. Агар двигателнинг қуввати 28 кВт, унинг айланувчи қисмларининг инерция моменти $0,15 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ бўлса, трансмиссиянинг ФИК аниклансин.

1.71-мисала. Оғирлиги 14,27 кН бўлган автомобилнинг қиялиги 4% бўлган нишабликда ҳаракатланишида йўлнинг қаршилик кучи 0,18 кН га тенг. Агар автомобилнинг тезлиги 10 м/с бўлса, худди шу нишабликдаги йўлнинг кўтарилишдаги қаршилик кучи ва қуввати аниклансин.

1.72-мисала. Юк автомобили йўлнинг горизонтал участкасида 10 м/с тезлик билан ҳаракатланмокда. Агар ҳавонинг қаршилик коэффициенти 25% га ортиб, кучи ўзгармасдан қолса, унинг тезлиги қанча фарқга камади?

1.73-мисала. 13,5 кН оғирликдаги енгил автомобил 25 м/с тезлик билан гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлган горизонтал йўлда, шамол эсиб турганида ҳаракатланмокда. Агар ҳавонинг гилдиракларга 461 Н тортиш кучи берилаётган бўлса, автомобилнинг текис ҳаракатида шамолнинг йўналиши ва унинг тезлиги аниклансин. Сўйриланувчанлик омили (фактор айтелемаси) $0,49 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$.

1.74-мисала. Тула юкломали юк автомобили гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлган йўлда 16 м/с тезлик, $0,1 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмокда. Шайланган автомобилнинг оғирлиги 130 кН, юқининг оғирлиги 90 кН; сўйриланувчанлик омили $4,82 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$, айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,04. Трансмиссиянинг ФИК 0,8. Двигателнинг автомобил ҳаракатланиши учун зарур бўлган қуввати аниклансин.

1.75-мисала. Автомобил трансмиссиясининг узатиш сони 6,83 бўлган турпинчи узатмада, двигател тирсакли валининг номинал айланиш частотаси 3200 айл/мин га тенг бўлганда, ҳаракатланишдаги назарий тезлиги ҳисоблансин. Шиналарнинг ўлчамли түгүн (обод)нинг ўтказилиш диаметри 20 дюйм, профилнинг баландлиги 8,25 дюйм.

1.76-мисала. Ўтагонлиги юкори автомобилнинг минимал ва максимал ҳаракатланиш тезликлари аниклансин. Узатиш сонлари: дасвий уштаманики 8,9; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутиси айланиш ва бешинчи погоналариники 6,17 ва 0,78; қўшимча қутининг шест ва юкори узатмалариники 2,15 ва 1,3;

гилдиракларнинг гилдирашга радиуси 0,595 м; двигател тирсакли валининг минимал ва максимал бурчак тезликлари 105 ва 336 c^{-1} .

1.77-масала. Енгил автомобил, узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисидаги, тўғри узатмада 40 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Асосий узатманинг узатиш сони 4,1; шиналарнинг ўлчами 175/70R13; шиналар вертикал деформация коэффиценти 0,81. Двигател тирсакли валининг бурчак тезлиги аниқлансин.

1.78-масала. Енгил ва юк автомобиллари узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисидаги тўғри узатмада бир хил тезлик билан ҳаракатланмоқда. Гилдиракларнинг гилдираш радиуси 0,29 ва 0,538 м; асосий узатмаларнинг узатиш сони 4,125 ва 8,21 тегишлича. Қайси автомобилда двигател тирсакли валининг бурчак тезлиги юқори, неча фоиз юқори?

1.79-масала. Енгил автомобилнинг ҳаракат тезлиги узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисидаги тўртинчи узатмада 39,4 м/с. Максимал ҳаракат тезликларида биринчи, иккинчи, учинчи узатмаларда максимал ҳаракатланиш тезлиги ва двигател тирсакли валининг тегишли бурчак тезлиги ҳисоблансин. Узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисининг узатиш сони: биринчи узатманики - 3,49; иккинчиники - 2,04; учинчиники - 1,33; тўртинчиники - 1,0. Асосий узатманинг узатиш сони - 3,9. Гилдиракларнинг гилдираш радиуси - 0,29 м.

1.80-масала. Юк автомобили биринчи узатмада 7,2 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. Агар двигател тирсакли валининг айланиш частотаси 1800 айл/мин бўлса, гилдиракларнинг гилдираш радиуси топилсин. Узатиш сонлари: узатмалар қутисиники 6,55, асосий узатманики - 6,83.

1.81-масала. Юк автомобилнинг тезлиги двигателнинг тирсакли валининг бурчак тезлиги $150c^{-1}$ да 10 м/с бўлганида унинг етакчи гилдиракларининг сирпаниш коэффиценти аниқлансин. Узатиш сонлари узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники - 0,81; асосий узатманики - 7,22; гилдиракларнинг гилдираш радиуси - 0,5 м.

1.82-масала. Оғирлиги 27,1 кН бўлган автобус қаршилик коэффиценти 0,02 бўлган йўлда 20 м/с тезлик билан ҳаракатланишида етакчи гилдиракларда 2,48 кН тортиш кучи ҳосил қилади. Сўйриланувчанлик омили $1,28 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти 1,06. Автомобилнинг тезланиши топилсин.

1.83-масала. Тўла оғирлиги 325 кН бўлган алоҳида автопоездининг қаршилик коэффиценти 0,025 бўлган йўлдаги максимал ҳаракатланиш тезлиги аниқлансин. Етакчи

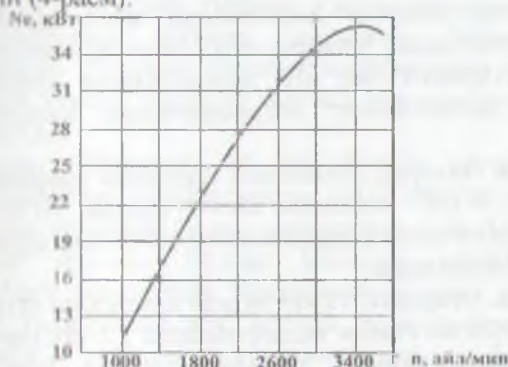
Гидрақлардаги тортиш кучи $9,505 \text{ кН}$. Шатакчининг суйриланувчанлик коэффициенти $0,864 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$. Миделсв коэффициентининг юзи $5,2 \text{ м}^2$. Автопосзднинг суйриланувчанлик коэффициентини шатакчиникига караганда 10% ортик.

1.84-мисала. Огирлиги $26,9 \text{ кН}$ бўлган автобуснинг гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,02$ бўлган йўлда ҳаракатлана олиши билан бўлган максимал тезлик топилсин. Двигателнинг қуввати 100 кВт , трансмиссиянинг ФИК $0,8$, суйриланувчанлик омили $0,9 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$.

1.85-мисала. Огирлиги 30 кН бўлган автомобилнинг бурчаги 30° га гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,025$ билан таъсифланадиган қияликда текис ҳаракатланишни бошлайдиган тезлик аниқлансин. Автомобилнинг суйриланувчанлик омили $2,6 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$.

1.86-мисала. Огирлиги 30 кН , стакчи гилдиракларидаги тортиш кучи $1,96 \text{ кН}$ бўлган автомобилнинг динамик омили аниқлансин. Автомобилнинг қаршилик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги 65 км/соат .

1.87-мисала. Тўғри узатмада тезлик 50 дан 90 км/соат гача бўлганда автомобилнинг динамик омили қандай ўзгаради? Автомобилнинг тўла огирлиги $18,35 \text{ кН}$; гилдиракларнинг радиуси $0,114 \text{ м}$, асосий узатманинг узатиш сони $5,125$; трансмиссиянинг таъсифланиши ФИК $0,92$; автомобилнинг суйриланувчанлик омили $0,76 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$. Масалани ечишда двигателнинг тезлик таъсифидан фойдаланилсин (4-расм).



4-расм. Двигателнинг ташки тезлик таъсифи

1.88-мисала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,025$ билан таъсифланадиган йўлда текис ҳаракатланганида $3^\circ 40'$ бурчадан қуңчилишни еңиб ўтиши мумкин. Автомобилнинг динамик

омилин топилин.

1.89-масала. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 1,2 дан 1,1 кН гача ортганида автомобилнинг динамик омили қандай ўзгаради? Автомобил 90 км/соат тезлик билан текис ҳаракатланади, унинг оғирлиги 15 кН, ҳавонинг қаршилиқ омили $0,65 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

1.90-масала. Тўла оғирлиги 108,8 кН бўлган, 23,6 м/с тезлик билан ҳаракатланётган, двигатели 113,5 кВт қувват ҳосил қиладиган автобуснинг динамик омили аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиқ коэффициентини $0,36 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$, мидалев кесимининг юзи $6,1 \text{ м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,88. Автобус йўловчисиз ҳаракатланганида, массаси 69,5 кН.

1.91-масала. Ёнгил автомобил узатмалари алмашлаб қўшни қутисидagi тўғри узатмада ҳаракатланмоқда. Бурчак тезлик 357 с⁻¹ бўлганида двигател 78,6 Н·м буровчи момент ҳосил қилади. Автомобилнинг оғирлиги 14,4 кН; сўйриланувчанлик коэффициентини $0,5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; мидалев кесимининг юзи $1,82 \text{ м}^2$, трансмиссия ФИК 0,92; асосий узатманинг узатиш сонини 4,3, диагональ шинали гилдиракларнинг статик радиусини 0,278 м. Автомобилнинг динамик омили аниқлансин. Агар автомобил йўловчиларсиз ҳаракатланса, оғирлиги 11,0 кН га тенг бўлса, динамик омил неча фоизга ўзгаради?

1.92-масала. Тўла оғирлиги 324 кН бўлган автопоезд 25 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Агар етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 8,6 кН; сўйриланувчанлик коэффициентини $0,75 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; мидалев кесимининг юзи $7,1 \text{ м}^2$ бўлса, унинг динамик омили аниқлансин. Агар шатакчи двигателнинг айнан ўша режимда тиркамасиз ҳаракатланса, динамик омил катталиги қандай ўзгаради? Тиркаманинг оғирлиги 140 кН; автопоезднинг сўйриланувчанлик коэффициентини шатакчининг сўйриланувчанлик коэффициентидан 25% га ортқ.

1.93-масала. Автобус, думалашга қаршилиқ коэффициентини 0,02 бўлган йўлда $0,9 \text{ м/с}^2$ тезланиш ҳосил қилади. Агар айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,6 га тенг бўлса, динамик омил катталиги аниқлансин.

1.94-масала. Оғирлиги 15 кН бўлган автомобил тўғри узатмада динамик омил 0,05 ва етакчи гилдиракларда 1,1 кН тортиш кучига эга. Агар гилдиракларнинг динамик радиусини 10% га ортса, двигателнинг ишлаш режими ўзгаришсиз қолса, динамик омил аниқлансин.

1.95-масала. Юк автомобили 184 кН оғирликдаги узатмаларни алмашлаб қўшниш қутисидagi тўғри узатмада 20 м/с тезлик билан

харакатланмоқда. Асосий узатманинг 5,42 га тенг узатиш сониди автомобилнинг динамик омили 0,02 га тенг. Агар автомобилда узатмий сонни 7,22 га тенг асосий узатма ўрнатилса, динамик омили қанча фотга ўзгаради? Автомобилнинг суйриланувчанлик омили 4,25 Нс/м².

1,96-масала. Гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,018 бўлган йўлда автомобилнинг ҳаракатланишида тезланиши 0,75 м/с² га тенг. Агар айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти 1,1 га тенг бўлса, двигателнинг айнан ўша қувватида ва ҳаракатланиш тезлигида автомобилнинг тезланиши 0,6 м/с² га тенг бўлган йўлнинг қаршилик коэффиценти аниклансин.

1,97-масала. Гилдиракнинг гилдирашга қаршилик коэффицентининг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлик графиги ўша эмпирик формула бўйича қурилкин:

$$f = 0,01 + 0,005 \cdot (0,1 \cdot v_a)^{2,5};$$

$$f = 0,01 \cdot \left(1 + \frac{v_a}{160}\right);$$

$$f = 0,01 \cdot [1 + (0,006 \cdot v_a)^2].$$

Ҳаракатланиш тезлиги 50 дан 250 км/соатгача ўсади. Тезлик 100 км/соат бўлганида ҳар қайси формула билан топилган гилдиракга қаршилик коэффицентларининг катталиги аниклансин.

1,98-масала. Олд юритмали енгил автомобилда олдинги гилдиракларга 55% оғирлик тушади. Гилдиракларнинг йўл билан тўқнаш шароитлари бўйича автомобил қандай максимал ўзгаришнинг сўғиб ўта олади? Илашиш коэффиценти 0,4; стакчи ўк гилдиракларига таъсир этадиган нормал реакцияларнинг ўзгариш коэффиценти 0,8.

1,99-масала. Оғирлиги 36 кН бўлган енгил автомобил гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,025 бўлган йўлда 38 м/с тезлик ва 0,4 м/с² тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг ҳаракатланиши мумкин бўлган илашиш коэффицентининг минимал қиймати аниклансин. Олд гилдиракларга 19 кН оғирлик тушади. Олд гилдираклардаги нормал реакцияларнинг ўзгариш коэффиценти 1,1; ҳавонинг суйриланувчанлик коэффиценти 0,6 Нс/м², минделев кесимининг юзи 2,4 м²; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти 1,06.

1,100-масала. Гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,02 бўлган йўлда ҳаракатланишида автомобил 0,4 м/с² тезланиш ҳосил қилади. Агар двигателнинг ишлаш режими ўзгармаган бўлса,

автомобил $0,2 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланиши мумкин бўлган йўлнинг қаршилик коэффициентни аниқлансин. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,1.

1.101-масала. Автомобил кўтарилиш бурчаги $5^\circ 10'$ бўлган йўлда текис ҳаракатланмоқда. Агар динамик омилнинг $0,113$ га тенглиги маълум бўлса, ғилдирашга қаршилик коэффициентининг катталиги аниқлансин.

1.102-масала. Агар йўлнинг қаршилик коэффициенти $0,025$, двигателнинг қуввати $37,4 \text{ кВт}$; трансмиссиянинг ФИК $0,92$; суйриланувчанлик омили $0,57 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти $1,05$ бўлса, оғирлиги $15,9 \text{ кН}$ бўлган автомобил 18 м/с тезликда қандай тезланиш билан ҳаракатланиши мумкин?

1.103-масала. Автомобил ғилдирашга қаршилик коэффициенти $0,025$ бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги $14,3 \text{ кН}$, суйриланувчанлик омили $0,48 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти $1,03$ га тенг. Агар трансмиссиядаги ишқаланиш кучи, $F_{\text{ишқ}} = (2 + 0,09 \cdot v_a) \cdot m_a \cdot g \cdot 10^{-3}$, Н билан ифодаланса 25 ва 10 м/с тезликларда автомобилнинг секинлашиши аниқлансин.

1.104-масала. Етакланувчи ғилдирак ғилдирашга қаршилик коэффициенти $0,015$ бўлган йўлда ҳаракатланмоқда; ғилдиракнинг статик радиуси $0,315 \text{ м}$; инерция моменти $0,96 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; ғилдиракка тушадиган нормал юклама $5,5 \text{ кН}$. Агар ғилдиракка итарувчи куч 174 Н га тенг қўйилса, ғилдирак қандай бурчак тезланиши билан айланиши ҳисоблансин.

1.105-масала. Агар етакчи ғилдиракка $1 \text{ кН}\cdot\text{м}$ момент қўйилган бўлса, 30 кН нормал куч билан юкланган ва $0,5 \text{ кН}$ тортиш кучи ҳосил қиладиган бу ғилдирак қандай бурчак тезланиши билан айланади? Ғилдиракнинг динамик радиуси $0,53 \text{ м}$; ғилдиракнинг инерция моменти $20 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; ғилдирашга қаршилик қилувчи коэффициенти $0,02$.

1.106-масала. Ғилдирашга қаршилик коэффициенти $0,015$ бўлган йўлда 18 м/с тезлик билан ҳаракатланётган $14,4 \text{ кН}$ оғирликдаги автомобилнинг тезланиши аниқлансин. Етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи $1,43 \text{ кН}$; суйриланувчанлик омили $0,48 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти $1,05$.

1.107-масала. Агар етакчи ғилдиракларга тушадиган оғирлик 78 кН ; тўла оғирлик 106 кН , айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти $1,66$ га тенг бўлса, ғилдирашга қаршилик коэффициенти $0,04$ ва ғилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти $0,4$ га тенг бўлган йўлда жойидан кўзгалишида

автомобилининг тезланиши канчага тенг бўлади?

1.108-масала. Гилдирак формуласи 6×6 ва тўла оғирлиги 104 кН бўлган юк автомобили гилдирашга қаршилик коэффициенти $0,02$ га тенг бўлган йўлда ҳаракатланмоқда, $0,12 \text{ м/с}$ тезланиш ҳосил қилади. Оғирлиги 117 кН бўлган шайланган автомобилнинг тезланиши аниқлансин. Двигател айланувчи қисмларининг, инерция моменти $5,0 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; гилдиракнинг инерция моменти $41 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Трансмиссиянинг ФИК $0,8$. Узатиш сонлари: асосий узатманики - $0,21$; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники - $0,66$; қўшимча узатманики - $1,23$; гилдиракларнинг статик радиуси - $0,585 \text{ м}$.

1.109-масала. Енгил автомобил гилдирашга қаршилик коэффициенти $0,02$ бўлган йўлда 20 м/с тезлик билан ҳаракатланишида $0,5 \text{ м/с}^2$ тезланиш ҳосил қилади. Автомобилнинг оғирлиги $14,45 \text{ кН}$; суйриланувчанлик омили $0,43 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти $1,05$. Агар суйриланувчанлик омили $0,30 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$ гача камайса, автомобилнинг тезланиши неча фонзга ортади?

1.110-масала. Оғирлиги $191,5 \text{ кН}$ бўлган юк автомобили 15 м/с тезлик ва $0,15 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Суйриланувчанлик коэффициенти $4,2 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; инерция моментлари: двигателнинг айланувчи қисмлариники - $1,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; гилдиракларники $121 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Узатиш сонлари: асосий узатманики $3,94$; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники $1,0$. Гилдиракларнинг статик радиуси $0,48 \text{ м}$. Трансмиссиянинг ФИК $0,86$. Йўлнинг қаршилик коэффициенти $0,011$. Агар автомобилга узатиш сони $7,22$ бўлган асосий узатма ўрнатилса, унинг тезланиши қандай бўлади?

1.111-масала. Юк автомобилининг тўла юкламали айланувчи массаларини ҳисобга олиш коэффициенти биринчи узатмада $1,81$, тўғри узатмада $1,06$. Узатишларни алмашлаб қўшиш қутисигаги ҳам узатмаларда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти аниқлансин. Автомобилнинг тўла массаси 14950 кг . Шайланган автомобилнинг массаси 6700 кг . Узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисигаги узатмаларнинг узатиш сонлари $5,26$; $2,90$; $1,52$; $1,0$; $0,66$.

1.112-масала. Автопоезднинг айланувчи массаларини ҳисобга олиш коэффициенти трансмиссиянинг паст ва юқори узатмаларида юқори оғирлик ҳолати: тўла юкламали ва шайланган ҳолати учун аниқлансин. Тўла масса 42000 кг , шайланган автопоезднинг массаси 13600 кг . Трансмиссиянинг узатиш сонлари: паст узатмада $55,2$; юқори узатмада $5,1$. Трансмиссия-нинг ФИК $0,84$. Гилдиракнинг

радиуси 0,53 м. Двигател айланувчи қисмларининг инерция моментлари $2,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, гилдиракники $20,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Автопоезднинг гилдираклари сони 20.

1.113-масала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,024 га тенг бўлган йўлда тўла юклама билан биринчи узатмада текис ҳаракатланиб қандай максимал бурчакни енгиб ўтиши аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин. Автомобилларнинг техник маълумотлари: тўла оғирлиги 54 кН, двигател тирсакли валида ҳосил қилинадиган буровчи момент 205 Н·м; асосий узатманинг узатиш сони 6,67; гилдиракларнинг радиуси 0,44 м; Трансмиссиянинг ФИК 0,92.

1.114-масала. 113-масаланинг шарҳларидан фойдаланиб, автомобиль гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,05 бўлган нам грунт йўлда ҳаракатланаётганда енгиб ўтиши мумкин бўлган максимал кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

1.115-масала. Гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 га тенг бўлганда автомобилнинг учинчи ва тўртинчи узатмаларда енгиб ўтиши мумкин бўлган максимал кўтарилиш бурчаклари аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 11,6 кН, сўйриланувчанлик омили 0,49 $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$. Двигател ҳосил қиладиган буровчи момент тирсакли валнинг 280 с^{-1} га тенг бурчак тезлигида 74,5 Н·м, трансмиссиянинг узатиш сони 4,125; трансмиссиянинг ФИК 0,92; радиал шинали гилдиракларнинг статик радиуси 0,29 м.

1.116-масала. Оғирлиги 197 кН бўлган автопоезд қияликда 10 м/с ўзгармас тезлик билан ҳаракатланётганда худди шу тезликдаги рўпара шамол уради. Автопоезд учун сўйриланувчанлик коэффициентини $0,8 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; миделев кесимининг юзи $2,1 \text{ м}^2$; йўлнинг қаршилик коэффициентини 0,02. Йўлнинг қиялиги аниқлансин.

1.117-масала. Автобус $1,6^\circ$ бурчакли қияликда 16,3 м/с ўзгармас тезлик билан ҳаракатланмоқда. Гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02; сўйриланувчанлик омили $2,4 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$. Автобуснинг оғирлиги аниқлансин.

1.118-масала. 15,9 кН оғирликдаги автомобиль кўтарилишда 26 м/с тезлик билан текис ҳаракатланмоқда. Агар двигател 36,7 кВт қувват ҳосил қилса, трансмиссиянинг ФИК 0,92; сўйриланувчанлик омили $0,67 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$, гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 бўлса, кўтарилишнинг тиклиги аниқлансин.

1.119-масала. Автомобил кўтарилиш бурчаги $5^\circ 10'$ тепаликка текис ҳаракатланмоқда. Агар динамик омит 0,113 га тенглиги маълум бўлса, гилдирашга қаршилик коэффициентини аниқлансин.

2. АВТОМОБИЛНИНГ ЁНИЛГИ ТЕЖАМКОРЛИГИ

Автомобилнинг ёнилги тежамкорлиги двигателнинг қувватидан фойдаланиш даражаси, ҳаракатланиш тезлиги, юк ўтказувчанлигидан фойдаланиш даражаси, йўл шароитларига қараб кўриб чиқилади.

Ёнилги тежамкорлигига онд масалаларда автомобилларни синов шарт шартлари ҳисобга олинган.

Ёнилгининг солиштирма самарали сарфи, г/кВт·соат, соатлик сарф билан боғлиқ ва қувватдан 100% га яқин фойдаланишда минимал кийматга эга:

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_e}{N_e},$$

бу ерда G_e - двигателнинг соатлик ёнилги сарфи, кг/соат;

N_e - двигателнинг эффектив қуввати, кВт.

Ёнилгининг солиштирма сарфи, г/кВт·соат, двигателнинг тежамкор ва юклама билан ишлаш режимларига қараб

$$g'_e = k_n \cdot k_M \cdot g_{e(N_{max})},$$

Ёнилгининг соатлик сарфи кг/соат, юқорида келтирилган формуладан

$$G_e = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}.$$

Ёнилгининг соатлик сарфи, кг/соат, автомобилнинг етакчи цилиндрларига берилган қувватга қараб:

$$G_e = \frac{g_e \cdot N_n}{1000 \cdot \eta_{mp}} = \frac{g_e \cdot (N_\psi + N_\omega + N_f)}{1000 \cdot \eta_{mp}} = \frac{g_e \cdot v_a \cdot (P_\psi + P_\omega + P_f)}{\eta_{mp}}.$$

Ёнилгининг йўлда ва соатлик сарфи л/100 км, ўртасида еттиданга боғлиқлик мавжуд:

$$G_s = 1000 \cdot \frac{G_e}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e} = \frac{g_e \cdot (N_\psi + N_\omega + N_f)}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e \cdot \eta_{mp}} = \frac{g_e \cdot (P_\psi + P_\omega + P_f)}{3,6 \cdot 10^4 \cdot \rho_e \cdot \eta_{mp}},$$

100 км йўлга ёнилги сарфи.

грамм ҳисобида, кг/100 км.

$$G_s = 100 \cdot \frac{G_e}{v_a};$$

- литрлар ҳисобида, л/100 км,

$$G_s = 100 \cdot \frac{G_e}{v_a \cdot \rho_s}$$

Транспорт иши бирлитига ёнилги сарфи:

- юк автомобили учун л/100 км,

$$\begin{aligned} G_{TP} &= 100 \cdot \frac{G_e}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \\ &= \frac{g_e \cdot (N_v + N_\omega + N_j)}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \frac{g_e \cdot (P_v + P_\omega + P_j)}{3,6 \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}} \end{aligned}$$

- автобуслар учун, л/100 йўловчи км

$$\begin{aligned} G_{TP} &= 100 \cdot \frac{G_e}{36 \cdot v_a \cdot G_{II} \cdot K_{II} \cdot \rho_s} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot v_a \cdot G_{II} \cdot K_{II} \cdot \rho_s} = \\ &= \frac{g_e \cdot (N_v + N_\omega + N_j)}{36 \cdot v_a \cdot G_{II} \cdot K_{II} \cdot \rho_s} = \frac{g_e \cdot (P_v + P_\omega + P_j)}{3,6 \cdot G_{II} \cdot K_{II} \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}} \end{aligned}$$

2.1-масала. 17,9 кН оғирликдаги, суйриланувчанлик коэффиценти 0,6 Н·с²/м² бўлган, қаршилиқ коэффиценти 0,081 билан тавсифланадиган асфалт қопламали йўлда 10 м/с тезлик ҳаракатланаётган енгил автомобилнинг ёнилги сарфи аниқлансин. Ёнилгининг солиштирма эффе́ктив сарфининг катталиги 350 г/кВт·соат, унинг зичлиги 0,78 кг/л. Трансмиссиянинг ФНК катталиги 0,9.

Масаланинг ечилиши. Йўлдаги ёнилги сарфи, л/100 км:

$$G_s = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot \rho_s} = \frac{g_e \cdot N_u}{36 \cdot v_a \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}}$$

Ётақчи гилдиракларга бериладиган қувват, кВт:

$$N_u = N_v + N_\omega = v_a \cdot (P_v + P_\omega) = v_a \cdot (C_a \cdot \psi + W \cdot v_a^2);$$

$$N_u = v_a \cdot (17900 \cdot 0,081 + 0,6 \cdot 100) = 1510 \cdot v_a \text{ кВт.}$$

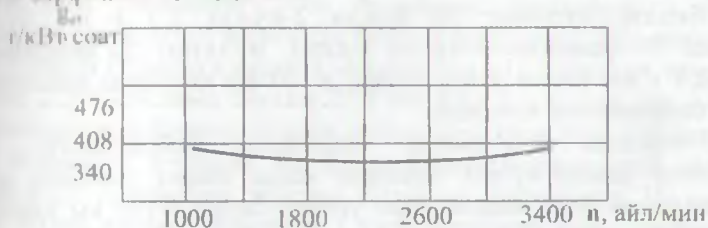
Бинобарин,

$$G_s = \frac{350 \cdot 1510}{3,6 \cdot 10^4 \cdot 0,78 \cdot 0,9} = 20,9 \text{ л/100 км.}$$

2.2-масала. Автомобил 54 км/соат тезлик билан ҳаракатлана туриб соатига 18 кг ёнилги сарфлайди. Унинг 80 км йўлда қанча ёнилгини ортиқча сарфлаши ҳисоблансин.

2.3-масала. Двигателнинг солиштирма ёнилги сарфи графиги бўйича (5-расм) автомобил йўлнинг 24 км ли участкасида тўғри узатмада 55 км/соат тезлик билан ҳаракатланганида неча литр

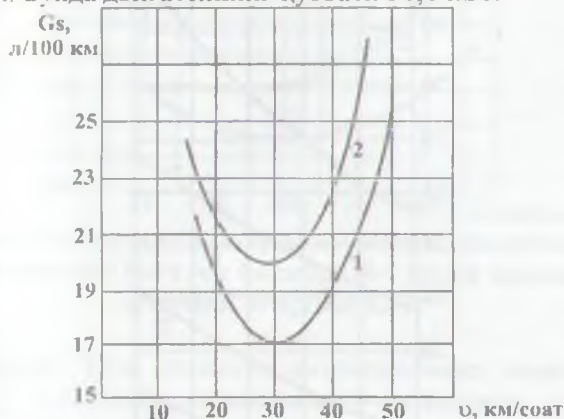
ёнилги сарфлаши топилсин.



5-расм. Двигателнинг солиштирма ёнилги сарфи графиги

Бензиннинг солиштирма оғирлиги $0,75 \text{ г/см}^3$ деб қабул қилинсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: асосий узатманинг узатиши сони 6,67; гилдиракнинг радиуси 0,44 м, берилган тезликда двигателнинг қуввати 51,3 кВт.

2.4-масала. 2.3-масала шартидан фойдаланиб, автомобиль 36 км/соат тезлик билан ҳаракатлангандаги ёнилги сарфи ўзгариши аниқлансин. Бунда двигателнинг қуввати 36,8 кВт.



6-расм. Юк автомобилнинг иқтисодий тавсифи:

1-юксиз ҳаракатланганида; 2-юк билан ҳаракатланганида

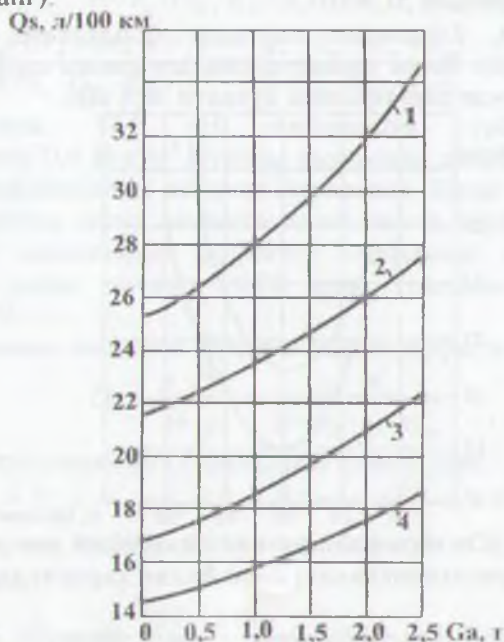
2.5-масала. Автомобилнинг юк билан ва юксиз ҳаракатланишидаги иқтисодий тавсифи 6-расмда келтирилган. Автомобил юк билан ва юксиз, ўртача тезликда, 60 км йўлни босиб ўтди: юк билан 40 км/соат тезликда, юксиз 50 км/соат тезликда. Автомобилнинг юк билан ва юксиз босиб ўтган йўлдаги ёнилги сарфи топилсин.

2.6-масала. Юк автомобилнинг турли йўлларда ва турлича фойдали юкларда ўртача ёнилги сарфлаш тавсифи 7-расмда

тасвирланган. Агар автомобил йўлнинг 50 фоизини 1-йўлда 1,5 т юк билан; йўлнинг 20 фоизи 2-йўлда 2,5 т юк билан; йўлнинг 10 фоизини 3-йўлда юксиз; йўлнинг 20 фоизини 4-йўлда 2,5 т юк билан ўтган бўлса, л/100 км ҳисобида ёнилғининг ўртача сарфланиши топилсин.

2.7-масала. 2.6-масала шартидан фойдаланиб, агар автомобил ҳамма йўлни, биринчи ҳолда юксиз, иккинчи ҳолда тўла юк билан ўтса, ёнилғининг ўртача сарфи л/100 км ҳисобида аниқлансин.

2.8-масала. Агар автомобил биринчи ҳолда 2,5 т юклама, иккинчи ҳолда 1,5 т юкламага эга бўлса, автомобил томонидан 1 т юк транспорт иши учун ўртача бензин сарфи топилсин. Масалани ечишда 2-йўл бўйича ҳаракатланиш шароитлари қабул қилинсин (7-расмга қаранг).



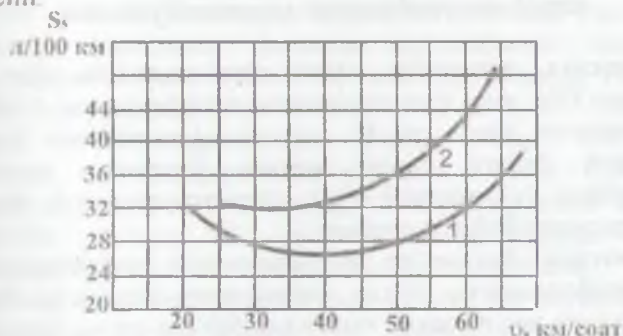
7-расм. Юк автомобилнинг ўртача ёнилғи сарфлаш тавсифи:

1-грунт йўл; 2-шаҳарда ҳаракатланишда; 3-баланд-пастлик релкефли асфалтланган текис шосседа; 4-текис релкефли асфалтланган шосседа.

1.9-масала. Синаш натижалари маълумотлари бўйича шиналардаги босимнинг 10% камайиши шиналардаги босим остида бўлгандагига қараганда ёнилғи сарфининг 5 % ортишига сабаб бўлади (7-расмга қаранг). Автомобил «1» чиқиққа оид йўл бўйича 2,5 т юклама билан 200 км йўл ўтганида босимнинг кўрсатилган пасайишида ёнилғи нобудгарчилиги аниқлансин.

2.10-масала. 8-расмда юк автомобилининг иқтисодий тавсифи келтирилган. Автомобил тиркама билан ва тиркамасиз 30 км/соат тезлик билан ҳаракатланишида 1 т·км ташилган юкка сарфланган ёнилғи литрлар ҳисобида топилсин. Тиркаманинг ўз оғирлиги 17 кН (1.7 тонна) қилиб олинсин.

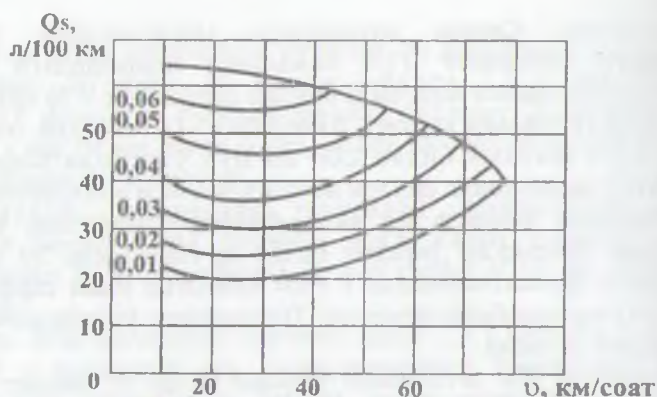
2.11-масала. Юк автомобили тиркама билан 50 км/соат ўртача тезликда ишлаганида ёнилғидан тежаш (фоиз ҳисобида) аниқлансин.



8-расм. Юк автомобили тўғри узатмада ишлагандаги иқтисодий тавсифи: 1-4-т юк билан; 2-4 т юк ва тиркама билан (умумий оғирлик 4,5т)

2.12-масала. Тўла юкланган автомобилнинг унинг барқарор ҳаракатида, 9-расмда келтирилган иқтисодий тавсифидан фойдаланиб, 121 км ли йўлда ёнилғи сарфи алоҳида участкаларда бўлибги ҳаракатланиш шароитларида аниқлансин.

№ участка	Участканинг узунлиги, км	Йўл қаршилиқ коэффициенти	Йўлни босиб ўтиш вақти t , мин
1	40	0,05	60
2	25	0,02	30
3	38	0,04	57
4	18	0,02	18

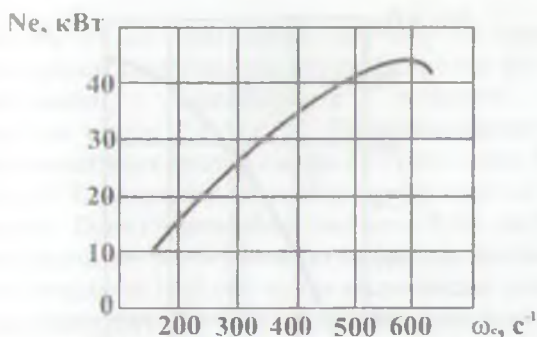


9-расм. Йўл қаршилиги коэффициенти ψ га қараб автомобилнинг иқтисодий тавсифи

2.13-масала. Автомобил олдин тўла юкламада, сўнгра тўла юklamанинг 75% ида, йўл қаршилиги коэффициенти 0,02 билан тавсифланадиган йўлда ва 50 км/соат ҳаракатланиш тезлигида 1 т км учун ёнилғи сарфи қандай ўзгариши аниқлансин. Автомобилнинг ўз оғирлиги 4,0 т, тўла оғирлиги 8 т. Масалани ечишда 9-расмдан фойдаланилсин.

2.14-масала. Автомобил йўл қаршилиги коэффициенти 0,03 билан тавсифланадиган йўлда ҳаракатланганида, агар барқарор ҳаракат тезлиги энг тежамли тезликдан 50% га ортиқ бўлса, унинг ёнилғи тежамкорлиги қандай ўзгариши аниқлансин. Масалани ечишда 9-расмдан фойдаланилсин.

2.15-масала. Карбюраторли автомобилнинг 90 ва 120 км/соат тезликлардаги назорат ёнилғи сарфи аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 13,5 кН; максимал қувватда двигател сарфлайдиган солиштирма ёнилғи сарфи 270 г/кВт·соат; суйриланувчанлик омили $0,45 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; берилган тезликларда ғилдирашга қаршилик коэффициентлари тегишлича 0,018 ва 0,020; узатмаларни алмашлаб қўшиш қўтисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 4,3; трансмиссиянинг ФИК 0,92; ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л. Масалани ечишда 10-расмда келтирилган ташқи тезлик тавсифи графигидан фойдаланилсин.



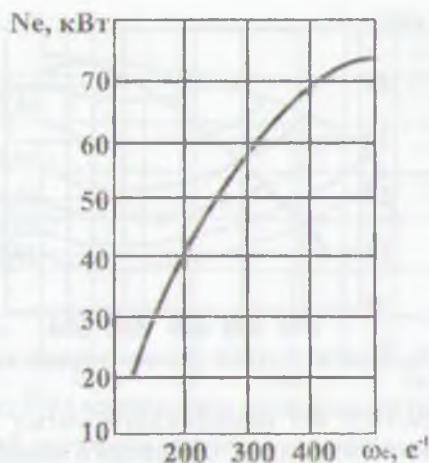
10-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

2.16-масала. 18,0 кН оғирликдаги енгил автомобилнинг 90 ва 120 км/соат тезликларда ҳаракатдаги назорат ёнилғи сарфи аниқлансин. Максимал тезликда двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 280 г/кВт·соат, берилган тезликларда гилдирашга қаршилик коэффиценти тегишлича 0,018 ва 0,020. Узатмаларни ағдариб қўйиш қўтисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 4.1. Гилдиракнинг радиуси 0,31 м. Суйриланувчанлик коэффиценти 0,43 Н·с²/м². Трансмиссиянинг ФИК 0,92. Гилдининг зичлиги 0,75 кг/л. Масалани ечишда 11-расмда келтирилган ташқи тезлик тавсифидан фойдаланилсин.

2.17-масала. Оғирлиги 153 кН бўлган юк автомобилининг назорат ёнилғи сарфи аниқлансин. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи 12-расмда келтирилган. Максимал қувватда двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 240 г/кВт·соат. Гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,015. Узатмаларни ағдариб қўйиш қўтисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 6,93. Гилдиракларнинг радиуси 0,48 м; трансмиссиянинг ФИК 0,82; суйриланувчанлик омили 2,55 Н·с²/м²; ёнилгининг зичлиги 0,82 кг/л.

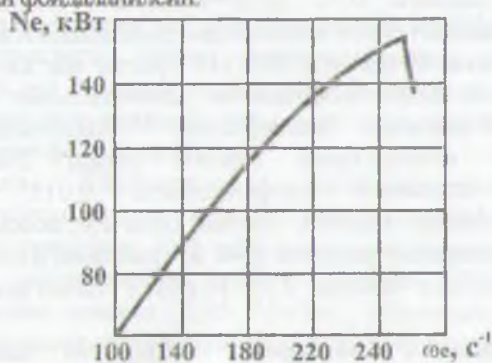
2.18-масала. 2.15-масаланинг бошланғич маълумотларидан фойдаланиб автомобилнинг 3,0 кН оғирликдаги тиркама билан 90 км/соат тезликда ҳаракатланганда йўллик ёнилғи сарфи суйриланувчанлик омили 25% га ортганда аниқлансин.

2.19-масала. 2.16-масаланинг бошланғич шартларидан фойдаланиб, автомобилнинг 3,0 кН оғирликдаги тиркама билан 120 км/соат тезлик билан ҳаракатлангандаги йўллик ёнилғи сарфи, суйриланувчанлик омили 25% га ортганда аниқлансин.



11-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

2.20-масала. Енгил автомобил тўғри узатмада $0,6 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан шиғов олади. Агар айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,08 га тенг бўлса, автомобилнинг йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин. Масалани ечишда 2.16-масаладаги бошланғич маълумотлардан фойдаланилсин.



12-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

2.21-масала. Автомобилнинг барқарор ҳаракатида унинг ёнилғи сарфи $9,8 \text{ л/100 км}$. Агар двигател тирсакли валининг бурчак тезлигининг ортиш бирлигига ёнилғининг $0,004 \text{ л/100 км}$ га ортиши тўғри келса, автомобилнинг шиғов олишидаги ёнилғи сарфи топилсин. Шиғов олишдаги тезланиш $1,0 \text{ м/с}^2$. Узатиш сонлари, узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники 2,05, асосий узатманики 4,1. Радиал шинали гилдиракларнинг статик радиуси $0,27 \text{ м}$.

2.22-масала. 4° ли тепаликда 14,0 м/с га тенг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланаётган юк автомобилнинг йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин, автомобилнинг оғирлиги 243 кН, сўйриланувчанлик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, Трансмиссиянинг ФИК 0,84; Двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 217 г/кВт·соат. Ёнилғининг зичлиги 0,82 кг/л. Гилдирашга қаршилик коэффициент 0,015.

2.23-масала. Ёнгил автомобил қиялиги 0,06 ва гилдирашга қаршилик коэффициент 0,015 бўлган кўтарилишда шигов олади. Агар автомобилнинг оғирлиги 12,5 кН, сўйриланувчанлик коэффициент 0,3 $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, ҳавонинг зичлиги $1,225 \text{ кг}/\text{м}^3$, миделев кесимининг юзи $1,85 \text{ м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,94; двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 320 г/кВт·соат; ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л; айланувчи массаларни ҳисобга олган коэффициент 1,1 бўлса, 20 м/с тезлик ва 0,8 м/с² тезланишда йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин.

2.24-масала. Йўл қаршилиги коэффициент 0,03 бўлган 14,0 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган автобуснинг йўлдаги ёнилғи сарфи аниқлансин. Автобуснинг оғирлиги 78 кН; сўйриланувчанлик омили $1,5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,9; максимал қувватда солиштира ёнилғи сарфи 300 г/кВт·соат. Айланиш частотасидан фойдаланиш коэффициенти $k_n=1,25$ ва қувватдан фойдаланиш коэффициенти $k_d=0,96$. Ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.25-масала. Автопоезд гилдирашга қаршилик коэффициент 0,02 бўлган йўлда ўзгармас 15 м/с тезлик билан, 100 км йўл босишда 60 л ёнилғи сарфлаб ҳаракатланмоқда. Сўйриланувчанлик коэффициент 3,4 $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,82; двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 210 г/кВт·соат, ёнилғининг зичлиги 0,82 кг/л. Агар шатакчининг массаси 22 000 кг бўлса, шатакнинг массаси аниқлансин.

2.26-масала. Автобус кўтарилишда ўзгармас 14 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автобуснинг массаси 10880 кг, сўйриланувчанлик коэффициент 0,5 $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; миделев кесимининг юзи $3,6 \text{ м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,86; двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 322 г/кВт·соат; ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л. Автобус 100 км йўл босишга 106 литр ёнилғи сарфласа, қандай баянликни эриб ўта олади? Гилдирашга қаршилик коэффициент 0,015.

2.27-масала. Ёнгил автомобил йўл қаршилиги 0,02 бўлган йўлда 100 км йўлни босиб ўтишда 14,9 л ёнилғи сарфланганида $0,8 \text{ м}/\text{с}^2$ тезланиш билан юриб, қандай тезлик ҳосил қилиши аниқлансин. Автомобилнинг массаси 1470 кг, сўйриланувчанлик омили 0,4 $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,94; двигателнинг солиштира ёнилғи сарфи 290 г/кВт·соат; айланувчи массаларни

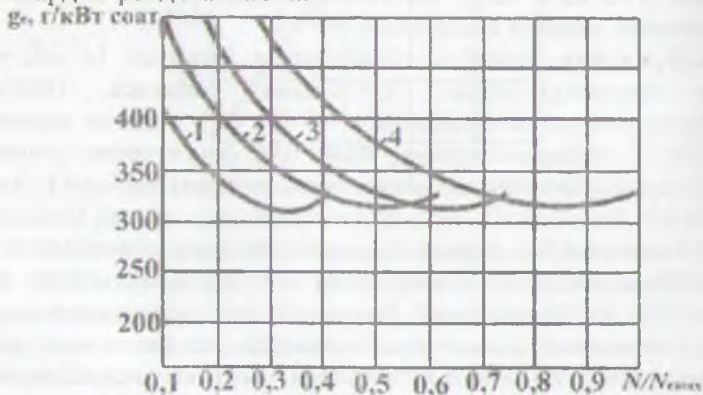
хисобга олиш коэффициенти 1,06; ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.28-масала. Юк автомобили қаршилиги 0,06 бўлган йўлда барқарор тезлик билан ҳаракатланмоқда. Агар йўллик ёнилғи сарфи ўзгармасдан қолган бўлса, автомобилнинг қаршилиқ коэффициентлари 0,04 ва 0,02 бўлган йўлларда ҳаракатланишидаги тезланиши топилсин. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,2.

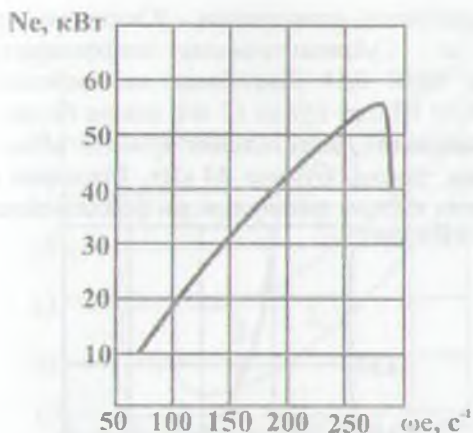
2.29-масала. Қаршилиги 0,015 бўлган йўлда 14 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган юк автомобили қандай тезланишда 100 км йўлда 58 л ёнилғи сарфлайди? Автомобилнинг массаси 16000 кг, сўйриланувчанлик омили 4,7 Н·с²/м²; трансмиссиянинг ФИК 0,85; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,1; двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи 220 г/кВт·соат; ёнилгининг зичлиги 0,82 кг/л.

2.30-масала. 2.15-масаланинг бошланғич маълумотларидан фойдаланиб, йўл қаршилиги коэффициенти 0,025 бўлганда, тўғри узатмада автомобил барқарор ҳаракатининг ёнилғи тавсифи қурилсин.

2.31-масала. Йўл қаршилиги коэффициентлари 0,02 ва 0,05 бўлганида юк автомобилининг тўртинчи ва учинчи узатмаларидаги барқарор ҳаракатининг ёнилғи тавсифи қурилсин. Автомобилнинг массаси 5360 кг; сўйриланувчанлик омили 2,2 Н·с²/м²; гилдиракнинг радиуси 0,44 м; трансмиссия-нинг ФИК 0,9. Узатиш сонлари: асосий узатманинг 6,67; узатмаларни алмашлаб қўшиш қўтисининг тўртинчи ва учинчи узатмалариники 1,0 ва 1,69. Ёнилғи зичлиги 0,75 кг/л. Масалани ечиш учун 13 ва 14-расмлардаги графиклардан фойдаланилсин.



13-расм. Двигателнинг юклама тавсифи



14-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

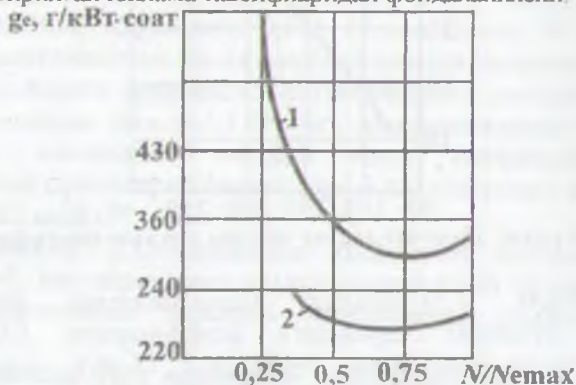
2.32-масала. 2.31-масалада берилганлардан фойдаланиб, автомобил йўлининг қаршилиги коэффиценти 0,03 билан таърифланган участкада 4-ўзатмада 18 м/с тезлик билан ҳаракатланганида қанча миқдордаги ёнилғи тежалиши аниқлансин. Автомобил ҳаракатланадиган йўлнинг узунлиги 150 км. Сўйриланувчанлик омили, конструктив ўзгартиришлар ҳисобига, 20% га ошмакди.

2.33-масала. 2.31-масаладаги бошланғич маълумотлардан фойдаланиб, автомобилнинг йўл қаршилиги 0,02 бўлган йўлда 4-ўзатмада, 15 м/с тезлик билан ҳаракатланишида агар у массаси 1500 кг бўлган тиркамани шатакка олиб кетаётган бўлса, йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин. Бунда сўйриланувчанлик омили 25% га ошмакди.

2.34-масала. Иккита енгил автомобил бир хил 30 м/с тезлик билан йўл қаршилиги коэффиценти 0,022 бўлган йўлда текис ҳаракатланиб кетяпти. Автомобилларга карбюраторли двигателлар ўрнатилган. Биттасида сиқиш даражаси 9,0 ва солиштирма ёнилғи сарфи 380 г/кВт·соат, иккинчисида сиқиш даражаси 10,5 ва солиштирма ёнилғи сарфи 32 г/кВт·соатга кам. Двигателнинг сиқиш даражаси ортиши натижасида иккинчи автомобилнинг захира юритиши биринчи автомобилникига қараганда неча км га кўплиги аниқлансин. Автомобилларнинг тўла массаси 1500 кг. Сўйриланувчанлик омили 0,45 Н·с²/м²; трансмиссиянинг ФИК 0,92. Ёшилги бакиннинг снгими 46 л. Ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.35-масала. Агар карбюраторли двигател дизел двигатели билан алмаштирилса, юк автомобилининг масса бўйича ёнилғи сарфи

неча фоизга камайиши аниқлансин. Юкланган автомобилнинг массаси 8525 кг. Суйриланувчанлик коэффиценти 2,8 Н·с/м². Трансмиссиянинг ФИК 0,84. Ҳисоблаш автомобилнинг қаршилик коэффиценти 0,03 бўлган йўлда 10 м/с тезлик билан ҳаракатланиш ҳоли учун бажарилсин. Двигателнинг қуввати айти ҳаракатланиш ҳоли учун ташки тавсиф бўйича 44 кВт. Масалани ечиш учун 15-расмда келтирилган юклама тавсифларидан фойдаланилсин.

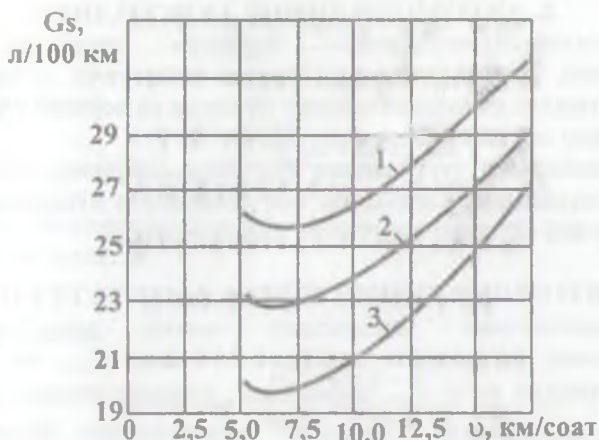


15-расм. Карбюраторли (1) ва дизел (2) двигателларнинг юклама тавсифи

2.36-масала. Юк автомобилнинг йўллик ёнилғи сарфининг асфалтланган шоссенинг текис участкасида ташилаётган юкнинг массаси турлича бўлгандаги тезликка боғлиқлигидан фойдаланиб, автомобил 100, 75 ва 50% юкланган бўлса, тонна километрга литр ҳисобида, 10 ва 15 м/с тезликларда фойдали иш бирлигига ўртача ёнилғи сарфи топилсин. Автомобилнинг юк кўтарувчанлиги 4000 кг.

2.37-масала. Юк автомобили 2000 кг массали юк билан йўлнинг қаршилик коэффиценти 0,03 га тенг бўлган йўлда 14 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Юкланган автомобилнинг массаси 5590 кг. Суйриланувчанлик коэффиценти 2,4 Н·с²/м². Трансмиссиянинг ФИК 0,85. Солиштирма ёнилғи сарфи 370 г/кВт·соат. Тонна-километрга литр ҳисобида фойдали иш бирлигига ёнилғи сарфи аниқлансин. Ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.38-масала. 55 та ўтириш ўрни бўлган автобуснинг массаси 10260 кг. Агар автобуснинг ҳаракатланиш тезлиги 14 м/с; солиштирма ёнилғи сарфи 2300 г/кВт·соат; суйриланувчанлик коэффиценти 3,1 Н·с²/м²; трансмиссиянинг ФИК 0,84; йўлнинг қаршилик коэффиценти 0,025; ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л бўлса, литрлар ҳисобида йўловчи-километрга ёнилғи сарфи аниқлансин.



16 рсм. Юк автомобилнинг йўлдаги ёнилғи сарфининг 4000 кг массали юк билан (1), 2000 кг юк билан (2) ва юксиз (3) ҳаракатлангандаги тезликларига боғлиқлиги

2.39-масала. Автобус 7 т юкни 120 км масофага келтирди; автомобилнинг ҳаракатланиши ва двигателнинг ички исрофлари учун 24 л/100 км, транспорт иши бирлигига 1,3 л/т·км га тенг бўлганида ёнилғи сарфи аниқлансин.

2.40-масала. Юк автомобили 80, 90, 120 км масофаларга тегишлича 5, 6, 7 т юк билан 3 марта бориб-келди. Ёнилғи сарфлаш меъёрлари: автомобилнинг ҳаракатланишига ва двигателдаги ички исрофлар 22 л/100 км; транспорт иши бирлигига 1,3 л/т·км. Ёнилғи сарфи ҳисоблансин.

2.41-масала. Етакчи автомобил ва ярим тиркамадан иборат автопоезд учун меъёрлар бўйича унинг бир йўналишда 6,5 т ва тескари йўналишда 7,5 т массали юкни 80 км масофага ташишидаги ёнилғи сарфи аниқлансин. Ёнилғи сарфи меъёрлари: автомобилнинг ҳаракатланиши ва двигателдаги ички исрофларга 24 л/100 км; транспорт иши бирлигига 2,0 л/т·км.

2.42-масала. Тиркамали шатакчидан иборат автопоезд 80, 120, 90 км масофаларга тегишлича 20, 22, 19 т юк билан уч марта бориб келди. Қуйидаги меъёрларда ёнилғи сарфи аниқлансин: двигателдаги ички исрофлар ва автомобилнинг ҳаракатланишига 30 л/100 км, транспорт ишлари бирлигига 1,3 л/т·км.

3. АВТОМОБИЛНИНГ ТУРГУНЛИГИ

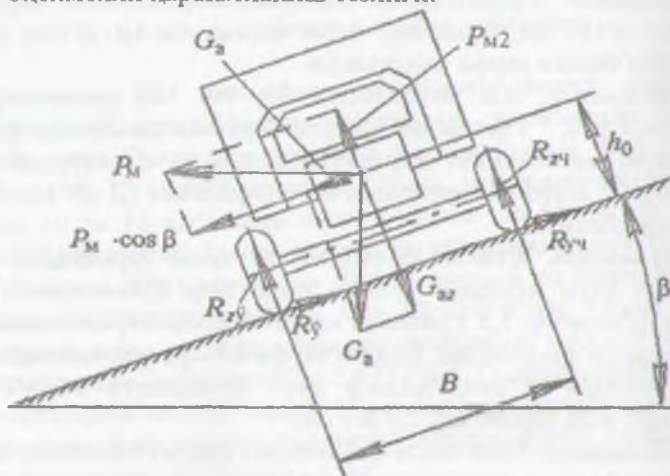
Турғунлик-автомобилнинг берилган тезликни, ҳаракат йўналишини, шунингдек, унга турли тойитувчи кучлар таъсир этиши натижасида автомобилнинг бўйлама ва вертикал ўқларининг йўналишини сақлаш қobiliяти.

Автомобилнинг турғунлигини йўқотиши ағдарилиш ёки сирпаниш билан ифодаланади. Сирпаниш ёки ағдарилиш йўналишига қараб кўндаланг ёки бўйлама турғунлик фарк қилинади.

3.1. АВТОМОБИЛНИНГ КўНДАЛАНГ ТУРГУНЛИГИ

Автомобилнинг марказидан қочма куч, автомобил оғирлигининг кўндаланг ташкил этувчиси $G_{ат}$, ён томондан эсадиган шамол кучи $P_{от}$, шунингдек, йўлнинг нотекис жойларини урилиши натижасида кўндаланг турғунлигини йўқотиши эҳтимол ва хавфли ҳисобланади.

Автомобил кўндаланг турғунлигининг кўрсаткичлари қуйидагилардир: айлана бўйлаб мумкин бўлган $v_{a\max}$ тезликка минимал радиус $R_{\min}$ ва йўлнинг кўндаланг қиялиги $\beta_{a\max}$ бўлган йўлдан эҳтимолли ҳаракатланиш тезлиги.



17-расм. Автомобил йўлнинг ташқи қисми бўйича ҳаракатланганда унинг кўндаланг турғунлигига таъсир килувчи кучлар

Йўл кўндаланг қиялигининг чегаравий критик бурчаги:

- автомобилнинг ағдарилиш шартлари бўйича:

а) статик ҳолатда

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = \frac{B}{2 \cdot h_0} = \eta_6;$$

б) бурилишда

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = \frac{g \cdot R \cdot B + 2 \cdot v^2 \cdot h_0}{2 \cdot g \cdot R \cdot h_0 - v^2 \cdot B};$$

• автомобилнинг ён томонга сирпаниш шартлари бўйича:

а) статик ҳолатда

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = \varphi;$$

б) бурилишда

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = \frac{v^2 - \varphi \cdot g \cdot R}{\varphi \cdot v^2 + g \cdot R};$$

• ён томонга ағдарилмаслик шarti

$$\varphi < \frac{B}{2 \cdot h_0} = \eta_{\text{ст}}.$$

Автомобилнинг бурилишда ағдарилиш хавфсизлигини таъминловчи критик тезлиги, м/с:

• кўндаланг қиялик йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta}{2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot R \cdot g}$$

РКП

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{(B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot L}{(2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \theta}} \cdot g.$$

• кўндаланг қиялиги йўқ йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2 \cdot h_0}}$$

РКП

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot L}{2 \cdot h_0 \cdot \theta}}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) шартлари бўйича автомобил бурилишда ҳосил қила оладиган максимал (критик) тезлик, м/с:

• кўндаланг қиялик йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{\varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot R \cdot g}$$

РКП

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{(\varphi + \operatorname{tg} \beta) \cdot L}{(1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \theta}} \cdot g.$$

- кўндаланг қиялиги йўк йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\varphi \cdot g \cdot R}$$

ёки

$$v_{\max} = \sqrt{\varphi \cdot g \cdot \frac{L}{\theta}},$$

бу ерда $\theta = \frac{L}{R}$, радиан-бошқариладиган ғилдиракларнинг бурилиш бурчаги.

Автомобилнинг максимал (критик) бурилиш радиуси, м:

- ён томонга ағдарилиш бўйича:

а) кўндаланг қияликли йўлда

$$R_{\max} = \frac{(2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot v^2}{(B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot g};$$

б) кўндаланг қиялиги йўк йўлда

$$R_{\max} = \frac{2 \cdot h_0 \cdot v^2}{B \cdot g};$$

- ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича

а) кўндаланг қияликли йўлда

$$R_{\max} = \frac{(1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot v^2}{(\varphi + \operatorname{tg} \beta) \cdot g};$$

б) кўндаланг қиялиги йўк йўлда

$$R_{\max} = \frac{v^2}{\varphi \cdot g}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича турғунлик шarti,

Н:

- олдинги ғилдиракларники

$$R_{r1} \leq \sqrt{(\varphi_1 \cdot R_{r1})^2 - R_{r1}^2};$$

- орқа ғилдиракларники

$$R_{r2} \leq \sqrt{(\varphi_2 \cdot R_{r2})^2 - R_{r2}^2}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича автомобилнинг барқарор доиравий ҳаракатининг критик тезлиги, м/с:

- олдинги ғилдиракларники

$$v_{\max 1} = \sqrt{g \cdot R \cdot \sqrt{\varphi_1 - K_{x1}}};$$

• орқа гилдиракларники

$$v_{\max 2} = \sqrt{g \cdot R \cdot \sqrt{\varphi_2 - K_{x2}}},$$

бу ерда $K_{x1} = \frac{R_{y1}}{R_{x1}};$

$$K_{x2} = \frac{R_{y2}}{R_{x2}}.$$

Автомобилнинг ён томонга тойишидаги критик тезлик (тойиш бучрайиб кетмагандаги максимал тезлик), м/с:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\frac{G_2}{K_2} - \frac{G_1}{K_1}}},$$

бу ерда $K_1 = \frac{R_{y1}}{\delta_1};$

$$K_2 = \frac{R_{y2}}{\delta_2}, \text{ Н/град}$$

3.2. АВТОМОБИЛНИНГ БЎЙЛАМА ТУРГУНЛИГИ

Агдарилиш шартлари бўйича олд гилдиракларнинг ердан ўрилиб кетмасдан автомобил енгиб ўтадиган энг катта (чегаравий) кўтарилиш бурчаги:

• янқа автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{h_0} \quad \text{ёки} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{b - f \cdot r_n}{h_0},$$

• автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot (b - f \cdot r_n) - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot a}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}},$$

Орқа етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича (етакчи гилдиракларнинг шатаксираши) автомобил енгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

- якка автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h_0}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot (a + f \cdot r_{II}) - f \cdot L}{L - \varphi \cdot h_0}$$

- автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot [\varphi \cdot (a + f \cdot r_{II}) - f \cdot L] - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b \cdot \varphi \cdot G_a - f \cdot G_{\text{шат}}}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(L - a) \cdot \varphi \cdot G_a}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})}$$

Олдинги етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича (етакчи гилдиракларнинг шатаксираши) автомобил энгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

- якка автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot (b - f \cdot r_{II}) - f \cdot L}{L + \varphi \cdot h_0};$$

- автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot [\varphi \cdot (b - f \cdot r_{II}) - f \cdot L] - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot (L + \varphi \cdot h_{\text{шат}})}{G_a \cdot (L + \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L + \varphi \cdot h_{\text{шат}})}$$

Олдинги ва орқа гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича (етакчи гилдиракларнинг шатаксираши) автомобил энгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

-автомобилнинг (хамма етакчи гилдираклари билан)

$$\operatorname{tg} \alpha = \varphi;$$

-автопоезднинг (автомобил-шатакчи хамма гилдираклари етакчи)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot G_a - f \cdot G_{\text{шат}}}{G_a + G_{\text{шат}}}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot G_a}{G_a + G_{\text{шат}}}$$

Автомобилнинг орқа етакчи гилдираклари билан ағдарилиши шартини белгилаш шарт:

$$R_{z1} > 0 \text{ ёки } \varphi < \frac{b}{h_0}.$$

Бўйламли қияликда ҳаракатланганда:

сирпаниши ағдарилишдан олдин содир бўлади

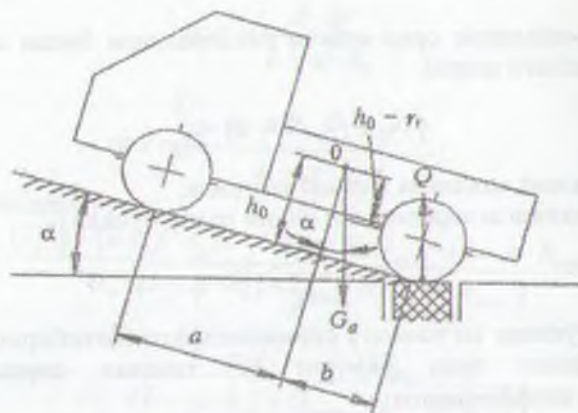
$$\frac{B}{2 \cdot h_0} > \varphi;$$

Орқа ўқнинг ён томонга сирпанишидаги (бинобарин, бутунлай автомобилнинг орқа ўқининг ён томонга сирпанишидаги) тиртиш кoeffициенти

$$\eta_0 = \sqrt{\varphi^2 \cdot \left(1 + \gamma_T \cdot \frac{h_0}{B}\right)^2 - \frac{\left(\gamma_T \cdot \frac{L}{B}\right)^2}{1 - \left(\frac{2 \cdot \varphi \cdot h_0}{B}\right)^2}},$$

бу ерда $\gamma_T = \frac{P_u}{G_1}$ - тиртиш кучи кoeffициенти (автомобил етакчи гилдиракларидagi йиғинди тиртиш кучининг етакчи гилдиракларга таъсир этган юкки нисбати).

1.1-масала. Автомобилни тиртиш схемасидан фойдаланиб (118-расм), унинг оғирлик марказидан йўл сиртигача бўлган масофа аниқлансин. Тарознинг кўрсатиши - $Q=17,6$ кН. Автомобил бўйлама ўқининг қиялик бурчаги $\alpha = 30^\circ$. Автомобилнинг техник параметрлари: автомобильнинг бўйлама ўқи бўйича оғирлик марказидан орқа ўқгача бўлган масофа $b=1,6$ м; олдинги ўқигача бўлган масофа $a=1,7$ м; орқа гилдиракка тушадиган оғирлик $G_1=16,0$ кН; гилдиракнинг радиуси $r_r=0,4$ м.



18-расм. Оғирлик маркази ўрнини топиш

Масаланинг ечилиши. Схемадан фойдаланиб, олдинги гилдиракларнинг таянч ўкига нисбатан ҳамма кучларнинг моментлари тенгламасини тузамиз:

$$Q \cdot (a + b) \cdot \cos \alpha - G_a \cdot a \cdot \cos \alpha - G_a \cdot (h_0 - r_w) \cdot \sin \alpha = 0$$

Тенгламани оғирлик марказининг баландлиги h_0 га нисбатан ечиб, қуйидагини топамиз:

$$h_0 = \frac{Q}{G_a} \cdot (a + b) \cdot \operatorname{ctg} \alpha - a \cdot \sin \alpha + r_w,$$

лекин

$$G_a = G_2 \cdot \frac{a + b}{a},$$

бўлганлигидан ўзгартиришлардан кейин қуйидагига эга бўламиз:

$$h_0 = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \left(\frac{Q}{G_2} - 1 \right) + r_w,$$

$$h_0 = 1,7 \cdot \sqrt{3} \cdot (1,1 - 1) + 0,4 = 0,694 \text{ м.}$$

3.2-масала. Тиркамали орқа етакчи гилдиракка эга бўлган автомобил-шатакчининг бўйлама статик кўтарилиш бурчаги аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 76,0 кН; тиркаманинг оғирлиги 52,0 кН; автомобил оғирлик марказининг координаталари: оғирлик марказидан орқа ўқкача бўлган масофа 1,2 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,4 м; Тиркама тортиш-тиркаш қурилмасининг жойлашув баландлиги 1,3 м га тенг.

Масаланинг ечилиши. Қуйидаги формуладан фойдаланиб,

Бурчанин бурчагини топамиз:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot a}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{уат}} \cdot h_{\text{уат}}},$$

$$\alpha = \arctg = \frac{76000 \cdot 1,2}{76000 \cdot 1,2 + 52000 \cdot 1,3} = 29^\circ 50'.$$

3.3-масала. Тиркамали орқа етакчи гилдиракли шатакчи автомобил энгиб ўтиши мумкин бўлган кўтарилишнинг чегаравий китталиги топилсин. Гилдиракларнинг ер билан илашиш коэффициенти 0,4. Ҳисоблашда қуйдагича қабул қилинсин: автомобилнинг огирлиги 80,0 кН; унинг базаси 0,4 м; огирлик марказининг баландлиги 1,1 м; огирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; тиркаманинг огирлиги 45 кН; тортиш-тиркаш қурилмасининг жойлашнинг баландлиги 1,0 м.

Маълумнинг ечилиши. Шатакчи автомобил энгиб ўтиши мумкин бўлган чегаравий кўтарилиш бурчаги:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(L - a) \cdot \varphi \cdot G_a}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{уат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{уат}})}.$$

Кўтарилиш бурчагини топамиз:

$$\alpha = \arctg = \frac{(4,2 - 1,8) \cdot 0,4 \cdot 80000}{80000 \cdot (4,2 - 0,4 \cdot 1,1) + 45000 \cdot (4,2 - 0,4 \cdot 1)} = 9^\circ 20'.$$

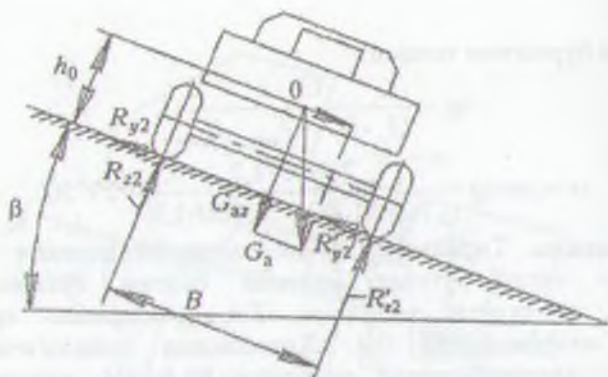
3.4-масала. Автомобилнинг гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича илашиш коэффициенти 0,4 бўлган йўлда 16° бурчакли кўтарилишда ҳаракатлана олиши аниқлансин. Ҳисоблашда қуйдагилар қабул қилинсин: автомобилнинг базаси 3,2 м; огирлик марказдан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,7 м; огирлик марказининг баландлиги 1 м.

Маълумнинг ечилиши. Автомобил энгиб ўтадиган кўтарилишнинг чегаравий бурчаги:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h_0}; \quad \alpha = \arctg = \frac{1,7 \cdot 0,4}{3,2 - 0,4 \cdot 1,0} = 13^\circ 40'.$$

Чегаравий кўтарилиш бурчаги берилган бурчакдан кичик бўлганини учун ҳаракатланиб бўлмайди.

3.5-масала. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,4 бўлган йўлда ҳаракатланишда автомобилнинг ён томонга айланиши мумкинлиги аниқлансин. Гилдираклар изи ораси 1,7 м; огирлик марказининг баландлиги 1,4 м (18-расм)



19-расм. Кўндаланг қияликли йўлда ҳаракатланишда автомобилга таъсир этувчи кучлар схемаси

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг барқарор ҳаракати шартидан кўриниб турибдики, автомобилнинг ағдарилиши мумкин эмас, у фақат ён томонга сирпаниши мумкин.

3.6-масала. Агар орқа ғилдиракларга тушадиган оғирлик 20,0 кН; оғирлик марказидан олдинги ўқгача бўлган масофа 2,0 м, ғилдиракнинг радиуси 0,5 м га тенг бўлса, автомобил оғирлик марказининг баландлиги аниқлансин. Автомобилни тортишда (19-расм) унинг олдинги қисмининг кўтарилиш бурчаги 32° ни ташкил этди; автомобилнинг олдинги қисми кўтарилиб турганида орқа ғилдиракларга тушадиган оғирлик (юклама) 21,5 кН га тенг бўлди.

3.7-масала. 3.6-масала шартидан фойдаланиб, агар автомобил олдинги қисмининг кўтарилиш бурчаги 39° гача ортса, орқа ғилдиракларга тушадиган юклама қандай ўзгаришини аниқланг.

3.8-масала. Юк ортилган автомобилнинг турғунлиги билан чекланган чегаравий кўтарилиш бурчаги топилсин. Ҳисоблашда қуйидагилар қабул қилинсин: автомобилнинг тўла оғирлиги 54,0 кН; олдинги ўққа тушадиган юклама 16,0 кН; автомобилнинг базаси 3,3 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,21 м. Ҳавонинг қаршилиги ва ғилдиракларнинг ғилдирашга қаршилиги ҳисобга олинмасин.

3.9-масала. Автомобилнинг 24° кўтарилиш билан ҳаракатланишида орқага ағдарилиши мумкинлиги аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиги ва ғилдиракларнинг ғилдирашга қаршилиги ҳисобга олинмасин. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлик марказининг баландлиги 1,2 м; оғирлик марказидан горизонтал бўйича етакчи ғилдиракларгача бўлган масофа 1,1 м.

4.10-мисал. Тиркама шатакка олинган текис ҳаракатланаётган, орқа ставки гилдираклари бор шатакчи автомобилнинг турғунлиги базаси белланган чегаравий кўтарилиш бурчаги топилсин. Автомобилда қуйдагилар қабул қилинсин: шатакчининг оғирлиги 16,0 кН; унинг оғирлик марказининг баландлиги 1,4 м; горизонтал бўлган оғирлик марказидан орқа гилдирак ўқларигача бўлган масофа 1,2 м; тиркаманинг оғирлиги 52,0 кН; тортиш-тиркаш қўлқўлағининг жойлашиш баландлиги 1,3 м. Ҳавонинг қаршилиги ва гилдиракларнинг гилдирашга қаршилиги ҳисобга олинмасин.

4.11-мисал. 3.8-масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар автомобилнинг оғирлик маркази баландлиги 0,9 м гача камайса, чегаравий кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

4.12-мисал. Орқа ставки гилдираклари бор автомобилнинг орқа қаршилиги коэффиценти 0,3 бўлган йўлда ҳаракатланаётганда енгиб ўтадиган чегаравий кўтарилиш бурчаги илашиш шартлари бўйича аниқлансин. Автомобилнинг техник ўлчамлари: базаси 3 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м.

4.13-мисал. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,4 бўлган йўлда ҳамма ставки гилдираклари билан ҳаракатланаётган автомобил ставки енгиб ўтиши мумкин бўлган чегаравий кўтарилиш бурчаги аниқлансин. Ҳисоблашда қуйдагилар қабул қилинсин: шатакчининг оғирлиги 80 кН; базаси 4,2 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,1 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; тиркаманинг оғирлиги 45,0 кН; тортиш-тиркаш қўлқўлағининг жойлашиш баландлиги 1,0 м.

4.14-мисал. Автомобилнинг 22° кўндаланг қияликли йўлда текис барқарор ҳаракатланишига йўл қўювчи оғирлик маркази баландлигининг максимал қиймати топилсин. Масалани ечишда автомобилнинг турғунлиги ён томонга сирпаниш бўйича таъминланган деб қабул қилинсин. Автомобил гилдираги излари орасидаги масофа 1,6 м.

4.15-мисал. Автомобилнинг гилдираклари билан йўлнинг илашиш коэффиценти 0,5 бўлган йўлда ҳаракатланишида унинг орқа қаршилиги ён томонга сирпанишига қарши турғунлик коэффиценти аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 3,4 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; кетинги гилдираклар орасидаги масофа 1,6 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Тортиш кучининг катталиги коэффиценти 0,2.

4.16-мисал. 3.13-масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар автомобил гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффиценти 0,6

бўлса, орка ўқнинг тургунлик ён томонга сирпанишига қарши коэффициентни қандай ўзгартириш аниқлансин.

3.17-масала. 3.13 масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар оғирлик марказининг баландлиги 1 м гача ортса, орка ўқнинг ён томонга сирпанишига қарши тургунлик коэффициентни қандай ўзгартириш аниқлансин.

3.18-масала. Автомобил гилдирақининг йўл билан илашши коэффициентни 0.5 бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Гилдирақ қуйидаги ҳолларда ишлаганда илашши бўйича ён реакцияларининг чегаравий қийматлари аниқлансин: а) гилдирашга қаршилик коэффициентни 0.03 бўлганда етакланувчи режимда ишлаганда б) бўйлама куч коэффициентни 0.3 бўлганда етакчи режимда ишлаганда, в) бўйлама куч коэффициентни 0.4 бўлганда тормозланиш режимда ишлаганда.

3.19-масала. 10.0 кН нормал куч билан юкланган гилдирақ унинг йўл билан илашши коэффициентни 0.7 бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Илашши бўйича гилдирақ узатадиган ён реакциянинг катталиги аниқлансин: а) агар у бўйлама реакциядан икки марта катта бўлса, б) бўйлама реакциядан икки марта кам бўлса. Қуйидагилар қабул қилинсин: гилдирақ излари орасидаги масофа 1.8 м, оғирлик марказининг баландлиги 2.4 м, гилдирақларининг йўл билан илашши коэффициентни 0.5. Сирпаниш ва ағдарилиш бўйича чегаравий бурчаклар ўзаро тенг бўлиши учун оғирлик марказининг баландлигини неча фоизга ўзгартириш керак?

3.21-масала. Автомобилнинг қўндаланг қиялиги 35° бўлган йўлда ён томонга-сирпанишсиз ёки ағдарилмасдан ҳаракатлана олиши аниқлансин. Шиналарнинг йўл билан илашши коэффициентни 0.6, оғирлик марказининг баландлиги 1.2 м, гилдирақ излари орасидаги масофа 1.4 м га тенг қилиб қабул қилинсин. Етакчи гилдирақлардаги тортиш кучи нолга тенг қилиб олинсин.

3.22-масала. Юк автомобилни гилдирақлари излари орасидаги масофа 2.0 м; оғирлик марказининг баландлиги 1.8 м га тенг. Қўндаланг қиялиги 36° бўлган йўлда ҳаракатланишни таъминлаш учун алоҳида ҳолда гилдирақ излари орасидаги масофани ва оғирлик марказининг баландлигини қандай катталикка ўзгартириш кераклиги аниқлансин.

3.23-масала. Автобуснинг қўндаланг қиялиги 30° бўлган йўлда ҳаракатлана олиши аниқлансин. Қуйидагилар қабул қилинсин: гилдирақларининг йўл билан илашши коэффициентни 0.7, гилдирақ излари орасидаги масофа 1.9 м; оғирлик марказининг баландлиги 1.5 м. Гилдирақлардаги тортиш кучини нолга тенг

Автомобилнинг.

1,24-мисала. Автомобилнинг кўндаланг қиялиги 38° ва тегишчилик коэффициенти 0,75 бўлган. Автомобилнинг ағдарилиш мумкинлиги аниқлансин. Гилдираклар излари орасидаги масофа 1,59 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,38 м.

1,25-мисала. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти йўлни қуруқ ва нам ҳолатида тегишлича 0,6 ва 0,7 бўлган кўндаланг қияликли йўлнинг енгил автомобил учун ён томонга сирпаниш ва ағдарилиш бўйича чегаравий кўндаланг қиялиги бурчаклари аниқлансин. Автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,44 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Гилдираклардаги тортиш кучи нолга тенг деб қабул қилинсин.

1,26-мисала. Фургон автомобилнинг ён томонга сурилиш ва ағдарилиш бўйича критик тезликлари аниқлансин. Оғирлик марказининг баландлиги 2,2 м; гилдирак излари орасидаги масофа 1,63 м; бурилиш радиуси 50 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6. Гилдиракдаги тортиш кучи нолга тенг деб қабул қилинсин. Бу тезликлар гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти билан қайси қийматида ўзаро тенг бўлади?

1,27-мисала. Автомобил радиуси 20 м бўлган бурилишда ҳаракатланмоқда. Автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,63 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,38 м деб қабул қилинсин. Автомобил кўндалангига ағдарилмасдан қандай максимал тезликда ҳаракатланиши мумкинлиги аниқлансин. Қандай бурилиш бurchида максимал тезлик икки марта катта бўлади?

1,28-мисала. Юкланган ва юкланмаган автомобил радиуси 15 м бўлган бурилишда ҳаракатланганида ағдарилиш шarti бўйича критик тезликлари неча фоизга фарқ қилади? Автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,75 м; юксиз автомобил оғирлик марказининг баландлиги 1,387 м; юк ортилганиники 0,07 м деб қабул қилинсин.

1,29-мисала. Юк автомобили йўлнинг горизонтал участкасида, 15 м/с тезлик билан ағдарилмасдан ҳаракатланаётганида қандай минимал радиус билан ағдарилмасдан бурила олади? Автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 2,08 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,45 м. Гилдиракнинг минимал бурилиш радиуси билан бурилаётганда ён томонга сирпаниш бurchи билан йўл билан илашиш коэффициенти билан қайси қийматида тенг бўлади?

1,30-мисала. Гилдираклар билан йўлнинг илашиш

коэффициенти 0,4 бўлган йўлда бурилаётган юк автомобилининг кўндалангига ағдарилиши мумкинлиги аниқлансин. Автомобил оғирлик марказининг баландлиги 1,45 м; гилдирак излари орасидаги масофа 2,03 м. Автомобил илашиш коэффициенти икки марта катта бўлган йўлда ағдарилмаслиги учун оғирлик марказининг баландлиги ва автомобил излари орасидаги масофани ҳар қайсисини алоҳида қандай катталikka ўзгартириш зарур?

3.31-масала. Енгил автомобил инерция билан 20,8 м/с тезликда ҳаракатланмоқда. Агар йўл участкасида кўндаланг қиялик бўлмаса, автомобилнинг сирпаниш ва ағдарилиш бўйича минимал тургун бурилиш радиуси аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6; автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,21 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,58 м.

3.32-масала. Илашиш коэффициентининг қандай қийматида 100 м радиус ва 22,8 м/с максимал тезлик билан юк автомобилининг ён томонга сирпаниши юз беради? Оғирлик марказининг баландлиги 0,6 м бўлган автомобилнинг гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффициенти икки марта катта бўлган йўлда ҳаракатланганида ағдарилмайдиган бўлиши учун гилдираклар изи орасидаги масофа ҳисоблансин.

3.33-масала. Агар автомобил радиуси 50 м бўлган айлана бўйлаб 20 м/с тезликда ҳаракатланишда бурилиш марказига нисбатан ички гилдиракларнинг йўл сиртидан ўзилиши содир бўлса, автомобил оғирлик марказининг баландлиги аниқлансин. Автомобил гилдираклари орасидаги масофа 1,7 м. Ушбу ҳол илашини коэффициентининг қандай қийматида рўй бериши мумкин?

3.34-масала. Автомобилнинг 40 м радиуси айлана бўйлаб ҳаракатдаги ағдарилиш бўйича критик тезлик аниқлансин. Автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,8 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,28 м. Агар зичлиги кам юкларни ташишда оғирлик маркази баландлиги 1,3 марта ортса, критик тезлик қанчага ортади?

3.35-масала. Юк автомобилининг радиуси 50 м ли бурилишда 17 м/с тезлик билан ҳаракатланаётгандаги ағдарилиш бўйича тезлик захирасининг фоизи топилсин. Автомобил гилдираклар изи орасидаги масофа 1,95 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,34 м.

3.36-масала. Енгил автомобил кўндаланг қиялиги 25° бўлган йўлда радиуси 50 м ли виражда ҳаракатланмоқда. Автомобил ағдарилмаслиги учун қандай максимал тезликда ҳаракатланиши мумкинлиги ҳисоблансин. Автомобил гилдираклари изи орасидаги

маркази 1,22 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,63 м. Йўл кўндаланг қиялигининг қандай бурчагида ҳарқандай ҳаракатланиш ҳолатида автомобил ағдарилмайди?

3.37-масала. Юк автомобили виражда ҳаракатланмоқда. Сирпаниш бўйича автомобилнинг барқарор ҳаракатланиши учун йўл кўндаланг қиялигининг минимал бурчагининг қиймати аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,65. Виразанинг эгрилик радиуси 20 м.

3.38-масала. 60 м радиусли виражда ҳаракатланаётган автомобил учун йўл кўндаланг қиялигининг ағдарилиш ва ён томонга сирпаниш бўйича 20 м/с тезлик билан барқарор ҳаракат қилаётганда минимал бурчаги аниқлансин. Оғирлик марказининг баландлиги 1,6 м; автомобил гилдираклари изи орасидаги масофа 1,9 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6.

3.39-масала. Вираз радиуси 100 м ва кўндаланг қиялиги 4 бўлган йўлда автомобилнинг энг катта тезлиги аниқлансин. Автомобил колеяси 1,44 м; оғирлик маркази баландлиги 0,83 м. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6.

3.40-масала. Автомобил йўлнинг горизонтал участкасида радиуси 500 м бўлган эгри чизикли траектория бўйича ҳаракатланмоқда. Радиуси 300 м ли вираз учун йўлнинг кўндаланг қиялиги бурчаги ҳисоблансин. Бунда бу вираз бўйича ҳаракатланишда автомобилнинг критик тезлиги ён томонга сирпаниш бўйича горизонтал йўлда ҳаракатланишдаги критик тезликка тенглашиш коэффициенти ҳар икки ҳолда 0,6 га тенг.

3.41-масала. Автомобилнинг 200 м радиусли виразда ва йўлнинг кўндаланг қиялиги 7° бўлганда ҳаракатланишида сирпаниш бўйича критик тезлиги аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5. Критик тезлик 20% га ортиши учун йўл кўндаланг қиялиги бурчагини неча фоизга ошириш керак?

3.42-масала. Агар оғирлик кучининг кўндаланг ташкил қилиниши ва автомобилнинг марказдан қочма инерция кучлари бир томонга йўналган бўлса, автомобил виразда ҳаракат қилгандаги ағдарилиш бўйича критик тезлик аниқлансин. Автомобил оғирлик марказининг баландлиги 1,0 м; гилдираклар изи орасидаги масофа 1,9 м; виразнинг қиялик бурчаги 20° ; бурилиш радиуси 20 м.

3.43-масала. Тула оғирлиги 12,0 кН бўлган олди юритмали автомобил учун, етакчи кўприкнинг ён томонга сурилиши бўйича, йўлнинг қиялик бурчаги аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5; автомобилнинг базаси 2,1 м; оғирлик

марказидан орқа ўқкача бўлган масофа 1,2 м; етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 1,5 кН.

3.44-масала. Юк автомобили йўлнинг кўндаланг қиялиги 10% эгри чизикли участкасида 10 м/с тезлик билан, орқа етакчи ўқи ён томонга қараб сирпанмасдан ҳаракатлана оладими? Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6; бурилишнинг эгрилик радиуси 30 м; автомобилнинг оғирлиги 142,25 кН; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 2,74 м; автомобилнинг базаси 3,85 м; гилдираклардаги тортиш кучи 5,0 кН.

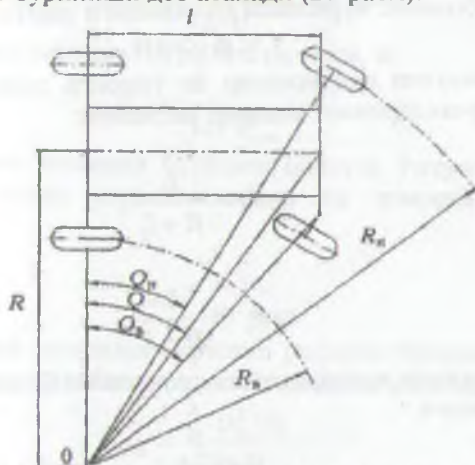
3.45-масала. Юк автомобили 14 м/с тезлик билан, орқа етакчи ўқи ён томонга сирпанмасдан ҳаракатлана оладиган, кўндаланг қиялиги йўқ йўлнинг максимал бурилиш радиуси ҳисоблансин. Автомобилнинг оғирлиги 58,6 кН; базаси 3,3 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 2,0 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6; етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 2,0 кН.

3.46-масала. Олд юритмалли автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган йўлда, 600 м радиусли бурилишда ҳаракатланмоқда. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,4; гилдиракда қаршилик коэффициентини 0,03; автомобилнинг оғирлиги 14,4 кН, шу жумладан олдинги ўққа 52% оғирлик тушади; суйриланувчанлик омили $0,4 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Автомобилнинг олдинги ва орқа ўқларининг ён томонга сурилиши бўйича критик тезликлари топилсин.

4. АВТОМОБИЛНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИГИ

4.1. ЯККА АВТОМОБИЛНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИГИ

Ўтақчи гилдиракларнинг вазиятини ўзгартириш ёрдамида автомобил бўйлама ўқининг вазиятини йўл сиртида ўзгартириш автомобилнинг бурилиши деб аталади (20-расм).



20-расм. Автомобилнинг ён томонга сурилмасдан бурилиш схемаси

Автомобилнинг берилган йўналишни уни бошқариш органларига таъсир кўрсатишга мувофиқ ўзгартириш хусусияти бошқарилувчанлик деб аталади.

Бошқариш органларига таъсир кўрсатилганда автомобилнинг берилган траектория бўйича ҳаракатланиш йўналишини ўзгартириш хусусияти бурилувчанлик деб аталади.

Траекториядан четга чиқиш - тезлик векторининг ҳаракат траекторияси йўналишидан четга чиқишидир.

Курс бўйича четга чиқиш - автомобил бўйлама ўқининг ҳаракат - траектория йўлидан четга чиқишидир.

Автомобилнинг бурилиш қобилияти бурилувчанлик билан тавсифланади.

Қуйидаги шартлар бажарилганда бурилувчанлик яхши бўлади:

1. Бошқариладиган гилдирак ён томонга сирпанмасдан гилдирайди.

2. Рул юритмаси бошқариладиган гилдиракларнинг бурилиш бурчакларининг тўғри нисбатини таъминлайди.

3. Автомобилнинг компоновкаси, осма ва шиналар олдинги ва

орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаклари ўртасида оптимал нисбатни таъминлайди.

4. Рул бошкармасининг конструкцияси йўл томондаги бошқариладиган гилдиракларга таъсир этаётган кучлар тўғрисида фикр юритишга имкон беради.

Автомобилнинг бурилиши мумкинлиги шарти:

$$f < \varphi \cdot \cos \theta.$$

Бошқарилувчи гилдираклар ён томонга сурилмаганида зарур бурилиш бурчакларининг назарий катталиги:

- ташки

$$\operatorname{tg} \theta_{\tau} = \frac{L}{R + l_0};$$

- ички

$$\operatorname{tg} \theta_u = \frac{L}{R - l_0}.$$

Гилдиракка ён кучларнинг таъсири сабаб бўладиган ён томонга сурилиш бурчаги:

$$\delta = \frac{P_c}{K_c}.$$

Автомобилнинг бошқарилувчи гилдиракларининг бурилиш бурчаклари ўртасидаги нисбат:

$$\operatorname{ctg} \theta_{\tau} - \operatorname{ctg} \theta_u = \frac{l_0}{L};$$

$$\operatorname{ctg} \theta_{\tau} + \operatorname{ctg} \theta_u = \frac{2 \cdot R}{L};$$

$$\operatorname{ctg} \theta = 0,5 \cdot (\operatorname{ctg} \theta_{\tau} + \operatorname{ctg} \theta_u)$$

ёки

$$\theta = 0,5 \cdot (\theta_{\tau} + \theta_u).$$

Автомобил рул гилдирагининг бурилиш бурчаги, град.

$$\theta_{\text{ук}} = \theta \cdot i_{\text{pm}} \cdot i_{\text{pn}}.$$

Автомобилнинг ўртача бурилиш бурчаги горизонтал йўлда, м:

- олдинги ва орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиши бўлмаганда (бикир шинали)

$$R = L \cdot \operatorname{ctg} \theta;$$

- олдинги ва орқа гилдираклар ён томонга сурилганида (эластик шинали)

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2}$$

$$R = \frac{L^2 - \frac{G_a}{g} \cdot v_a^2 \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}{L \cdot \theta}$$

Автомобилнинг минимал бурилиш радиуси, м:

$$R_{\min} = \frac{L}{\sin \theta_{\max}}$$

Автомобилнинг минимал бурилиш радиуси ўзгармас бурилиш бурчиги билан текис ҳаракатланишда ён томонга сирпаниш шартларидан, м:

$$R_{\min} = \frac{v_a^2}{g \cdot \varphi}$$

Автомобилнинг минимал бурилиш радиуси ўзгармас бурилиш бурчиги билан текис ҳаракатланишда ағдарилиш шартларидан, м:

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot v_a^2 \cdot h_v}{B \cdot g}$$

Автомобилнинг ташқи габарит бурилиш радиуси, м:

$$R_{\text{габ max}} = R_{\min} + \Delta_1$$

Автомобилнинг ички габарит бурилиш радиуси, м:

$$R_{\text{габ min}} = R_{\min} - \Delta_2$$

Гиддирак излари бўйича бурилиш эни, м:

$$B_n = R_{\min} - R_{\text{габ min}}$$

Габарит ҳаракатланиш полосаси, м:

$$B_r = R_{\text{габ max}} - R_{\text{габ min}}$$

Гиддиракнинг ён кучлари таъсири сабаб бўладиган ён томонга сурилиш бурчаги, рад:

$$\delta = \frac{P_{\varepsilon}}{k_c}$$

Гиддиракнинг ишлаш шароитларини ҳисобга олган ҳолда сурилиш ён томонга сурилишга қаршилик коэффициенти, рад/Н:

$$k_c = k_{c0} \cdot q_z \cdot q_m \cdot q_{\varphi}$$

Гиддиракнинг ён томонга сурилишга қаршилик коэффициентининг шартли ўлчамлари ва ундаги ҳаво босимига боғлиқлиги, рад/Н:

$$k_{c0} = 0,76 \cdot b_{ш} \cdot (d + 2 \cdot b_{ш}) \cdot (0,1 + P_{ш}) \cdot 10^6.$$

Меъёридаги юкламанинг оптимал юкламадан четга чиқинининг ҳисобга олувчи тузатиш (коррекция) коэффициентини:

$$q_z = 2,4 \cdot \alpha_z - 1,8 \cdot \alpha_z^2 + 0,4 \cdot \alpha_z^3,$$

бу ерда $\alpha_z = \frac{R_z}{R_{z\text{ опт}}}$.

Ғилдиракка таъсир қилувчи бўйлама кучни ҳисобга олувчи тузатиш коэффициентини:

$$q_m = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{R_x}{\varphi \cdot R_z} \right)^2}}{1 + 0,375 \cdot \frac{R_x}{R_z}}.$$

Ён кучининг ғилдиракнинг четга сурилиш бурчагига нозиклиги боғлиқлигини ҳисобга олувчи коэффициент:

$$q_\varphi = \frac{\arctg \cdot \left[\frac{\pi \cdot k_{c0} \cdot (\delta - \delta_0)}{2 \cdot \varphi \cdot R_z} \right]}{\frac{\pi \cdot k_{c0} \cdot (\delta - \delta_0)}{2 \cdot \varphi \cdot R_z}}.$$

Олдинги ғилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаги, рад:

$$\delta_1 = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R \cdot \cos \theta} \cdot \frac{a}{k_{c1} \cdot L}.$$

Орқа ғилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаги, рад:

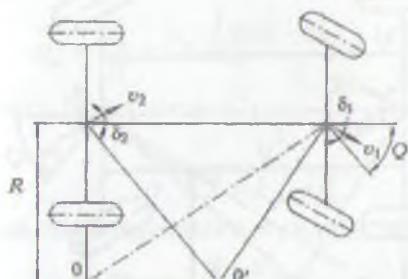
$$\delta_2 = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} \cdot \frac{a}{k_{c2} \cdot n_{ц} \cdot L},$$

бу ерда $n_{ц}$ - битта ўқдаги ғилдираклар сони.

Автомобилнинг бурилувчанлиги:

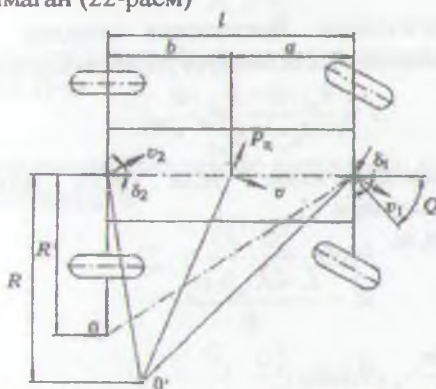
- нейтрал (21-расм)

$$\delta_1 = \delta_2 \quad \text{ёки} \quad \frac{\omega_a}{\theta} = \frac{v_a}{L};$$



21-расм. Нейтрал бурилувчан автомобилнинг бурилиш схемаси

• етарли бўлмаган (22-расм)



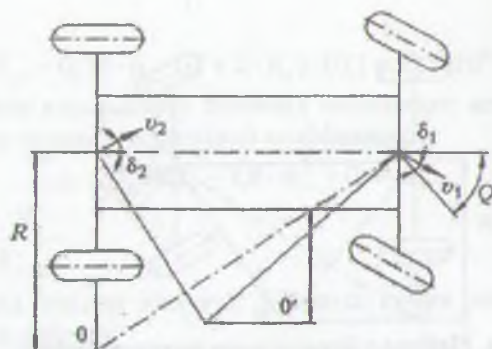
22-расм. Бурилувчанлиги етарли бўлмаган автомобилнинг бурилиш схемаси

• ортикча (23-расм).

Нейтрал бурилувчанлик нуқталарининг координатлари:

$$a = \frac{L \cdot k_{c1}}{k_{c1} + k_{c2}};$$

$$b = \frac{L \cdot k_{c2}}{k_{c2} + k_{c1}}.$$



23-расм. Бурилувчанлиги ортиқча автомобилнинг бурилиш схемаси

Нейтрал бурилувчанлик нуктасидан оғирлик марказигача бўлган масофа (йўналишнинг статик турғунилик захираси)

$$l = \frac{k_{c1} \cdot b - k_{c2} \cdot a}{k_{c1} - k_{c2}}$$

Айланма ҳаракатда икки ўқли якка автомобилнинг бурилувчанлик параметрлари:

- бурилиш радиуси, м,

$$R = \frac{L - K_{пв} \cdot v_a^2}{\theta},$$

бу ерда $k_{нс} = \frac{m_2}{k_{дн2}} - \frac{m_1}{k_{дн1}}, c^2 / м$;

- бурилиш марказидан орқа ўқкача бўлган масофа, м,

$$C = \frac{m_2 \cdot v_a^2}{k_{дн2}};$$

- бурилиш бурчак тезлиги:

а) гилдиракларнинг ён томонга сурилиши бўлмаганда, рад/с,

$$\omega_a = \frac{v_a \cdot \theta}{L - k_{нс} \cdot v_a^2}$$

ёки

$$\omega_a = \frac{v_a}{R} = \frac{v_a \cdot \operatorname{tg} \theta}{L};$$

б) олдинги ва орқа ўқлар ён томонга сурилганида, рад/с,

$$\omega_a = \frac{v_a}{R} = \frac{v_a \cdot [tg(\theta - \delta_1) + tg\delta_2]}{L},$$

• бошқаришга сезгирлиги, c^{-1} ,

$$\frac{\omega_a}{\theta} = \frac{v_a^2}{L - k_{нс} \cdot v_a^2}.$$

Бурилишда траекториянинг эгрилиги, м

$$K = \frac{\theta_p}{i_{py} \cdot (L - k_{нс} \cdot v_a^2)}$$

ёки

$$K = \frac{1}{R}.$$

Олд юритмали автомобилнинг тортиш кучи ҳосил қиладиган буриш моменти Н·м:

$$M_{\phi} = P_{\kappa} \cdot L \cdot \sin \theta.$$

Бурилишда гилдиракка таъсир қилувчи ён кучлар, Н:

• олд гилдиракларга

$$P_{\phi n1} = \frac{G_1}{g} \cdot \frac{v_a^2}{L} \cdot \sin \theta$$

ёки

$$P_{\phi n1} = \frac{G_1}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} \cdot \cos \theta;$$

• орқа гилдиракларга

$$P_{\phi n2} = \frac{G_2}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R}.$$

Бурилишда автомобилнинг оғирлик марказига таъсир қилувчи марказдан кочма куч, Н:

$$P_{\kappa} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R \cdot \cos \beta_p}.$$

Горизонтал йўлда автомобилнинг барқарорлашган рул (бурилиш) ҳаракатининг критик тезлиги, м/с:

• ён томонга сирпаниш бўйича

$$v_a = \sqrt{2 \cdot \varphi \cdot g \cdot R};$$

• ён томонга ағдарилиш бўйича

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h_0}};$$

- бурилишда

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot L^2}{G_a \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}}.$$

Кўндаланг қияликли йўл (вираж)да автомобилнинг бурилиш тезлиги, м/с:

- ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot (\varphi + \operatorname{tg} \beta)}{2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta}};$$

- ён томонга ағдарилиш бўйича

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot (B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta)}{2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta}}.$$

Автомобилнинг критик ҳаракатланиш тезлиги, м/с:

- бошқарилувчанлик бўйича

$$v_a = \sqrt{\left(\frac{\varphi^2 - f^2}{\operatorname{tg} \theta} - f \right) \cdot g \cdot L \cdot \cos \theta};$$

- гилдиракларнинг ён томонга сурилиши бўйича

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\frac{G_2}{k_{c2}} - \frac{G_1}{k_{c1}}}}.$$

Кўндаланг қиялик йўқ йўлда автомобил ён томонга ағдарилмайдиган чегаравий тезлик, м/с:

$$v_a^2 + m \cdot v_a - n = 0,$$

$$\text{бу сзда } m = \frac{b}{L} \cdot \frac{L^2 + R^2}{R} \cdot \omega_n;$$

$$n = g \cdot R \cdot \frac{B}{2 \cdot h_0} - C \cdot L \cdot j;$$

$$\text{бунда } C = \frac{a}{L};$$

$$\omega_n = \frac{d\theta}{dt}, \text{ с}^{-1}.$$

4.2. ТИРКАМАЛИ ШАТАКЛАГИЧНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИГИ

Автопоезд траекториясининг нисбий силжиши

$$\lambda_{an} = 1 - \frac{R_{np}}{R}.$$

Автопоезднинг бурилиши учун зарур бўлган йўлак эни, м:

$$B_a = R_{km} - R_{kn}.$$

180° га бурилиш полосасининг эни (орқага юрмасдан ва маневр қилмасдан), м:

$$B_{180} = 2 \cdot R_{km} + \Delta_x,$$

бу ерда Δ_x - хавфсиз ҳаракатланиш учун зарур бўлган қўшимча қимоя зонаси, м ($\Delta_x = 0,3 \dots 0,5$ м).

4.1-масала. Автомобил шиналарининг ён томонга сурилиши автокуд бўлганда ва олдинги ғилдирақларнинг ўртача бурилиш бурчагининг катталиги $10^\circ 30'$ да 20 м радиусли траектория билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг базаси 3,7 м. Агар олдинги ғилдирақлар шиналарининг ён томонга сурилиш бурчаги 5° бўлса, орқа ғилдирақларнинг ён томонга сурилиш бурчагининг катталиги ва автомобилнинг бурилувчанлиги топилсин.

Масаланинг ечилиши. Олдинги ва орқа ғилдирақлар шиналарининг ён томонга сурилишини ҳисобга олганда горизонтал бўладиган автомобилнинг ўртача бурилиш радиуси, м:

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta - \varphi_1) + \operatorname{tg}\delta_2}.$$

Бундан

$$\operatorname{tg}\delta_2 = \frac{L - R \cdot \operatorname{tg}(\theta - \varphi_1)}{R} = \frac{3,7 - 20 \cdot \operatorname{tg}(10^\circ 30' - 5^\circ)}{20} = 0,0887,$$

$$\delta_2 = \operatorname{arctg} 0,0887 = 5^\circ.$$

Демак, $\delta_1 = \delta_2 = 5^\circ$ бўлгани учун автомобил нейтралдаги бурилувчанликка эга.

4.2-масала. Агар автомобилнинг тўла оғирлиги 8400 Н, базаси 2,16 м, ётакчи ғилдирақларга юклама коэффиценти 0,55; олдинги ғилдирақларнинг ён томонга сурилишига қаршилик 392 Н/град, орқа ғилдирақларники 436 Н/град бўлса, ғилдирақларнинг ён томонга сурилиш шартлари бўйича автомобилнинг критик (чегаравий) бурилиш топилсин.

Масаланинг ечилиши. Гилдиракларнинг ён томонга сурилиши бўйича автомобилнинг критик ҳаракатланиш тезлиги, м/с:

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\frac{G_2}{k_{c2}} - \frac{G_1}{k_{c1}}}};$$

$$G_2 = 0,55 \cdot G_a = 0,55 \cdot 8400 = 4620 \text{ Н};$$

$$G_1 = G_a - G_2 = 8400 - 4620 = 3780 \text{ Н};$$

$$v = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 2,16}{\frac{4620}{436} - \frac{3780}{392}}} = 4,6 \text{ м/с}.$$

4.3-масала. Автомобил эгрилик радиуси 100 м бўлган йўлда 54 км/с тезлик билан ҳаракатланганида олдинги бошқариладиган гилдиракларни қандай ўртача бурчакка буриш керак? Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлиги 19,6 кН; базаси 2,8 м; горизонтал бўйича оғирлик марказидан етакчи гилдиракларининг ўқларигача бўлган масофа 1,3 м; орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиш коэффиценти $1,8 \cdot 10^{-5}$ Н/рад; олдинги ўқ гилдираклариники $-2 \cdot 10^{-5}$ Н/рад.

Масаланинг ечилиши. Горизонтал йўлда автомобилнинг ўртача бурилиш радиуси, м:

$$R = \frac{L^2 - \frac{G_a}{g} \cdot v_a^2 \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}{L \cdot \theta}.$$

Бундан

$$\theta = \frac{L^2 - \frac{G_a}{g} \cdot v_a^2 \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}{L \cdot R};$$

$$\theta = \frac{2,8^2 - \frac{19600}{9,81} \cdot \frac{5,4^2}{3,6^2} \cdot (1,5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} - 1,3 \cdot 2 \cdot 10^{-5})}{2,8 \cdot 100} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ рад}.$$

4.4-масала. Автомобил барқарор ҳаракатланиш учун бурилишидаги критик (чегаравий) тезлик топилсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 3,5 м; горизонтал бўйича оғирлик марказидан орқа ўқкача бўлган масофа 1,3 м; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффиценти $1,7 \cdot 10^{-5}$; олдинги ўқники $2,2 \cdot 10^{-5}$; автомобилнинг оғирлиги 27,0 кН.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг горизонтал йўл бўйича

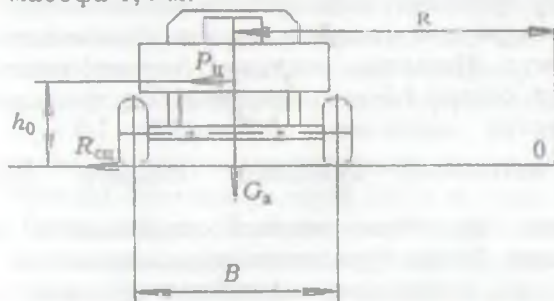
бурилишда ҳаракатланишидаги критик (чегаравий) тезлик, м/с:

$$v_a = \sqrt{\frac{g \cdot L^2}{G_a \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}}$$

$$v_a = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 3,5^2}{27000 \cdot (2,2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} - 1,3 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5})}} = 22,4 \text{ м/с}.$$

4.5-масала. 24-расмда келтирилган схемадан фойдаланиб, сирпаниш ва ағдарилиш шартларидан автомобилнинг минимал бурилиш радиуси аниқлансин.

Автомобил бурилишда инерция бўйича 54 км/соат тезликда ҳаракатланмоқда. Йўл горизонтал, ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,3. Автомобилнинг техник маълумотлари: сирпик марказининг баландлиги 0,9 м; ғилдирақлар излари орасидаги масофа 1,4 м.



24-расм. Автомобилга бурилишда таъсир этувчи кучлар

Масаланинг ечилиши. Ўзгармас бурилиш бурчаги билан текис ҳаракатланишда ён томонга сирпаниш шартидан автомобилнинг минимал бурилиш радиуси

$$R_{\min} = \frac{v_a^2}{3,6^2 \cdot g \cdot \varphi} = \frac{54^2}{3,6^2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 76,5 \text{ м}.$$

Ўзгармас бурилиш бурчаги билан текис ҳаракатланишда ағдарилиш шартидан автомобилнинг минимал бурилиш радиуси

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot v_a^2 \cdot h_0}{3,6^2 \cdot B \cdot g} = \frac{2 \cdot 54^2 \cdot 0,9}{3,6^2 \cdot 1,4 \cdot 9,81} = 29,5 \text{ м}.$$

Ҳисоббарин, ағдарилишдан сирпаниш олдин юз беради.

4.6-масала. Автомобил ғилдирақларининг йўл билан илашиш коэффициенти 0,2 бўлган сирпанчик йўлда радиуси 60 м бўлган бурилишда ҳаракатланмоқда. Чегаравий тезлик қиймати

топилсинки, шу тезликкача автомобил ён томонга сирпаниш хавфсиз бурилишда ҳаракатлана олади. Масалани ечишда ён томонга ағдарилиш шarti бўйича автомобилнинг турғунлиги таъминланади деб қабул қилинсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг ён томонга сирпаниш бўйича минимал сурилиш радиуси шartидан, м:

$$R_{\min} = \frac{v_a^2}{g \cdot \varphi}$$

қуйидагига эга бўламиз

$$v_a = \sqrt{g \cdot \varphi \cdot R_{\min}} = \sqrt{9,81 \cdot 0,2 \cdot 60} = 10,85 \text{ м/с}$$

ёки

$$v_a = 10,85 \cdot 3,6 = 39 \text{ км/соат}.$$

4.7-масала. Автомобилнинг бурилишдаги чегаравий тезлиги аниқлансин, бу тезликдан юқори тезликда ҳаракат нотурғун бўлади. Масалани етакланувчи ғилдиракларнинг бурилишдаги бурчак тезлиги мавжуд бўлганида ечилсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 4,0 м; ғилдирак излари орасидаги масофа 1,3 м; оғирлик марказининг баландли 1,0 м; катталиги $c = \frac{b}{L} = 0,4$; автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган та ғилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7 билан тавсифланадиган йўлда бурилишда ҳаракатланмоқда. Бурилиш радиуси 40 м; илгарилама ҳаракатда тезланиш $0,8 \text{ м/с}^2$; бошқариладиган ғилдиракларнинг бурилишдаги бурчак тезлиги $\omega_k = 0,4 \text{ с}^{-1}$.

Масаланинг ечилиши. $\frac{B}{2 \cdot h_0} = 0,65 < \varphi = 0,7$ бўлганлиги учун

автомобилнинг ағдарилиши сирпанишдан олдин юз беради.

Бошқариладиган ғилдиракларнинг бурчак тезлиги мавжуд бўлганда автомобилнинг чегаравий ҳаракатланиш тезлиги

$$v_a^2 + m \cdot v - n = 0,$$

бу ерда $C \cdot \frac{L^2 + R^2}{R^2} \cdot \omega_k = 0,4 \cdot \frac{4^2 + 40^2}{40^2} \cdot 0,4 = 6,44$;

$$m = R \cdot g \cdot \frac{B}{2 \cdot h_0} - C \cdot L \cdot j = 40 \cdot 9,81 \cdot 0,65 - 0,4 \cdot 4 \cdot 0,8 = 253,86$$

Квадрат тенгламани ечиб, автомобилнинг чегаравий тезлигини топамиз: бу тезликкача ён томонга ағдарилиш юз

бормайди:

$$v_{\text{г}} = 13 \text{ м/с ёки } v_{\text{д}} = 49 \text{ км/соат.}$$

4.8-масала. Автомобилнинг ён томонга сирганиши ёки ағдарилиш ва қандай минимал бурилиш радиусида олдин юз бериниш аниқлансин. Ҳаракат инерция бўйича, гилдаракларнинг йўл билан ялашиш коэффициенти 0.5 билан тавсифланадиган горизонтал йўлда содир бўлади. Автомобилнинг бурилишда ҳаракатланиш тезлиги 45 км/соат. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлик марказининг баландлиги $h_c = 1.7$ м, гилдирак излари орасидаги масофа 1.5 м.

4.9-масала. Автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган йўлда бурилиш радиуси 40 м бўлган бурилишда ҳаракатланмоқда. Тезликнинг шундай чегаравий қиймати топилсинки, шу тезликкача автомобил ён томонга ағдарилиш ҳавфсиз ҳаракатлана олади. Масалани ечишда ён томонга сирганиш бўйича автомобилнинг турғунлиги таъминланади, деб қабул қилинсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлик марказининг баландлиги 1.2 м; гилдираклар излари орасидаги масофа 1.6 м.

4.10-масала. Бошқариладиган ташқи гилдирак изи бўйича ўтчанган минимал бурилиш радиуси 7.6 м га тенг. Шиналар ён йўналишида биқир деб ҳисоблаб, ички ва ташқи гилдиракларнинг бурилиш бурчақлари, шунингдек, ўртача бурчак топилсин. Масалани ечишда бурилиш гапфалари ўқлари орасидаги масофа гилдираклар изи орасидаги масофага тенг деб қабул қилинсин. Техник маълумотлар: автомобилнинг базаси 3.3 м; гилдираклар изи орасидаги масофа 1.585 м.

4.11-масала. Биқр шиналарга нисбатан оддий шиналарнинг ён томонга сурилиши мавжуд бўлганида автомобилнинг бурилиш радиуси қандай ўзгариши аниқлансин. Техник маълумотлар: автомобилнинг базаси 4.0 м, бошқариладиган гилдиракларнинг ўртача бурилиш радиуси $5^{\circ}20'$; орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаги $3^{\circ}40'$.

4.12-масала. Автомобил шиналарининг ён томонга сурилиши мавжуд бўлганида ва олдинги гилдиракларнинг ўртача бурилиш бурчаги $11^{\circ}20'$ бўлганда бурилиш радиуси 20 м йўл бўйича ҳаракатланмоқда. Олдинги гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаги $6^{\circ}20'$, автомобил базаси 3.3 м бўлганда орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчагининг катталиги топилсин.

4.13-масала. Енгил автомобил 54 км/соат билан, радиуси 100 м

бўлган йўлда ҳаракатланганда олдинги бошқариладиган гилдиракларини қандай ўртача бурчакка буриш зарур? Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлиги 19,6 кН; базаси 2,8 м; горизонтал бўйича оғирлик марказидан етакчи гилдирак ўқларигача бўлган масофа 1,3 м; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициентини $1,8 \cdot 10^{-3}$ рад/Н; олдинги ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициентини $2,0 \cdot 10^{-3}$ рад/Н.

4.14-масала. Йўлнинг 90 м радиусли эгри чизикли участкасида 50 км/соат тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг бошқариладиган гилдираклари бурилган ўртача бурчак топилиши. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлиги 20,0 кН; базаси 3,0 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициентини $2,0 \cdot 10^{-3}$ рад/Н; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициентини $1,5 \cdot 10^{-5}$ рад/Н.

4.15-масала. Автомобилнинг ён томонга сирпаниш ва ағдарилиш шартлари бўйича автомобилнинг минимал бурилиш радиуслари гилдирак излари орасидаги масофа билан оғирлик маркази ўртасидаги нисбат қандай бўлганида ўзаро тенг бўлиши аниқлансин.

4.16-масала. Гилдиракларнинг гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,15 ва гилдиракларнинг йўл билан иланиш коэффициентини 0,3 бўлган йўлда автомобил ўртача 5,4 м радиус билан бурилиши мумкинми? Автомобилнинг базаси 4,6 м. Олд гилдираклар бошқариладиган гилдираклардир.

4.17-масала. Енгил автомобил ўнг томонга 9,0 м ли радиус билан бошқариладиган гилдираклари сирпанмасдан бурилиши учун ўнг томондаги олдинги гилдиракни қандай бурчакка буриш керак? Автомобилнинг базаси 2,4 м; чап гилдиракнинг бурилиш бурчаги 14°. Олдинги ва орқа гилдираклар излари орасидаги масофа бир хил.

4.18-масала. Автомобилнинг 4.17-масалада келтирилган ўнг гилдирагининг бурилиш бурчаги, гилдиракларнинг ён томонга сурилиши ҳисобга олинганда, неча фоизга ўзгаради? Автомобилнинг оғирлиги 14,4 кН, шу жумладан олдинги ўқка 6,7 кН; олд ўқ гилдирагининг ён томонга сурилишга қаршилик коэффициентини 53 кН/рад, орқа ўқники 50 кН/рад; автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги 5 м/с.

4.19-масала. Спорт автомобили эгри чизикли траектория бўйича ҳаракатланишда 2,7 м/с тезликдан 44,4 м/с тезликкача шийов олади. Бурилишдаги бурчак тезлигининг ўзгариши аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 9,9 кН; базаси 2,26 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,22 м. Ён томонга сурилиш

қаршилиги коэффициентлари: олдинги гилдиракники 58 кН/рад, орқа гилдиракники 71 кН/рад. Олдинги бошқариладиган гилдиракларнинг бурилиш бурчаги 0,105 рад.

4.20-масала. Маълумотлари 4.19-масалада келтирилган спорт автомобили рул бошқармасининг узатиш сони 20 га тенг. Автомобилнинг 22 м/с тезликдаги ва рул гилдирагининг 1,05 рад га бурилгандаги бурилиш радиуси аниқлансин.

4.21-масала. Енгил автомобил радиуси 100 м бўлган бурилишда 15 м/с тезлик билан ҳаракатланмокда. Автомобилнинг оғирлиги 14,3 кН, базаси 2,42 м; оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофа 1,3 м; гилдиракларнинг ён томонга сурилишга қаршилиқ коэффициентлари: олд ўқники 50 кН/рад, орқа ўқники 56 кН/рад. Олдинги бошқариладиган гилдиракларнинг бурилиш бурчаги ва автомобилнинг бурилишдаги бурчак тезлиги аниқлансин.

4.22-масала. 10 м/с тезликда ҳаракатланаётган юк автомобилининг бурилиш радиуси ва бурчак тезлиги аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлиги 150 кН; базаси 3,95 м; гилдиракларнинг ён томонга сурилишга қаршилиқ коэффициентлари: олд ўқники 394 кН/рад, орқа ўқники 872 кН. Бошқариладиган гилдиракларнинг ўртача бурилиш бурчаги 0,148 рад.

4.23-масала. Автобус 100 м радиусли бурилишда 18 м/с ўнгирмас тезлик билан ҳаракатланмокда.

Техник маълумотлар: автобуснинг оғирлиги 150 кН; айланувчанлик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофа 3,05 м, орқа ўқкача 2,1 м; йўлнинг қаршилиқ коэффициенти 0,02; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,05. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи ҳисоблансин: а) гилдиракларнинг ён томонга сурилишини ҳисобга олмасдан; б) орқа гилдиракларнинг 0,078 рад га тенг бўлган сурилиш бурчагини ҳисобга олиб. Биринчи ва иккинчи ҳолда тортиш кучининг катталиги неча фоизга фарқ қилади?

4.24-масала. Автомобилнинг эгри чизикли траектория бўйича ўнгирмас 60 метрли радиусда ва 10 м/с тезликда ҳаракатланишида унинг 4 м/с^2 га секинлашиши билан тормозланиши юз беради. Автомобилнинг оғирлиги 1950 кН. Базаси 5,3 м. Автомобилнинг олд ва орқадаги йиғинди тормозланиш кучи: а) гилдиракларнинг ён томонга сурилишини ҳисобга олмасдан; б) орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиши 0,07 рад бўлганда.

4.25-масала. Енгил автомобил 70 м радиусли айлана бўйлаб 0,9 м/с² тезланиш билан ҳаракатланмокда. Автомобилнинг олд ўққа

тўғри келадиган оғирлиги 6,1 кН, орқа ўққа 7,4 кН, оғирлик марказининг баландлиги 0,56 м; базаси 2,42 м. 10 м/с тезликда нормал реакциялар коэффициентининг ўзгариши ҳисоблансин. а) бикир шинали автомобил учун; б) эластик шинали автомобил учун, бунда шиналарнинг ёнга сурилиши орқа ўқ учун 0,1 рад бурчакни ташкил этади. Ҳавонинг қаршилиги ва гилдиракларнинг гилдираши ҳисобга олинмасин.

4.26-масала. Енгил автомобил 120 м радиусли айлана бўйлаб 22 м/с тезликда айланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги 33,35 кН, шу жумладан орқа ўққа тўғри келадигани 17,5 кН; базаси 3,88 м. Вертикал ўққа нисбатан инерция моменти $7080 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. 6 м/с² секинлашиш билан тормозланишда олдинги ва орқа ўқда таъсир этувчи ён реакциялар аниқлансин. Гилдиракларнинг эластиклиги ҳисобга олинмасин.

4.27-масала. 4.26-масала олдинги гилдиракларнинг ёнга сурилиш бурчаги 0,105 рад., орқа гилдиракларники 0,07 рад. бўлганда гилдиракларнинг эластиклигини ҳисобга олиб ечилсин.

4.28-масала. Енгил автомобил йўловчиларсиз йўлнинг 90 м радиусли эгри чизикли участкасида 10 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги 27,05 кН, шу жумладан олд ўққа тўғри келадигани 14,59 кН. Автомобилнинг базаси 3,3 м, айнан шу шароитларда, агар йўловчиларни ўтказишда автомобилнинг оғирлиги 32,55 кН га тенг бўлса, оғирлик маркази орқага 0,22 м га сурилган бўлса, бошқариладиган гилдиракларнинг бурилиш бурчаги қандай ўзгаради? Олд ўқ гилдиракларининг сурилишга қаршилк коэффициенти 75 кН/рад, орқа ўқники 82 кН/рад.

4.29-масала. Юк автомобили кўндаланг қиялиги 5% йўлнинг тўғри чизикли участкасида ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги 79,0 кН; базаси 3,7 м; оғирлик марказидан олд ўққача бўлган масофа 3,0 м; гилдиракларнинг сурилишга қаршилиги коэффициенти: олд ўқники 96 кН/рад, орқа ўқники 304 кН/рад. Автомобилнинг қандай бурилувчанликка эгалиги ва ҳаракат траекторияси қандайлиги аниқлансин.

4.30-масала. Юк автомобили тўла юклама билан йўлнинг 90 м радиусли эгри участкасида 10 м/с тезлик билан ҳаракатланишида бошқариладиган гилдираклари 0,04 радиусга бурилган. Шу автомобилнинг ўзи юкламасиз, айнан шу шароитларда бошқариладиган гилдираклари 0,05 рад га бурилган ҳолда ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг юкламасиз ва юклама билан қандай бурилувчанлиги аниқлансин. Автомобилнинг базаси 3,8 м.

4.31-масала. Енгил автомобил 200 м радиусли айлана бўйича

гилдиракларнинг 0,1 га тенг ўзгармас бурилиш бурчагида ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги 18,2 кН, шу жумладан орқа ўққа тўғри келадигани 8,7 кН. Гилдиракларнинг сурилишга қаршилиқ коэффициентлари: олди ўқники 58 кН/рад, орқа ўқники 62 кН/рад. Олдинги ва орқа ўқлар сурилиш бурчаклар фаркининг автомобилнинг 5 дан 38 м/с гача ўзгариб турадиган ҳаракатланиш тезлигига боғлиқликлари графиги қурилсин. Ёнга тезланиш 4 м/с² бўлганда гилдиракларнинг бурилиш бурчаклари фарқи аниқлансин.

4.32-масала. Юк автомобилнинг минимал бурилиш радиуси ва ташқи габарит бурилиш радиуси аниқлансин. Автомобилнинг базаси 3,3 м. Юкланган бошқариладиган гилдиракнинг максимал бурилиш бурчаги 31°; автомобилнинг энг узоқда жойлашган нуктасидан бурилиш нуктасидан бошқариладиган ташқи гилдирак излари орасигача бўлган масофа 0,5 м. Гилдиракларнинг эластиклиги ҳисобга олинмасин.

4.33-масала. Ўртача 10 м радиус билан ҳаракатланаётган автобуснинг бурилиш эни автобуснинг излари бўйича топилсин. Автобус базаси 2,62 м; орқа гилдирак излари орасидаги масофа 1,474 м. Олдинги ғапфаларнинг ўқлари орасидаги масофа олди гилдирак излари орасидаги масофага тенг қилиб олинсин.

4.34-масала. Юк автомобили ҳаракатининг габарит полосаси аниқлансин. Автомобилнинг базаси 5,0 м; олдинги бошқариладиган гилдиракларнинг максимал бурилиши бурчаги: ташқаридагисиники 30°, ичкарасидаги 37°, автомобилнинг оғирлик марказидан энг узоқда жойлашган ва энг яқин жойлашган нукталаридан олдинги ташқи ва орқадаги ички гилдираклари изларигача бўлган масофа тегишлича 0,5 ва 0,35 м. Олдинги гилдираклар излари орасидаги масофа орқадаги гилдираклар излари орасидаги масофага тенг қилиб қабул қилинсин.

4.35-масала. Базаси 3 м бўлган автомобил айлана ёйи бўйлаб ҳаракатланмоқда. Ўртача бурилиш радиуси 25 м га тенг. Агар рул механизмининг узатиш сони 20,5 м га тенг бўлса, рул гилдарагини қандай бурчакка буриш зарур? Гилдиракларни мутлоқ биқир деб қабул қилинсин.

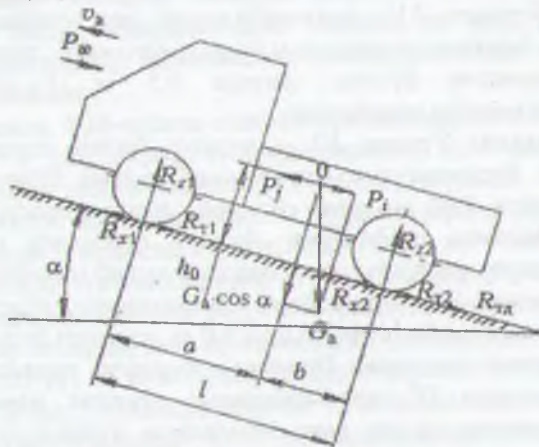
4.36-масала. Базаси 2,42 м бўлган автомобил йўlining бурилишида эгрилик радиуси 10 м га тенг бўлган киргоғи бор йўл полотнасининг ички чегарасига максимал яқинлашган ҳолда ҳаракатланмоқда. Орқа гилдирак йўл чегарасидан чиқиб кетмаслиги учун автомобилнинг олдинги гилдираклари йўл киргоғидан қандай масофада гилдираши керак? Шиналарнинг эластиклиги ҳисобга олинмасин.

5. АВТОМОБИЛНИНГ ТОРМОЗ ДИНАМИКАСИ

Тормозлашнинг асосий усуллари: тормоз тизими билан двигател билан комбинациялашган усулда (тормоз тизими ва двигател билан биргаликда). Тормозлаш режимлари: иш вақтида ва авария вақтида.

Автомобил тормоз хусусиятларининг кўрсаткичлари:

1. Секциялашишнинг максимал киймати;
2. Тормозланиш бошланишидан зарур тезликкача ёки тўли тўхтагунча ўтиладиган тормозлаш йўли;
3. Минимал тормоз йўлини ўтиш учун зарур бўлган минимал тормозлаш вақти.



25-расм. Кўтарилишда автомобиль тормозланганда унга таъсир этувчи кучлар

Тормозланаётган гилдиракнинг ҳаракат тенгламаси, Н:

$$R_x = \frac{M_{\text{мш}}}{r_d} + f \cdot R_z - \frac{J_{\text{мш}} \cdot J_z}{r_d \cdot r_x}$$

Тормозлашда автомобиль ҳаракат тенгламаси

$$P_m + P_{mo} + P_{\phi} + P_w - P_j \pm P_i = 0$$

Тормозлаш кучи

$$R_{\alpha} = \frac{M_{\text{мш}}}{r_{\alpha}}$$

бу ерда $M_{\text{мш}} = (\phi - f) \cdot R_z \cdot r_{\alpha} + J_{\alpha} \cdot \omega_{\alpha}$, Н·м.

Гилдиракларнинг йўл билан илашиши бўйича минимал тормозлаш йўлининг киймати, Н:

а) орқа ўқ гилдиракларини тормозлашда

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot (a + f \cdot r_n) \cdot \cos \alpha \pm G_a \cdot \sin \alpha + P_w \cdot (h_w - h_0)}{L + \varphi \cdot h_0}$$

ёки

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot \left[(L - b) \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha - \frac{j_a \cdot h_0}{g} \right]}{L};$$

- йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланишда ҳаво илришлигини ҳисобга олмасдан

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot (a + f \cdot r_n) \pm G_a \cdot \sin \alpha}{L + \varphi \cdot h_0}$$

ёки

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot \left[(L - b) - \frac{j_a \cdot h_0}{g} \right]}{L};$$

б) олдинги ўқ гилдиракларини тормозлашда

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot \left(b \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha + \frac{j_a \cdot h_0}{g} \right)}{L};$$

- йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланишда

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot \left(b + \frac{j_a \cdot h_0}{g} \right)}{L};$$

в) ҳамма гилдиракларни тормозлашда

$$P_T = \varphi \cdot G_a \cdot \cos \alpha;$$

- йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланишда

$$P_T = \varphi \cdot G_a.$$

Двигателдаги ишқаланиш моментини етакчи гилдиракларга келтирилган кучи:

$$P_{To} = \frac{M_{To} \cdot i_{Tp}}{\eta_n \cdot r_n}.$$

Тўрт тактли двигателдаги ишқаланиш momenti, Н·м, тақрибан қувидаги формуладан аниқланади

$$M_{To} \approx 0,8 \cdot V_h \cdot (0,35 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot n_e)$$

ёки

$$M_{To} \approx 0,8 \cdot p_m \cdot V_h \cdot i_\eta,$$

бу ерда V_h - цилиндрнинг ишчи ҳажми, m^3 ;

i_η - цилиндрлар сони;

p_m - механик исрофлар босими

$$p_m = a + b \cdot c_n$$

➤ карбюраторли двигателлар учун $a = 0,035$; $b = 0,012$;

➤ ёниш камералари ажратилмаган дизел двигателлар учун $a = 0,113$; $b = 0,007$;

➤ ёниш камералари ажратилган дизел двигателлар учун $a = 0,113$; $b = 0,010$;

Поршеннинг ўртача тезлиги, m/s :

$$C_n = \frac{S_n \cdot \omega_e}{\pi}$$

Тормознинг динамик омили

$$D_m = \frac{P_m + P_{mo} + P_w}{G_a}$$

Автомобилни тормозлашдаги секинлашиш, m/s^2 :

$$j_c = \frac{P_m + P_{mo} + P_\varphi + P_w}{\delta_{aил} \cdot M_a}$$

Максимал секинлашиш қиймати, m/s^2 :

$$j_c = \frac{g}{G_a} \cdot (\varphi \cdot G_a \cdot \cos \alpha + f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha + k \cdot F \cdot v_a^2).$$

Автомобилнинг тезлиги пасайганлиги сабабли $P_w = 0$ деб қабул қилиш мумкин. Агар тормозлаш фақат тормоз тизими билан амалга оширилса, $P_{mo} = 0$ бўлади. У ҳолда автомобилнинг секинлашиши, m/s^2 :

$$j_1 = \frac{\varphi + \psi}{\delta_{aил} \cdot k_s} \cdot g.$$

φ нинг қиймати ψ никидан анча катта бўлганлиги сабабли старлича аниқлик билан қуйидагича қабул қилиш мумкин.

$$j_2 = \frac{\varphi \cdot g}{\delta_{aил} \cdot k_s}.$$

Тормозлар ҳамма ғилдиракларга таъсир қилганида минимал тормоз йўли, м:

а) ҳаво қаршилиги ҳисобга олинмаганда

$$S_T = \frac{v_n^2 - v_u^2}{2 \cdot g} \cdot \frac{1}{(\varphi + f) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha};$$

б) ҳаво қаршилиги ҳисобга олинганда

$$S_T = \frac{G_a}{2 \cdot g \cdot k \cdot F} \cdot \ln \frac{G_a \cdot (\varphi + f) + k \cdot F \cdot v_n^2}{G_a \cdot (\varphi + f) + k \cdot F \cdot v_u^2};$$

Минимал тормоз йўли, м:

$$S_T = \frac{v_n^2 - v_u^2}{2 \cdot j_s} \cdot k_s$$

ёки

$$S_T = \frac{v_n^2 - v_u^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{a\text{вл}} \cdot k_s.$$

Автомобил тўла тўхтагунча тормоз йўли, м:

$$S_T = \frac{v_u^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{a\text{вл}} \cdot k_s.$$

Тўла (тўхтайдиган) тормоз йўли, м:

$$S_T = (t_1 + t_2) \cdot v_n + \frac{v_n^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{a\text{вл}} \cdot k_s,$$

бу ерда $k_1 = 1,2$ - енгил автомобиллар учун;

$k_2 = 1,4$ - юк автомобиллари учун.

Автомобил тўла тўхтагунча самарали тормозлашдаги минимал вақт, с:

$$t_T = \frac{2 \cdot S_T}{v_n - v_u}$$

ёки

$$t_T = \frac{\delta}{g \cdot \varphi} \cdot (v_n - v_u) \cdot k_s.$$

Тўла тўхтатиш вақти, с:

$$t_{To} = t_1 + t_2 + \frac{\delta}{g \cdot \varphi} \cdot (v_n - v_u) \cdot k_s.$$

Автомобилни двигател билан тўхтатишда (тормозлашда)

қўйидаги шартга риоя қилиниши зарур:

$$J_c < \frac{M_{тк} \cdot r_k}{J_{\partial\partial} \cdot i_{тп} \cdot \eta_{тп}^2}.$$

J_c нинг қиймати ортиб кетганида, яъни тенгсизликка риоя қилмаганда двигател билан тормозлаш мақсадга мувофиқ эмас.

Автомобилни тормозлашда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти:

- двигател узиб қўйилмаган ҳолда

$$\delta_{a\partial\partial} = 1 + \frac{J_c \cdot i_{тп}^2}{M_a \cdot r_d \cdot r_u \cdot \eta_{тп}} + \frac{\sum J_u}{M_a \cdot r_d \cdot r_u};$$

- двигател узиб қўйилганида

$$\delta_{a\partial\partial} = 1 + \frac{\sum J_u}{M_a \cdot r_d \cdot r_u}.$$

Шатакчи автомобилни тормозлаш жараёнида уларнинг ўзаро таъсирлашиши шатакчи автомобилнинг солиштирма тормоз кучи γ_t ва тиркаманинг тортиш кучига γ_n , яъни улар ўртасидаги илашиш кучининг (P_c) қийматига боғлиқ. 3 ҳолат бўлиши мумкин.

1. $\gamma_n = \gamma_t$, яъни $P_c = 0$. Идеал ҳолат. Тиркама ва шатак бир вақтда тормозланади.

2. $\gamma_n > \gamma_t$ яъни $P_c > 0$. Тиркама шатакчи автомобилнинг тормозланишини кучайтиради. Автопоезднинг чўзилиши юз беради, натижада унинг тахланиши юз бермайди. Тургунлиги ортади.

3. $\gamma_n < \gamma_t$, яъни $P_c < 0$. Тиркама шатакчи автомобилга ғилдираб келиб урилади ва автопоезднинг тахланиб қолиши содир бўлади.

Автопоездни тормозлашда, $P_w = 0$, деб ҳисобласак, секинлашиш қўйидагига тенг бўлади, м/с:

- шатакники

$$j_{ш} = g \cdot \gamma_w + \frac{P_c}{M_a};$$

- тиркаманики

$$j_{тп} = g \cdot \gamma_t - \frac{P_c}{M_t}.$$

Солиштирма тормозлаш кучлари:

- шатакники

$$\gamma_{ш} = \frac{\Sigma R_{ш}}{G_a}$$

- тиркаманики

$$\gamma_m = \frac{\Sigma R_{xm}}{G_m}$$

Шатакчи автомобил билан тиркама ўртасидаги илашиш кучи.

Н:

$$P_c = G_{an} \cdot (\gamma_m - \gamma_{ш}).$$

Автопоезднинг келтирилган оғирлик кучи, Н:

$$G_{am} = \frac{G_a \cdot G_m}{G_a + G_m}.$$

Ўқлардаги тормозлаш кучларининг максимал қиймати, Н:

- шатакники

$$P_{T1} = \frac{\varphi \cdot G_a \cdot (b + \varphi \cdot h_0)}{L};$$

$$P_{T2} = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot [(L - b) - \varphi \cdot h_0]}{L};$$

- тиркаманики

$$P_{Tm1} = \varphi \cdot \frac{G_n \cdot (l + \varphi \cdot h_0)}{2 \cdot l};$$

$$P_{Tm2} = \varphi \cdot \frac{G_n \cdot (l - \varphi \cdot h_0)}{2 \cdot l}.$$

Автопоезднинг тўла тўхтагунига қадар минимал тормоз
пули, м:

$$S_T = \frac{v_n^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{ep} \cdot \frac{G_a + n_n \cdot G_{np}}{G_a + n_n \cdot \lambda_T \cdot G_{np}}$$

ёки

$$S_T = \frac{0,004 \cdot v_n^2 \cdot (G_a + n_n \cdot G_n)}{(G_a + n_n \cdot m_T \cdot G_{np}) \cdot \varphi \cdot \cos \alpha + (G_a + n_n \cdot G_n) \cdot \sin \alpha}.$$

5.1-мисал. Тўла тўхтагунига қадар узиб қўйилган двигатели билан 20 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган енгил автомобилнинг пули, тормозланиш ваки ва секинлашиши аниқлансин. Йўл торикташ, курук, бетон билан қопланган, илашиш коэффициенти 0.6. Тормозлаш самарадорлигининг пасайиш коэффициенти 1,2.

Ҳайдовчининг реакция вақти 0,8 с, тормозлаш тизими ишлаб бошлаганига қадар ўтган вақт 0,2 с. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентни 1,05.

Масаланинг ечилиши. Тўла тўхташга қадар тормоз йўли

$$S_T = \frac{v_a^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{aйл} \cdot k_s \cdot \frac{20^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} \cdot 1,05 \cdot 1,2 = 42,8 \text{ м.}$$

Тўхташ вақти

$$t_{TO} = t_1 + t_2 + \frac{v_a^2}{\varphi \cdot g} \cdot \delta_{aйл} \cdot k_s = 0,8 + 0,2 + \frac{20}{9,81 \cdot 0,6} \cdot 1,05 \cdot 1,2 = 5,3 \text{ с.}$$

Автомобилнинг секинлашиши

$$j_c = \frac{\varphi \cdot g}{\delta_{aйл} \cdot k_s} \cdot g = \frac{0,6 \cdot 9,81}{1,05 \cdot 1,2} = 4,67 \text{ м/с}^2.$$

5.2-масала. Тўла юкланган, оғирлиги 57,7 кН бўлган автомобиль қиялиги 5° , гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициентни 0,7 бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш шарти бўйича максимал тормозлаш кучи аниқлансин.

Масаланинг ечилиши.

$$P_T = \varphi \cdot G \cdot \cos \alpha = 0,7 \cdot 57700 \cdot \cos 5^\circ = 40236 \text{ кН.}$$

5.3-масала. Агар двигател тирсакли валидаги момент 250 Н·м ни ташкил этса, гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициентни 0,6 бўлган, горизонтал курук грунт йўлда иккинчи узатмада ҳаракатланаётган, оғирлиги 7400 кг бўлган автомобилни двигател билан тормозлаш мумкинлиги аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: узатмаларни алмашлаб улаш қутисининг иккинчи узатмасида трансмиссиянинг узатиш сони 21,05; гилдиракнинг радиуси 0,47 м; двигателнинг инерция моменти 0,28 Н·м·с²; трансмиссиянинг ФИК 0,9.

Масаланинг ечилиши. Двигател билан тормозлаш мумкинлиги шарти

$$j_T < \frac{M_{TK} \cdot r_u}{J_{ДВ} \cdot i_{ТР} \cdot \eta_{ТР}}.$$

Автомобилнинг секинлашиши

$$j_T = \varphi \cdot \frac{g}{\delta_{aйл}} = 0,6 \cdot \frac{9,81}{1,07} = 5,5 \text{ м/с}^2.$$

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентни

$$\delta_{\text{авт}} = 1 + \frac{J_{\text{дв}} \cdot i_{\text{ТР}}^2 \cdot \eta_{\text{ТР}}}{M_{\text{а}} \cdot r_{\text{ц}}^2} = 1 + \frac{0,28 \cdot 21,05^2 \cdot 0,9}{7400 \cdot 0,47^2} = 1,07.$$

Тенгсизлиkning иккинчи шarti

$$\frac{M_{\text{ТК}} \cdot r_{\text{ц}}}{J_{\text{дв}} \cdot i_{\text{ТР}} \cdot \eta_{\text{ТР}}^2} = \frac{250 \cdot 0,47}{0,28 \cdot 21,05 \cdot 0,9^2} = 24,6 \text{ м/с}^2.$$

8,5-масала. Бўлганлигидан двигател билан тормозлаб бўлмайди

8,4-масала. Ҳавонинг қаршилигини ҳисобга олмасдан, агар биринчи ҳолда автомобил йўлнинг горизонтал участкасида тормозланса, иккинчи ҳолда кўтарилиш бурчаги 6° бўлган йўл участкасида тормозланса, максимал секинлашиш қиймати қандай ўнгарди? Ҳар иккала участка гилдиракларнинг йўл билан гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,025 бир хиллиги билан таъсирланади.

Масаланинг ечилиши. Максимал секинлашиш қиймати, м/с^2 :

$$j_c = \frac{g}{G_a} (P_m + f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha).$$

Гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартидан тормозлаш кучининг максимал қиймати, Н:

$$P_m = \varphi \cdot G_a \cdot \cos \alpha.$$

Автомобилни кўтарилишда тормозлашда

$$j_c = g \cdot [(\varphi + f) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha] =$$

$$= 9,81 \cdot [(0,5 + 0,025) \cdot \cos 6^\circ + \sin 6^\circ] = 6,15 \text{ м/с}^2.$$

Йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланганда

$$j_c = g \cdot (\varphi + f) = 9,81 \cdot (0,5 + 0,025) = 5,15 \text{ м/с}^2.$$

8,5-масала. Тўла юкланган, оғирлиги 54,0 кН бўлган автомобилнинг қиялиги 5° бўлган йўлда тормозлаш керак бўлиб келади. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартидан келиб чиқиб, қандай максимал тормозлаш кучини олиш мумкин?

8,6-масала. 5,5-масаланинг шартидан фойдаланиб, агар автомобил фикат орқа гилдиракларда тормозга эга бўлса, эҳтимолний максимал тормозлаш кучи қандай ўзгариши аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 3,3 м; оғирлық марказидан олд ўқкача бўлган масофа 2,3 м; гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,025. Елканлик марказининг баландлигини оғирлик марказининг баландлигига тенг қилиб h_c қабул қилинсин.

8,7-масала. Автомобил гилдиракларнинг йўл билан илашиш

коэффициенти 0,6 ва гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,02 билан тавсифланадиган горизонтал йўлда бошлангич 90 км/соат тезликда тормозланади. Ҳавонинг қаршилигини ҳисобга олмасдан ва ҳисобга олиб, автомобилнинг максимал секинлашиш катталиги аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 18,35 кН, сўйиланувчанлик омили $1,0 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

5.8-масала. Автомобилнинг секинлашиш катталиги қандай ўзгариши аниқлансин, у биринчи ҳолда горизонтал йўлда, иккинчи ҳолда 5° ли кўтарилишда тормозланади. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин. Йўлнинг ҳар иккала участкаси гилдиракларнинг йўл билан бир хилдаги илашиш коэффициенти 0,5 га тенг ва гилдирашга бир хилдаги қаршилиқ коэффициенти билан тавсифланади.

5.9-масала. Бошлангич тезлик 90 км/соат билан ҳаракатланаётган автомобилнинг, йўлнинг горизонтал участкасида ҳамма гилдираклари тормозланганда тўла тўхташигача бўлган минимал тормоз йўли аниқлансин. Гилдиракларнинг илашиш коэффициенти 0,4; гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,02. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

5.10-масала. 5.9-масала шартларидан фойдаланиб, кўтарилиши 7° га тенг бўлган йўл участкасида тормоз йўли қандай ўзгариши аниқлансин.

5.11-масала. 70 км/соат тезликдан 20 км/соат тезликкача ҳаракатланаётган автомобилнинг гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,45 ва гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,026 билан тавсифланадиган йўл участкасида ҳамма гилдираклари тормозлангандаги минимал тормозланиш йўли аниқлансин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

5.12-масала. Автомобил 80 км/соат тезликдан 20 км/соат тезликкача ҳаракатланганида ҳавонинг қаршилигини ҳисобга олмасдан ва ҳисобга олиб, тормоз йўли аниқлансин. Йўл горизонтал, гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,45 га ва гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,026 га тенг. Сўйиланувчанлик омили $0,76 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

5.13-масала. Автомобил тўғри ва тескари йўналишда, гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,3 ва гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,02 йўл участкасида ҳаракатланганида минимал тормозланиш йўли неча марта ўзгариши аниқлансин. Йўлнинг қиялиги $3^\circ 40'$. Ҳаракатланиш тезлиги бошлангич тормозлаш пайтида бир хил. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

8.14-масала. 50 км/соат тезлик билан то тўхтагунига қадар ярават қанаётган автопоезднинг минимал тормоз йўли аниқлансин. Автопоезд оғирлиги 80,0 кН бўлган шатакчи автомобилдан ва ҳар бирининг оғирлиги 33 кН дан бўлган иккита тиркамадан иборат. Йўл участкаси горизонтал, ғилдиракларнинг йўл билан илашиниш коэффициентини 0,4. Тиркамаларда тормоз тизими йўқ. Ҳавонинг қаршилик кучини ҳисобга олинмасин.

8.15-масала. 5.14-масала шартидан фойдаланиб, агар автопоезд 670 Н га киндикда тормозланадиган бўлса, тормоз йўли аниқлансин.

8.16-масала. Шатакчи автомобил ва иккита тиркамадан иборат автопоезднинг тормоз йўли йўлнинг горизонтал участкасида тўла тўхтагунига қадар 30 м дан ошмаслиги керак. Битта тиркамага тормозлар ўрнатилса, берилган шарт қаноатлантирилиши аниқлансин. Автомобилнинг бошланғич ҳаракатланиш тезлиги 50 км/соат, ғилдиракларнинг йўл билан илашиниш коэффициентини 0,4. Автомобилнинг оғирлиги 55,0 кН. Тиркаманинг оғирлиги 35 кН. Тиркаманинг тормозловчи ғилдираклари ўқига тўғри келувчи қаршилик оғирлиги 20,0 кН. Тиркаманинг тормозловчи ғилдираклари ўқини юқламаши қайта таксимлаш коэффициентини 1,1.

8.17-масала. 5.16-масала шартидан фойдаланиб, агар биринчи шатак тиркамалар тормозлар билан жихозланмаган бўлса, иккинчи шатак ҳар иккала тиркамалар тормозларга эга бўлса, тормоз йўли нинча фойдга қисқаради?

8.18-масала. Тормоз режимида ишлаётган ғилдиракка таянч ширининг бўйлама реакцияси ҳисоблансин. Автомобилнинг ғилдиракка тўғри келадиган массаси 600 кг; тормозлаш моменти 670 Н·м; инерция моменти 2,77 кг·м²; диагонал конструкциядаги ширинин ғилдиракнинг статик радиуси 0,364 м; секинлашиш 3 м/с²; ғилдиракка қаршилик коэффициентини 0,015. Агар а) тормозлаш моменти 2 марта ортса, б) ғилдиракка тўғри келадиган масса 1,4 марта ортса, в) инерция моменти 2 марта камайса, реакция нинча фойдга ўзгаради?

8.19-масала. Ғилдиракка 8130 Н га тенг итарувчи куч қўйилган ва 3814 Н·м га тенг тормозлаш моменти берилди; радиал конструкцияли ширин ўрнатилган ғилдиракнинг статик радиуси 0,488 м; инерция моменти 14,8 кг·м²; ғилдиракка қаршилик коэффициентини 0,015; ғилдиракка тўғри келадиган масса 3125 кг. Ғилдирак секинлашини аниқлансин.

8.20-масала. Нормал куч 6,57 кН билан юкланган ғилдирак тормозлашда 20 рад/с² бурчак секинлашинишга эга. Агар ғилдиракнинг йўл билан илашиниш коэффициентини 0,6; ғилдиракка

қаршилик коэффициенти 0,02; гилдиракнинг инерция моменти $0,716 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; гилдиракнинг статик радиуси 0,285 м бўлса, тормозлаш моменти аниқлансин. Агар гилдирашга қаршилик моменти ва гилдиракнинг инерция моменти ҳисобга олинмаса, тормозлаш моментининг катталигини аниқлашда қандай хатолик юз беради?

5.21-масала. Автомобилни нишабликда 3 м/с^2 секинлашиш билан тормозлашда гилдиракдаги тормозлаш механизмлари ҳосил қиладиган жами тормозлаш моменти аниқлансин. Автомобилнинг массаси 1510 кг; гилдиракларнинг статик радиуси 0,29 м; гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,03; қиялик бурчаги 4° . Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

5.22-масала. Бошланғич 15 м/с тезлик билан горизонтал йўлда ҳаракатланаётган автомобиль тормозланганида секинлашиш 5 м/с^2 ни ташкил этди. Гилдирашга қаршилик ва ҳаво қаршилигини ҳисобга олиб, автомобиль гилдиракларидаги жами тормозлаш моменти топилсин. Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02; суйриланувчанлик омили $2,2 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; гилдиракларнинг статик радиуси 0,5 м; автомобильнинг массаси 8000 кг; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,04.

5.23-масала. Енгил автомобиль учун тормозлашда таъсир этувчи кучларнинг нисбати топилсин. Автомобил биринчи ҳолда бошланғич 8 м/с тезлик билан, иккинчи ҳолда 44 м/с тезлик билан ҳаракатланади. Ҳар иккала ҳолда ҳамма тормозловчи кучларнинг йиғиндиси автомобиль оғирлигининг 30% ни ташкил этади, суйриланувчанлик омили $0,68 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; 8 м/с тезликда гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,018 га тенг, 44 м/с тезликда 0,024 м/с га тенг.

5.24-масала. 5° ли нишабликда илашиш кучларидан тўла фойдаланган ҳолда тормозланадиган автомобильнинг максимал секинлашишидаги гилдираклардаги тормозлаш кучи ҳисоблансин. Автомобилнинг массаси 1020 кг. Агар автомобиль 5° ли нишабликда қандай секинлашишга эга бўлса, йўлнинг горизонтал участкасида ва 5° ли қияликда тормозлашда тормозлаш кучи катталиги неча мартага ўзгаради? Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6.

5.25-масала. Қиялиги 7° бўлган нишабликда тормозлашда автобуснинг ишчи тормоз тизими ҳосил қиладиган тормозлаш моменти аниқлансин. Тормозлашдаги секинлашиш 6 м/с^2 , бошланғич тезлик 25 м/с ; суйриланувчанлик омили $2,4 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; масса 13000 кг; гилдиракларнинг статик радиуси 0,465 м. Тормозлашда

Гилдиракларнинг йўл билан илашув кучларидан максимал фойдаланилади. Агар автобус йўлнинг горизонтал участкасида тормозланса, тормозлаш моментининг катталиги неча фойдга фойдалани?

8.26-мисала. Двигатели узиб қўйилган автомобилни тормозлашда 5200 Н га тенг тормозлаш кучи ҳосил бўлади. Автомобилнинг массаси 1200 кг, суйриланувчанлик омили 0,37 Н·с/м, ҳамма гилдиракларнинг жами инерция momenti 1,1 кг·м², радиал шинали гилдиракларнинг статик радиуси 0,252 м; йўлнинг қаршилиқ коэффициентини 0,05; Бошланғич 25 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг секинлашиши аниқлансин.

8.27-мисала. Тўла массаси 28000 кг бўлган тормозлаш механизмларидаги йиғинди тормозлаш momenti унинг кичик тезликда қийлиги 7% бўлган нишабликда текис ҳаракатланиши-да аниқлансин. Двигателнинг тормозлаш momenti бунда 150 Н·м га тенг. Гилдирашга қаршилиқ коэффициентини 0,015; гилдиракларнинг статик радиуси 0,48 м; узатиш сонлари: узатмаларни алмашлаб бўлиши кутисиники 1,0; асосий узатманики 7,22; Трансмиссиянинг ФИК 0,75. Ҳавонинг қаршилиғи ҳисобга олинмасин.

8.28-мисала. Нишабликда узатмаларни алмашлаб қўшиш дүтисининг учинчи, тўртинчи ва бешинчи узатмаларида, двигател билан тормозлашда тормоз динамик омилининг автопоезднинг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлик графиги қурилсин. Двигателнинг тормозлаш momenti $M_{тл}=52,5+2,982 \cdot \omega$, боғлиқлик билан аниқланади. Автопоезднинг тўла массаси 26800 кг; узатмалар дүтисининг узатиш сони: учинчиники 2,5, тўртинчиники 1,53, бешинчиники 1,0, асосий узатманики 6,53; радиал шинали гилдиракларнинг статик радиуси 0,47 м; трансмиссиянинг ФИК 0,78; гилдирашга қаршилиқ коэффициентини 0,013; двигател тирсакли билан бурчак тезликларининг диапозони 90 дан 273 с⁻¹ гача; йўлнинг қаршилиғи 7%. Ҳавонинг қаршилиғи, автомобилнинг айланувчи масса-инерциянинг инерция моментлари ҳисобга олинмасин.

8.29-мисала. Автомобил гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффициентини 0,6 бўлган йўлнинг горизонтал участкасида 25 м/с тезлик билан ҳаракатланмокда. Тезлик 15 м/с гача камайганида автомобилни тормозлаш ваки ва тормозлаш йўли аниқлансин. Тормозлашнинг ишлаш самарадорлиғи 1,2.

8.30-мисала. Автомобил гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффициентини 0,5 бўлган йўлда тормозланади. Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги 15 м/с. Ҳаракатланиш вақтиларини қуйидагича бўлганда максимал секинлашиш,

тормозлаш вақти ва йўли тўла тўхтагунича аниқлансин. а) йўлнинг горизонтал участкасида қиялиги 10° бўлган нишабликда, б) тормозларнинг ишлаш самарадорлиги 1,3. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

5.31-масала. Автомобилнинг бошланғич тезлигидан то тўла тўхтагунича секинлашиш, тормозлаш вақти ва йўли ўртасидаги боғлиқлик графиги қурилсин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7. Бошланғич тезликлар 5 м/с оралатиб 5 дан 25 м/с гача қабул қилинсин. Автомобил гилдираклари гилдиракларнинг йўл билан илашиш кучларидан тўла фойдаланган ҳолда тормозланади.

5.32-масала. Автомобил гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7 бўлган горизонтал йўлда бошланғич тезлик 15 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Тормозлашда у 14,6 м йўлни босиб ўтади, сўнгра горизонтал йўлнинг гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,4 бўлган участкасига ўтади ва тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Ҳар иккала участкада гилдиракларнинг йўл билан илашиш кучидан тўла фойдаланилади деган шарт билан умумий тормозланиш йўли топилинсин.

5.33-масала. Автомобил гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7 ва гилдирашга қаршилиқ коэффиценти 0,02 бўлган йўл бўйича тормозлашда кўтарилишга қараб ҳаракатланмоқда. Агар тўла тўхтагунга қадар кўтарилишдаги тормозлаш йўли худди шу қияликдаги нишабликдан пастга тушишдагига қараганда икки марта кам бўлса, йўлнинг қиялик бурчаги аниқлансин. Ҳар иккала ҳолда йўлнинг қопламаси ва автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги бир хил.

5.34-масала. Автомобил қиялиги 3° ва гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7 бўлган нишабликдан пастга қараб ҳаракатланганида ҳамма гилдиракларнинг тормозлаш механизмлари билан тормозланади. Агар бошланғич ва охириги тезликлар бир хил бўлса, автомобил худди шу қияликдаги кўтарилишга қараб ҳаракатланганида унинг тормозланиш йўли неча фоизга ўзгаради?

5.35-масала. Бошланғич тезлиги 15 м/с бўлган енгил автомобил қиялиги 5° бўлган нишабликда тўла тўхтагунига қадар тормозланади. Агар тормозлаш гилдиракларнинг йўл билан илашиш кучларидан тўла фойдаланган ҳолда содир бўлса, автомобилнинг максимал секинлашиши аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7; сўйриланувчанлик омили $0,53 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; автомобилнинг массаси 1750 кг. Агар ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмаса, секинлашиш катталиги неча фоизга ўзгаради?

§.36-масала. Пневматик юритмали тормозлари бор автопоезд бошлангич тезлиги 60 км/соатда тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Тўла тўхтагунча ўтган вақт ва тўхташ йўли аниқлансин. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,3; ҳайдовчининг реакция вақти 0,8 с; тормоз юритмасининг кечикиши вақти 0,3 с; секинлашиш ортиб бориши вақти 1,0 с; тормозларнинг ишлаш самарадорлиги коэффициентини 1,5.

§.37-масала. Тормозлари гидравлик юритмали юк автомобили бошлангич тезлиги 80 км/соатда тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Агар автомобилнинг максимал секинлашиши 1 м/с^2 ; ҳайдовчининг реакция вақти ва тормоз юритмасининг кечикиши 1,0; секинлашишнинг ортиш вақти 0,3 с бўлса, тўла тўхтагунча ўтган ва тўхташ вақти аниқлансин.

§.38-масала. 40 м/с тезликдан 20 м/с тезликкача енгил автомобилнинг тормозланиш вақти ва йўли аниқлансин. Автомобилнинг массаси 1450 кг; сўйриланувчанлик омили 0,4 Н/м^2 ; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,7. Тормозларнинг илашиш самарадорлиги 1,2.

§.39-масала. 25 м/с тезликда ҳаракатланаётган автомобил 100 м масофада хавф борлигини сезиб қолди ва тормоз педалини босди. Агар ҳайдовчининг реакция вақти 0,8 с; тормоз юритмасининг кечикиши 0,1 с; секинлашишнинг ортиб бориши 0,4 м/с^2 ; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,7 бўлса, автомобилнинг хавфли жойдан қандай масофада тўхташи аниқлансин. Ҳамма гилдирақларни тормозлаш гилдирақларнинг йўл билан илашиш кучидан тўла фойдаланиб бажарилади.

§.40-масала. Ҳамма гилдирақларни автомобилнинг илашиш кучларидан тўла фойдаланишга етказилганда гилдирақларнинг йўл билан илашиш кучларидан фойдаланиш коэффициентини 0,7 бўлганда тормозлаш йўли 29 м га тенг; тормоз юритмасининг кечикиши вақти 0,05 с; секинлашишнинг ортиш вақти 0,4 с. Тормозлаш олдидан автомобилнинг тезлиги аниқлансин.

§.41-масала. Олдинги гилдирак тормоз механизмларининг магистрали узинб қўйилганида юк автомобили гилдирақларининг максимал тормозлаш кучи неча фоизга камаяди? Автомобилнинг массаси 7400 кг; базаси 3,7 м; массалар марказининг баландлиги 1,18 м. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,7; гилдирақга қаршилик коэффициентини 0,02. Ҳавонинг таъсирини ҳисобга олинмасин.

§.42-масала. Орқа гилдирак тормозлаш механизмларининг магистрали узилганда юк автомобилнинг максимал

секинлашиш аниклансин. Автомобилнинг массаси 3250 кг, жумладан олд ўқка тўғри келадигани 1460 кг; базаси 3,7 м; массалар марказининг баландлиги 0,75 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,7; гилдирашга қаршилиқ коэффиценти 0,02. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

5.43-масала. Бошланғич тезлик 60 км/соат бўлганда горизонтал участкада тўхтатиб туриш тормоз тизими билан тормозланадиган автобуснинг тормозланиш йўли аниклансин. Автобуснинг массаси 10880 кг, шу жумладан орқа ўқка тўғри келадигани 3770 кг; базаси 4,2 м; массалар марказининг баландлиги 1,4 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,6; гилдирашга қаршилиқ коэффиценти 0,02; Ҳайдовчининг реакция вақти 0,8 с; тормоз юритмасининг кечикиш вақти 0,3 с; секинлашишнинг орта бориш вақти 0,8 с.

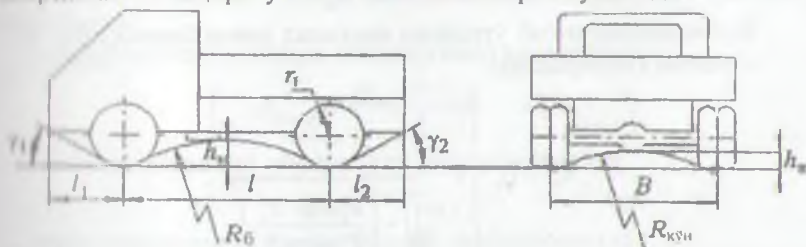
6. АВТОМОБИЛНИНГ ЎТАҒОНЛИГИ

Ўтагонлик автомобилнинг фойдаланиш хоссаси бўлиб, унинг ёзилган йўл шароитларида, йўлсиз жойларда ва турли ҳуснидан ўта олиши билан белгиланади.

Ўтагонлик тўла йўқотилганида автомобилнинг ҳаракатлана олиши тўхтабди.

Ўтагонлик қисман йўқотилганида автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги пасаяди.

Ўтагонлик даражаси бўйича автомобиллар: нормал ўтагон йўл автомобилларига (яъни, одатдаги ўтагонликдаги), ўтагонлиги оширилган ва юқори ўтагон автомобилларга бўлинади



16-расм. Автомобил ўтагонлигининг геометрик параметрлари

Автомобилнинг ҳаракатланиш шarti

$$\psi \leq D_o \leq D_{\max}.$$

Гиддиракларнинг йўл билан илашиши бўйича динамик омил

$$D_{\text{ул}} = \frac{G_2}{G_a} \cdot \varphi \cdot \cos \alpha.$$

Гиддиракнинг йўлга кўрсатадиган солиштирма босими, Н/м²:

$$G_{\text{сол}} = \frac{G_u}{F_u}.$$

Гиддирак контакти доғининг контур юзи, м²:

$$F_u \approx \pi \cdot h_r \cdot \sqrt{D_{\text{ср}} \cdot b_y}.$$

Шиналар радиал деформациясининг катталиги

$$h_r = \frac{G_u}{C_{\text{ш}}}.$$

Шиналарнинг бикрлиги, Н/м:

$$C_{\text{ш}} \approx \pi \cdot k \cdot (P_{\text{ш}} + P_0) \cdot \sqrt{D_{\text{ф}} \cdot b_y}.$$

Ўтагонлиқнинг бўйлама радиуси, м:

$$R_n = 0,5 \cdot E + \sqrt{0,25 \cdot E^2 + H^2},$$

бу ерда $E = \frac{0,25 \cdot L^2 + h_{na}^2 - C^2 - 2 \cdot r_u \cdot h_{na}}{2 \cdot h_{na}};$

$$H = \frac{C^2 \cdot (h_{na} - r_u)}{2 \cdot h_{na}}.$$

Ўтагонликнинг кўндаланг радиуси, м:

$$R_{\text{орта}} = \frac{B_{\text{орт}}^2 + 4 \cdot h_{na}^2}{8 \cdot h_{na}}.$$

Қуйидагилар енгиб ўтадиган вертикал девор баландлиги, м:

- етакчи гилдираклар

$$h_{\text{де}} = r_{\text{де}} \cdot \left[1 - \frac{1 - \frac{h_z}{r_{\text{де}}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_x + \varphi \cdot P_y}{P_x - \varphi \cdot P_z} \right)^2}} \right];$$

- етакланувчи гилдираклар

$$h_{\text{де}} = r_{\text{де}} \cdot \left[1 - \frac{1 - \frac{h_z}{r_{\text{де}}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_x}{P_z} \right)^2}} \right].$$

Гилдирак ўтадиган чуқурнинг эни, м:

$$B_{\text{бур}} = 2 \cdot \sqrt{D_{\text{сн}} \cdot h_p - h_p^2}$$

ёки

$$B_{\text{бур}} = \left(\frac{\varphi \cdot \gamma}{\sqrt{1 + \gamma^2 \cdot \varphi^2}} \right) \cdot D_{\text{сн}},$$

бу ерда $\gamma = \frac{G_z}{G_1}$ - етакланувчи гилдирак учун;

$\gamma = 1$ - етакчи гилдирак учун.

Гилдиракнинг грунтга кўрсатадиган ўртача босими, Н/м²:

- контакт чоғида

$$P_{\text{ц}} = \frac{R_z}{F_{\text{ц}}};$$

• протектор нақши чизиклари бўйича

$$P_{\text{пр}} = \frac{R_z}{F_{\text{пр}}};$$

• протекторнинг тўлалик коэффициенти

$$k_{\text{пл}} = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{ц}}}.$$

Гилдиракнинг йўл билан илашишининг умумлаштирилган коэффициенти:

• дифференциал муҳосара (блокировка) қилинганда

$$\varphi_{\text{умум}} = \frac{\varphi_{\text{мин}} + \varphi_{\text{макс}}}{2};$$

• муҳосараланмаган шестерняли дифференциалда

$$\varphi_{\text{умум}} = \varphi_{\text{мин}};$$

• ички ишқаланиши юқори бўлган дефформағияда

$$\varphi_{\text{умум}} = \frac{\varphi_{\text{мин}}}{2 \cdot (1 - k_{\delta})}.$$

Тўлиқ юритмали автомобилнинг етакчи гилдиракларининг шатаксиришига сарфланадиган қувват, кВт:

$$N_{\text{ш}} = \varphi \cdot R_z \cdot (r_{\text{ц}} - r_{\text{цр}}) \cdot \omega_{\text{ц}} \cdot 10^{-3}$$

Шатаксирамайдиган ва шатаксирайдиган гилдираклар ўртасида дифференциал билан буровчи моментларни тақсимлаш,

$$M_{\text{па}} = 0,5 \cdot (M + M_{\text{иш.д.}});$$

$$M_{\text{па}} = 0,5 \cdot (M - M_{\text{иш.д.}}),$$

бу ерда M - етакчи шестернядаги буровчи момент, Н·м;

$M_{\text{иш.д.}}$ - дифференциалдаги ишқаланиш моменти, Н·м.

Иккита етакчи гилдиракдаги максимал йиғинди тортиш кучи,

$$P_{T \text{ max}} = 2 \cdot P_{\text{ия мин}} + \frac{M_{\text{иш.д.}}}{r_{\text{ц}}},$$

бу ерда $P_{\text{ия мин}}$ - илашиши кам гилдираклардаги тортиш кучи, Н;

$V_{\text{мин}}$ ўзи муҳосара қиладиган дифференциалда ишлаганда

етакчи гилдираклардаги куч:

$$P_{T \max} = \varphi_{\max} \cdot \frac{P_m}{2}$$

6.1-масала. Агар автомобилнинг базаси 2,8 м га тенг, база ўртасида жойлашган энг паст нўқтадан йўл сиртигача 0,28 м, шиналарнинг ўлчами 280-508 бўлса, бўйлама ўтагонлик радиуси топилинсин.

Масаланинг ечилиши. Гилдиракнинг радиуси

$$r_u = 0,5 \cdot d + b_{ш} = 0,5 \cdot 0,508 + 0,28 = 0,534 \text{ м.}$$

Бўйлама ўтагонлик радиуси

$$R_{\text{бур}} = 0,5 \cdot E + \sqrt{0,25 \cdot E^2 + H^2} = 0,5 \cdot 3,106 + \sqrt{0,25 \cdot 3,106^2} = 3,106 \text{ м.}$$

$$E = \frac{0,25 \cdot L^2 + h_{\text{та}}^2 - C^2 - 2 \cdot r_u \cdot h_{\text{та}}}{2 \cdot h_{\text{та}}} = \frac{0,25 \cdot 2,8^2 + 0,28^2 - 0^2 - 2 \cdot 0,534 \cdot 0,28}{2 \cdot 0,28} = 3,106 \text{ м.}$$

$$H = \frac{C^2 + (h_{\text{та}} - r_u)^2}{2 \cdot h_{\text{та}}} = \frac{0^2 + (0,28 - 0,534)^2}{2 \cdot 0,28} = 0.$$

6.2-масала. Юк автомобили етакчи кўприги қартеридан йўл сиртигача бўлган масофа 0,25 м; гилдираклари ораси 1,85 м, шиналарнинг ўлчами 280-508. Кўндаланг ўтагонлик радиуси аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Кўндаланг ўтагонлик радиуси

$$R_{\text{кўп}} = \frac{B_{\text{ш}}^2 + 4 \cdot h_{\text{та}}^2}{8 \cdot h_{\text{та}}} = \frac{1,29^2 + 4 \cdot 0,25^2}{8 \cdot 0,25} = 0,955 \text{ м.}$$

бу ерда $B_{\text{ш}}$ - шиналар орасидаги ички масофа

$$B_{\text{ш}} = B - 2 \cdot b_{ш} = 1,85 - 2 \cdot 0,28 = 1,29 \text{ м}$$

6.3-масала. Шаҳар автобусининг габарит узунлиги 11,54 м, базаси 5,92 м; орқага чиқиб турган қисмининг узунлиги базанинг 51,4% ни ташкил этади; автобуснинг олд ва орқа қисмларида энг кўп чиқиб турган нўқталардан йўл сиртигача бўлган масофа тегишлича 0,55 ва 0,48 м. Чиқиб турган қисмининг олдинги ва орқадаги бурчаклари ҳисоблансин.

Масаланинг ечилиши. Орқа гилдираклар ўқидан автобуснинг орқа қисмида энг кўп чиқиб турган нўқтагача бўлган масофа:

$$l_2 = L \cdot 0,514 = 5,92 \cdot 0,514 = 3,04 \text{ м.}$$

$$l_1 = 11,54 - (L + l_2) = 11,54 - 8,96 = 2,58 \text{ м.}$$

Олд гилдиракларнинг солиб туриш бурчаги

$$\gamma_1 = \arctg \frac{0,55}{2,55} = 12^\circ.$$

Орка гилдиракларнинг солиб туриш бурчаги

$$\gamma_2 = \arctg \frac{0,48}{3,04} = 9^\circ.$$

6.4-масала. Орқа гилдираклари етакчи бўлган енгил автомобилда огирлик марказидан олд ўккача бўлган масофа 1,29 м. Орқа ўккача 1,11 м; таянч сиртгача 0,6 м. Агар илашиш коэффициенти 0,7 га тенг бўлса, автомобилнинг етакчи гилдираклар йўл билан илашиши бўйича енгиб ўтадиган максимал кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг базаси

$$L = a + b = 1,29 + 1,11 = 2,4 \text{ м}.$$

Оркадаги етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашиш шарти бўйича энг катта кўтарилиш бурчаги.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h_0} = \frac{1,11 \cdot 0,7}{2,4 - 0,7 \cdot 0,6} = 0,392 ;$$

$$\alpha = \arctg 0,392 = 21^\circ 25'.$$

6.5-масала. Олд гилдираклари юритмали автомобил ҳаракатлари 6.4-масалада келтирилган автомобил каби айнан ўша максимал кўтарилишни енгиб ўтиши учун унинг узунлиги бўйича огирлик марказининг вазиятини қандай ўзгартириш керак? База, огирлик маркази баландлиги, гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти олд юритмали ва орқа юритмали автомобилларда бир хил.

6.6-масала. Агар итарувчи куч 2,2 кН; гилдирак диаметри 0,98 м; автомобилнинг огирлиги 55,9 кН; орқа ўкка тўғри келадиган огирлик 35,0 кН ни ташкил этса, олдинги гилдираклари етакланувчи бўлган автомобил қандай баландликдаги тўсиқни енгиб ўта олади?

6.7-масала. Тўла огирлиги 13,4 кН бўлган енгил автомобил олдинги етакчи гилдираклари билан енгиб ўтадиган тўсиқнинг баландлиги гилдирак эркин радиусининг қанча қисмини ташкил этади? Олд ўкка тўла огирликнинг 50,4% тўғри келади; итарувчи куч 4,0 кН; гилдиракларнинг эркин радиуси 0,284 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7.

6.8-масала. Агар гилдиракларнинг радиуси 0,56 м; етакчи гилдиракларга тўғри келадиган огирлик 176 кН; автомобилнинг тўла огирлиги 220 кН бўлса; 0,25 м баландликдаги тўсиқни, олдинги

стакланувчи гилдираклар билан энгиб ўтиш учун зарур бўлган куч аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициентини қанча бўлганида тўсиқни энгиб ўтиш мумкин?

6.9-масала. 5,0% қияликдаги кўтарилишда ҳаракатланмоқда имкониятидан келиб чиқиб, шатакчи автомобилнинг етакчи ўқларидаги аравачада 180 кН юкламали бўлган автопоезднинг тўла оғирлиги аниқлансин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,2, гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,012.

6.10-масала. Тўла оғирлиги 120 кН бўлган автопоезд 115 кН оғирликли тиркама билан қиялиги 6,0% бўлган кўтарилишда ҳаракатланмоқда. Агар гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,2, гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлса, шатакчининг тортиш кучи аниқлансин.

6.11-масала. Агар гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,3; гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,03 бўлса, гилдирак формуласи 4×2 бўлган автомобили энгиб ўтиши мумкин бўлган кўтарилишнинг максимал бурчаклари аниқлансин. Автомобилнинг тўла оғирлиги 27,0 кН, шу жумладан олд ўқка тўғри келадигани 12,0 кН. Автомобилнинг юкламасиз оғирлиги 17,0 кН, шу жумладан олд ўқка тўғри келадигани 10,0 кН.

6.12-масала. Гилдирак формуласи 4×4 бўлган енгил автомобил гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5 кўтарилишда ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг олд ўқига тушадиган (тўғри келадиган) оғирлик 7,5 кН, орқа ўқка тўғри келадигани 8 кН. Автомобилнинг базаси 2,2 м, оғирлик марказининг баландлиги 0,7 м. Автомобилга муҳосарага эга бўлган ўқлараро дифференциал ўрнатилган. Гилдирашга қаршиликни ва ҳаво қаршилигини ҳисобга олмасдан, дифференциали муҳосара қилинган ва муҳосара қилинмаганда автомобил энгиб ўтиши мумкин бўлган максимал кўтарилиш аниқлансин.

6.13-масала. Ўтагонлиги юкори юк автомобилининг оғирлиги 58,0 кН; базаси 3,3 м; оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофа 1,75 м. Олд кўприкнинг юритмаси уланганида, чапдаги орқа гилдиракнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7, ўнгдаги орқа гилдиракники эса 0,2 бўлганда йўлнинг тўғри чизикли горизонтал участкасида ҳаракатланганида етакчи кўприкка: а) шестерняли дифференциал; б) ишқаланиши юкори ва муҳосараланиш коэффициенти 0,75 бўлган дифференциал; в) муҳосара қилинадиган дифференциал ўрнатилганда етакчи гилдираклардаги тортиш кучи аниқлансин.

6.14-масала. Енгил автомобил ҳамма етакчи гилдираклари

билан ўқлараро симметрик дифференциалга эга. Автомобилнинг базаси 1,87 м, огирлик марказининг баландлиги 0,62 м. Огирлик маркази автомобилнинг узунлиги бўйича қандай жойлашганида илашиш коэффициенти 0,6 бўлган йўлда ҳаракатланишда гилдиракларнинг шийтаксираш эҳтимоли энг кам бўлади?

6.15-масала. Гилдирак формуласи 4×2 бўлган юк автомобилининг тўла огирлиги 74,0 кН, шу жумладан олд ўққа тўла огирликнинг 24,5% тўғри келади; якка гилдиракнинг қаттиқ таянч сирт билан контакт юзи 390 см^2 . Олд ва орқа гилдиракларнинг йўлга кўрсатадиган босими, аниқлансин. Орқа гилдираклар босими олд гилдираклар босимидан неча фоизга фарк қилади?

6.16-масала. Ўтағонлиги юкори, гилдирак формуласи 6×6 бўлган юк автомобилининг тўла огирлиги 130,0 кН, шу жумладан олд ўққа тўғри келадигани 38,0 кН. Ҳамма гилдиракларнинг қаттиқ таянч сиртга тегишиш юзи бир хил ва жами 2880 см^2 га тенг мувофиқлашувчи осма штангасининг узунлиги бир хиллиги шартидан олд, ўрта ва орқа кўприклар гилдиракларининг йўлга босими аниқлансин.

7. АВТОМОБИЛ ЮРИШИНING РАВОНЛИГИ

Юриш равонлиги автомобилнинг фойдаланиш хусусияти бўлиб, унинг берилган тезликлар оралиғида нотекис сиртли йўлда ҳайдовчига, йўловчиларга, ташилайётган юкка катта бўлмаган титратиш ва зарбий таъсирларсиз ҳаракатланиш қобилиятидир.

Юриш равонлиги бир нечта ўлчагичлар ёрдамида баҳоланади

- тебранишлар даври T , с - автомобил кузови тўла тебраниш ҳаракат қиладиган вақти.

- тебранишлар бурчак (циклик) частотаси $\omega = \frac{1}{T}$, Гц;

- тебранишлар техник частотаси $n = \frac{60}{T}$, тебр/мин.

✓ Тебранишлар амплитудаси $Z_{\max}$, м, - автомобил кузовининг мувозанат вазиятидан энг кўп четга чиқиши.

Тебранишлар тезлиги v_z , м/с, ҳаракатланишнинг вақт бўйича ҳосиласи.

Тебранишлар тезланиши j , м/с² - ҳаракатланишнинг вақт бўйича иккинчи ҳосиласи, яъни тебранишлар тезлигининг вақт бўйича ҳосиласи.

Тебранишлар тезланишининг орта бориш тезлиги j' , м/с³ - ҳаракатланишнинг вақт бўйича учинчи ҳосиласи, яъни тебранишлар тезланишининг вақт бўйича ҳосиласи.

Ўқ бўйлаб чизикли ҳаракатланиш қуйидагича аталади кимириш (S_x), чайкалиш (S_y), сакраб кетиш (S_z).

Ўқлар атрофида бурчакли ҳаракатланиш: чайкалиб кетиш (α_x) ва тиклаш (α_y). Оғирлик кучи таъсирида пружинанинг статик деформацияси (α_z) эгилиши, м:

$$f_n = \frac{G}{G_n}$$

Тебранаётган рессора ости массасининг силжиши, см:

$$Z_k = A_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t = A_{\max} \cdot \sin \sqrt{\frac{C_{np1} + C_{np2}}{m}} \cdot t$$

Тебранишлар тезлиги, см/с:

$$v_z = \frac{dZ}{dt} = A_{\max} \cdot \omega \cdot \cos \omega \cdot t$$

Тебранишлар тезланиши, см/с²:

$$\dot{j} = \frac{d^2 Z}{dt^2} = -A_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega \cdot t.$$

Тезланишнинг орта бориш тезлиги, см/с³:

$$\dot{j} = \frac{d^3 Z}{dt^3} = -A_{\max} \cdot \omega^3 \cdot \cos \omega \cdot t.$$

Тебранишлар сони (техник частота), теб/мин:

$$n = \frac{60}{T} = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{C_n}{m}} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f}} \approx \frac{300}{\sqrt{f}}.$$

Осмалар ва шиналарниаг йигинди эгилиши, м:

$$f_{\text{ияц}} = \frac{G}{G_{np}}.$$

Осма ва шиналарнинг келтирилган бикрлиги, Н/м:

$$C_{np} = \frac{C_n \cdot C_{ш}}{C_n + C_{ш}}.$$

Автомобилнинг сакрамасдан юриш шарт:

$$\frac{C_{np1}}{C_{np2}} = \frac{b}{a},$$

$$f_{np1} = f_{np2},$$

$$\varepsilon = \frac{\rho_k^2}{\alpha \cdot b} = 1.$$

Рессорланган массалар коэффиценти

$$\mu = \frac{m - m_n}{m_n}.$$

Осмаларнинг (шиналар деформациясини ҳисобга олганда)

умумий статик эгилиши, м:

$$f_{\text{умум}} = f_n + f_{ш} = \frac{m - m_n}{C_{np1}} + \frac{m - m_n}{C_{np2}},$$

бу ерда $f_n = f_{n1} + f_{n2}$.

Элстиклик марказидан огирлик марказигача бўлган масофа, м:

$$X = \frac{C_{n1} \cdot f_{n1} \cdot a - C_{n2} \cdot f_{n2} \cdot b}{C_{n1} \cdot f_{n1} + C_{n2} \cdot f_{n2}},$$

агар $f_{n1} = f_{n2}$ бўлса, у ҳолда

$$X = \frac{C_{n1} \cdot a - C_{n2} \cdot b}{C_{n1} + C_{n2}}.$$

Автомобил олд қисмининг рессораланган массаси, кг:

$$m_1 = \frac{m_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi}^2}{a \cdot L}.$$

Автомобил орқа қисмининг рессораланган массаси, кг:

$$m_2 = \frac{m_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi}^2}{b \cdot L}.$$

Автомобил оғирлик марказида рессораланган масса, кг:

$$m_3 = m_{\Pi} \cdot \left(1 - \frac{\rho_{\Pi}^2}{a \cdot b} \right).$$

Автомобилнинг юриш раёнлигини яхшилаш учун

$$\frac{\rho_{\Pi}}{a \cdot b} = 1,$$

бўлиши керак, бу ерда $m_3=0$.

Агар оғирлик маркази эластиклик маркази билан устма-уст тушса

$$X = \frac{C_{n1} \cdot a - C_{n2} \cdot b}{C_{n1} + C_{n2}} = 0.$$

Бинобарин,

$$C_{n1} \cdot a = C_{n2} \cdot b;$$

$$\frac{C_{n1}}{C_{n2}} = \frac{a}{b}.$$

Рессораланган массанинг куйидаги юклар билан биргаликдаги хусусий тебранишларининг парғиал частотаси:

- рессораостликли рессораси бор автомобилники:

$$\omega_{2r}^2 = \frac{2 \cdot (C_p + C_{\text{рессост}})}{m_{02} + m_{r2}} = \frac{2 \cdot (C_p + C_{\text{рессост}})}{m_{\Pi2}};$$

- пружинаси бор автомобилники:

$$\omega_{2r}^2 = \frac{2 \cdot C_{\Pi}}{m_{02} + m_{r2}} = \frac{2 \cdot C_{\Pi}}{m_{\Pi2}}.$$

Юк таъсирида османинг статик эгилиши, м:

- рессораостликли рессораси бор автомобилники:

$$\Delta_{\text{сум}} = \frac{g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_p} + \frac{F_{\text{max}} - g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot (C_p + C_{\text{поо}})},$$

- пружинаси бор автомобилники:

$$\Delta_{\text{сум}} = \frac{g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_n} + \frac{F_{\text{max}} - g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_n},$$

бу ерда $\alpha = 0,5 \dots 0,75$;

$$F_{\text{max}} = K_o \cdot g \cdot (m_{02} + m_{r2}) = K_o \cdot g \cdot m_{\kappa 2};$$

бу ерда K_o - османинг динамик коэффиценти ($K_o = 1,8 \dots 2,2$)

Амортизаторлар каршилигининг ўртача киймати

$$K_{pc} = \frac{2 \cdot \psi}{\sqrt{C_n \cdot m_{02}}},$$

бу ерда $\psi = 0,2 \dots 0,35$ - енгил автомобил учун нисбий сўниш коэффиценти;

$\psi = 0,15 \dots 0,25$ - юк автомобиллари учун нисбий сўниш коэффиценти.

7.1-масала. Тўла юкламали автомобилнинг олдинги османининг статик эгилиши 0,25 м ни ташкил этади. Техник частота ва тебранишлар даври аниқлансин.

Мисалнинг ечилиши. Тебранишларнинг техник частотаси

$$n = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f}} = \frac{30}{3,14} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{0,25}} = 59,9 \text{ теб/мин.}$$

Тебранишлар даври

$$T = \frac{60}{n} = \frac{60}{59,9} \approx 1,0 \text{ с.}$$

7.2-масала. Юк автомобилининг олдинги ва орқа осмаларининг келтирилган бикрлиги топилсин. Олд рессорларнинг бикрлиги 255 кН/м; орқа рессорларники 700 кН/м; олдинги гилдирав шиналариники 1262 кН/м; орқа гилдираклар шиналариники 3175 кН/м. Осмаларнинг келтирилган бикрлиги рессорларнинг бикрлигидан неча фоизга фарк килади?

Мисалнинг ечилиши. Олд османинг келтирилган бикрлиги

$$C_{\text{оп1}} = \frac{C_{\text{н1}} \cdot C_{\text{ш1}}}{C_{\text{н1}} + C_{\text{ш1}}} = \frac{255 \cdot 1262}{255 + 1262} = 212 \text{ кН/м.}$$

Орқа османинг келтирилган бикрлиги

$$C_{np2} = \frac{C_{n2} \cdot C_{ш2}}{C_{n2} + C_{ш2}} = \frac{700 \cdot 3175}{700 + 3175} = 573,5 \text{ кН/м.}$$

Осмаларнинг келтирилган бикрликларининг рессоралар бикрлигидан фарқи:

- олд османики

$$\frac{C_{n1} - C_{np1}}{C_{n1}} \cdot 100 = \frac{255 - 212}{255} \cdot 100 = 16,9\%;$$

- орқа османики

$$\frac{C_{n2} - C_{np2}}{C_{n2}} \cdot 100 = \frac{700 - 573,5}{700} \cdot 100 = 18,1\%.$$

7.3-масала. Агар максимал амплитуда 6 см га тенг бўлса, тебранишлар техник частотаси 120 тебр/мин бўлса, автомобил кузовининг силжиш қонуни топилсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг рессораланган тебранувчи кузовининг силжиш қонуни

$$Z_k = A_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t = 6 \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t,$$

$$\text{бу ерда } \omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} = \frac{n \cdot 120}{30} = 4 \cdot \pi$$

7.4-масала. 1,2 с оралигида автомобил кузовининг тебранишлари қийматлари тезлиги ва тезланиши, шунингдек, уларнинг максимал қийматлари топилсин. Кузовнинг силжиш қонуни

$$Z_k = 2 \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t.$$

Масаланинг ечилиши. Кузовнинг силжиш тезлиги

$$\begin{aligned} v_k &= \frac{dZ_k}{dt} = 2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot \cos 4 \cdot \pi \cdot t = \\ &= 8 \cdot 3,14 \cdot \cos(4 \cdot 3,14 \cdot 1,2) = 24,4 \text{ см/с} = 0,244 \text{ м/с.} \end{aligned}$$

Автомобил кузовининг максимал силжиш тезлиги

$$v_{k \max} = 2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1 = 25,1 \text{ см/с} = 0,251 \text{ м/с}$$

Кузовнинг тебранишлари тезлиги

$$v_{k \max} \cos \omega \cdot t = 1 \text{ бўлганда;}$$

$$v_{k \max} = 2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1 = 25,1 \text{ см/с} = 0,251 \text{ м/с.}$$

Кузовнинг тебранишлар тезланиши

$$\begin{aligned} j_k &= \frac{d^2 Z_k}{dt^2} = -2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 4 \cdot \pi \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t = -32 \cdot \pi^2 \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t = \\ &= -32 \cdot 3,14^2 \cdot \sin 4 \cdot 3,14 \cdot 1,2 = -74 \text{ см/с}^2 = -0,74 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

$\sin \omega \cdot t = 1$ бўлганида автомобил кузови тебранишларининг максимал тезлиги қиймати

$$J_{\text{макс}} = -32 \cdot \pi^2 \cdot 1 = -316 \text{ см/с}^2 = -0,316 \text{ м/с}^2.$$

7.5-масала. Енгил автомобилнинг олдиндаги ричагли осмасининг келтирилган бикрлиги ҳисоблансин. Пружинанинг бitta осмасининг бикрлиги 130 кН; осма ричагининг шарниридан гилдирак марказигача бўлган масофа 0,53 м, пружина таянчининг марказидан эса 0,22 м; Олд гилдирак шинасининг бикрлиги 220 кН/м. Пружина осмага вертикал тарзда ўрнатилган.

7.6-масала. Массаси 1000 кг ли юк бикирлиги 100 кН/м бўлган осмада тебраниб турибди. Тебранишларнинг бошланғич шартлари: силжиш 0,03 м; тезлик 0,05 м/с. Бошланғич пайтда юкнинг тезланиши, максимал силжиш қиймати, юкнинг тезлиги ва тезланиши топилсин.

7.7-масала. Масса пружинага осиб қўйилган. Агар а) тебранишлар частотаси 2 марта камайса; б) пружинанинг бикирлиги 2 марта камайса, тебранишлар амплитудаси ўнгарамай турганида юкнинг максимал тезланиши неча марта ўнгаради?

7.8-масала. Юк автомобилнинг орқадаги осмасида рессорланган массанинг хусусий тебранишлари частоталарининг нисбати шайланган ҳолатида ва тўла юкламада аниқлансин. Автомобилнинг орқадаги осмага тўғри келадиган массаси: а) шайланган ҳолатида 1060 кг; б) тўла юклама билан 3800 кг. Асосий рессоралар бикирлиги 706 кН/м; қўшимча рессоралар-ники 158 кН/м.

7.9-масала. Османинг шартли статик эгилиши 1,0 м. Кузовнинг хусусий тебранишлари частотаси қанчага тенг? Агар шартли статик эгилиш 0,25 га тенг бўлса, частота неча баравар ўнгаради?

7.10-масала. Юқори классли енгил автомобил кузовининг асосий тебранишлари частотаси аниқлансин. Бошланғич амплитудотлар: рессораланган масса 2670 кг; базаси 3,76 м; горизонтал бўйича олд ўқдан рессораланган массанинг марказигача бўлган масофа 1,83 м; кўндаланг ўққа нисбатан инерция радиуси 1,783 м; бикирлик олд османики 25,3 кН/м, орқадаги османики 24,3 кН/м, олд гилдираклар шиналариники 240 кН/м, орқа гилдирак шиналарники 254 кН/м.

ЖАВОБЛАР

1.Автомобилга таъсир қилувчи кучлар. Автомобилнинг
гортиш динамикаси.

№ мас ала	Жавоблар	№ мас ала	Жавоблар
1	2	3	4
1.30	5,1%; 0%; 5,1%	1.59	33,1 кВт; 47,1 кВт; 50,7 кВт
1.31	0,288 м; 0,265 м	1.60	21 кВт
1.32	0,726 м	1.61	2 марта ортади
1.33	0,5 м; 5%	1.62	4 1,3 кВт
1.34	1,12 гача камаяди	1.63	15,7 кВт
1.35	1,17 гача ортади	1.64	17,9 дан 32,9 кВт гача ортади
1.36	$m_1=0,84$; $m_2=1,15$	1.65	40,4 кВт
1.37	36,45 кН; 58,8 кН; 0,808; 1.173	1.66	0 кВт
1.38	32,67 кН; 74,13 кН	1.67	7,94 кВт
1.39	140,75кН	1.68	107,9 кВт
1.40	18,74 кН	1.69	34,4 кВт
1.41	20%; 80%; 40,6%; 59,4%	1.70	0,91
1.42	80 кН	1.71	2,52 кН; 25,2 кВт
1.43	20% га камайтир	1.72	10,6%
1.44	3,91	1.73	Йул йўлакay; 5 м/с
1.4	4,8 кН; 56,2 кВт	1.74	156,2 кВт
1.45	4,12 кН	1.75	22,6 м/с
1.46	2,025	1.76	0,53 м/с; 22,2 м/с
1.47	Ҳаракат мумкин эмас	1.77	596 c^{-1}
1.48	3,53 кН	1.78	6,4% га юк автомобилида
1.49	36,8 кН	1.79	11,3 м/с; 19,3 м/с; 9,6 м/с 530 c^{-1}
1.50	$1,8 Н \cdot c^2 / м^2$	1.80	0,475 м
1.51	1,8 кН	1.81	0,22
1.52	1,31 кН	1.82	0,5 н/с ²
1.53	370 Н; 433 Н	1.83	22,5 м/с
1.54	3,9 кН	1.84	32,3 м/с
1.55	0,015; 4,23 кН·м	1.85	60 км/ч
1.56	28%	1.86	0,035
1.57	233Н; 6,2 кВт; 507 Н; 14,1 кВт	1.87	0,085 дан 0,049 гача камаяди
1.58	5,5 кН	1.88	0,089

1.89	0,053 дан 0,093 гача ортади	1.105	20,8 с^{-2}
1.90	0,028; 0,044	1.106	0,7 м/с^{-1}
1.91	0,044; 22,8%	1.107	1,5 м/с^{-1}
1.92	0,017; 0,033	1.108	0,32 м/с^{-1}
1.93	0,17	1.109	3,6%
1.94	0,043	1.110	0,23 м/с^{-2}
1.95	59%	1.111	2,806; 1,599; 1,216; 1,134; 1,099
1.96	0,035	1.112	1,526; 2,416; 1,009; 1,123;
1.97	1,7; 1,0; 1,08	1.113	1,84°
1.98	10°8'	1.114	0,2°
1.99	0,2	1.115	5,8°; 2,6°
1.100	0,042	1.116	1,7°
1.101	0,023	1.117	81,25 кН
1.102	0,67 м/с^{-2}	1.118	2,2°
1.103	0,48 м/с^{-2} ; 0,3 м/с^{-2}	1.119	0,032
1.104	30 с^{-2}		

2. Автомобилнинг ёнилғи самарадорлиги

№ мас ала	Жавоблар	№ мас ала	Жавоблар
1	2	3	4
2.2	28 кг	2.15	6,4 л/100 км; 7,8 л/100 км
2.3	11 л	2.16	10,2 л/100 км; 11 л/100 м
2.4	12 л	2.17	29,4 л/100 км
2.5	Юк билан 15 л; юксиз 13,8 л	2.18	7,03 л/100 км
2.6	26 л /100км	2.19	12 л/ 100 км
2.7	Юксиз 21,5 л/ 100 км Тула юк билан 28,9 л/100 км	2.20	17 л/100 км
2.8	Ёнилғи сарфи нисбати 0,164; 0,110 л/т км	2.21	9,92 л/100 км
2.9	Ўқотишлар 3,5 л ни танкил этади	2.22	181,7 л/100 км
2.10	шатаксиз 0,70 л/т км; шатак билан 0,047 л/т км	2.23	27,5 л/100 км

2.11	≈ 24%	2.24	38,5 л/100 км
2.12	45 л	2.25	4383 кг
2.13	0,075 дан 0,030 л/т·км гача ортади	2.26	5,15%
2.14	30 л/ 100 км дан 34 л/100 км гача ортади	2.27	24,3 м/с
2.28	0,16 м/с ² ; 0,33 м/с ² ;	2.37	0,17 л/т·км
2.29	0,19 м/с ² ;	2.38	0,0075 л/йўл. км
2.32	2,8л	2.39	39,7 л
2.33	30,6 л/100 км	2.40	86,6 л
2.34	38 км	2.41	60,8 л
2.35	22%	2.42	164,4 л
2.36	0,067 л/т·км; 0,085 л/т·км; 0,12 л/т·км; 0,075 л/т·км; 0,095 л/т·км		

3.Автомобилнинг турғунлиги

№ масал а	Жавоблар	№ масал а	Жавоблар
1	2	3	4
3.6	0,74 м	3.27	10,7 м/с; 80 м
3.7	21,92 кН гача ортади	3.28	19,6%
3.8	38°50'	3.29	32 м; 0,72
3.9	$\operatorname{tg} \alpha < b/h_0$ тўнтарилиш мумкин эмас	3.30	0,29 м га ошириш; 018 м га камайтириш мумкин эмас
3.10	27°40'	3.31	73,5 м; 42,3 м
3.11	33°50'	3.32	0,53; 1,27 м
3.12	11°	3.33	1,04 м; 0,82
3.13	14°20'	3.34	16,6 м/с; 123%
3.14	2 м	3.35	11,2%
3.15	0,326	3.36	35,8 м/с; 45°56'
3.16	0,452 гача ортади	3.37	19°31'
3.17	0,274 гача камаяди	3.38	3°14'
3.18	1,66; 1,33; 1,0	3.39	25,4 м/с
3.19	6,26 кН; 3,13 кН	3.40	14°02'
3.20	20°33'; 26°34'; 25%	3.41	36,1 м/с

1 21	Мумкин эмас	3.42	8,9 м/с
1 22	0,62 м; 0,42 м	3.43	23°46'
1 23	Мумкин	3.44	Мумкин
1 24	Мумкин	3.45	33,5 м
1 25	30°58'; 20°18'; 4Г59'	3.46	46,8 м/с; 48,5 м/с
1 26	17,2 м/с; 13,6 м/с; 0,38		

4. Автомобилнинг бошқарилувчанлиги

№ мисо ли	Жавоблар	№ маса ла	Жавоблар
4.8	Минимал радиус 36 м бўлганда ағдарилиш сирпанишдан олдин бўлиши мумкин.	4.23	2,654 кН; 4,749 кН; 78,6%
4.9	58,3 км/ч	4.24	789,6 кН; 766,8 кН
4.10	Ташқи бошқариладиган гилдиракнинг бошқарилиш бурчаги 19°45'; ичкисиники 29°12'; ўртаники 24°28'	4.25	0,951; 1,04; 0,994; 1,047
4.11	11 дан 12,2 м гача бурилиш радиуси ошади	4.26	6,156 кН; 6,988 кН
4.12	4°40'	4.27	7,078 кН; 7,797 кН
4.13	1°36'	4.28	0,00518 рад га камаяди
4.14	2°30'	4.29	Ортикча: 787 м
4.15	2φ	4.30	Ортикча: етмайди
4.16	Мумкин	4.31	0,013 рад
4.17	16°	4.32	6,4 м; 6,9 м
4.18	1,6%	4.33	1,79 м
4.19	1,77 рад /с	4.34	4,2 м
4.20	44 м	4.35	177°
4.21	0,0231 рад; 1,05 с ⁻¹	4.36	0,29 м
4.22	27,4 м; 0,36 с ⁻¹		

5. Автомобилнинг тормозлаш динамикаси

№ маса ла	Жавоблар	№ маса ла	Жавоблар
1	2	3	4
5.5	31,5 кН	5.10	59,1 м гача кискаради
5.6	18,2 кН	5.11	37,2 м
5.7	6,42 м/с ² ҳаво қаршилиги ҳисобга олинган; 6,08 м/с ² ҳаво қаршилиги ҳисобга олинмаган	5.12	52,8 ҳаво қаршилигисиз; 49,2 м ҳаво қаршилиги ҳисобга олинса
5.8	5,15 дан 5,99 м/с ² гача ортади	5.13	Пастга ҳаракатланганда тормоз йўли 1,5 баравар ортади
5.9	75,9 м	5.14	46,9 м
5.15	98 м	5.29	40,8 м; 9,16 с
5.16	Тормоз йўли 40,5 м бўлади, шунинг учун қониктирмайди	5.30	3,8 м/с ² ; 29,8 м; 4 с; 2,4 м/с ² ; 46,7 м; 6,2 с
5.17	44,5% да	5.32	17,8 м
5.18	1868 Н; 98,5%; 1,9%; 1,6%	5.33	13°30'
5.19	2,4 м/с	5.34	16,2%
5.20	1100 Н·м; 2,1%	5.35	6,05 м/с ² ; 1,13%
5.21	1567 Н·м	5.36	69,1 м; 6,7 с
5.22	19770 Н·м	5.37	75 м; 5,6 с
5.23	93,5%; 6%; 0,5%; 76%; 8%; 16%	5.38	101 м; 3,4 с
5.24	5981 Н; 0,85; 0,71	5.39	27 м
5.25	41400 Н·м; 10,4%	5.40	18,3 м/с
5.26	4,8 м/с ²	5.41	38%
5.27	5497 Н·м	5.42	3,7 м/с ²

6. Автомобилнинг ўтагонлиги

№ масал а	Жавоблар	№ масал а	Жавоблар
6.5	0,74 м га олдинга суриш	6.11	$7^{\circ}50'$; $5^{\circ}20'$
6.6	0,14 м	6.12	$20^{\circ}10'$; $26^{\circ}34'$
6.7	0,6	6.13	6 кН; 12,1 кН; 13,6 кН
6.8	66 кН; 0,38	6.14	1,06 м; 1,81 м
6.9	580 кН	6.15	35%
6.10	94 кН	6.16	0,39 МПа; 0,47 МПа; 0,47 МПа

7. Автомобил юришининг раволиги

№ масал а	Жавоблар	№ масал а	Жавоблар
7.5	40,7 кН/м	7.8	1,7
7.6	3 м/с ² ; 0,0304 м; 0,304 м/с; 3,04 м/с ² ;	7.9	0,5 Гц; 2
7.7	4; 2	7.10	4,12 рад/с; 4,34 рад/с

АДАБИЁТ

1. Архангельский В.М. ва бошқалар. Автомобильные двигатели М.С. Ховахнинг умумий таҳрири остида. М., «Машиностроение», 1967.
2. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях М., «Машиностроение», 1976.
3. Кодиров С.М., Никитин С.Е. Автомобил ва трактор двигателлари Т., «Ўқитувчи», 1992.
4. Ховах М.С., Маслов Г.С. Автомобил двигателлари Т., «Ўқитувчи», 1977.
5. Кадыров С.М. Методические указания по выполнению курсовой работы и проекта по курсу «Автотракторные двигатели». Т., ТАДИ, 1979.
6. Хачиян. А.С. ва бошқалар. Двигатели внутреннего сгорания «Высшая школа», 1978.
7. Подача и распыливание топлива в дизелях. Под ред. И.В. Астахова, М., «Машиностроение», 1972.
8. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие для вузов. - Саратов: Изд-во Сарат. гос. Ун-та, 1981.
9. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория: Учебник для вузов. - Мн.: Высшая школа, 1986.
10. Краткий автомобильный справочник. - М.: АО «Трансконсалтинг», НИИАТ, 1994.
11. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». - М.: Машиностроение, 1989.
12. Петров В.А. Теория автомобиля: Учебное пособие для вузов. - М.: МГОУ, 1996.
13. Теория и конструкция автомобиля / В.А. Илларионов, М.М. Морин, Н.М. Сергеев и др. - М.: Машиностроение, 1985.

МУНДАРИЖА

I-Қисм. Двигателлар назарияси.....	3
Асосий кўрсаткичларнинг ўлчов бирликлари	4
Кириш	5
I боб. Техник термодинамикадан қисқача маълумотлар	
1.1. Иш жисмининг ҳолатини белгиловчи кўрсаткичлар	8
1.2. Термодинамиканинг биринчи қонуни	11
1.3. Термодинамиканинг иккинчи қонуни	15
II боб. Ички ёнув двигателларининг назарий цикллари	
2.1. Умумий маълумот	19
2.2. Нисиклик ўзгармас ҳажмда ($v = const$) бериладиган цикл	20
2.3. Нисиклик ўзгармас босим ($p = const$) да бериладиган цикл	25
2.4. Нисиклик аралаш усулда бериладиган цикл	26
III боб. Ёнилғи ва унинг ёниш кимёвий реакциялари	
3.1. Ёнилғи	30
3.2. Ёнилғининг ёниш реакциялари	35
3.3. Ёниш маҳсулотларини зарарсизлантириш	47
IV боб. Ички ёнув двигателларининг ҳақиқий цикллари	
4.1. Умумий маълумот	50
4.2. Тўрт тактли двигателнинг иш цикли	52
4.3. Икки тактли двигателнинг иш цикли	57
V боб. Ички ёнув двигателларида содир бўладиган жараёнлар	
5.1. Газ алашиниш жараёни	59
5.2. Тўлдириш коэффициентиға таъсир қилувчи омиллар	71
5.3. Сиклин жараёни	78
5.4. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёниш жараёни	82
5.5. Двигелларда ёниш жараёни	98
5.6. Циклнинг максимал температура ва босимини	

аниклаш.....	106
5.7. Кенгайиш жараси	110
VI боб. Циклнинг уртача босими, двигателнинг қуввати ва тежамлилиги	
6.1. Циклнинг уртача индикатор босими	114
6.2. Двигателнинг индикатор қуввати	118
6.3. Двигателда механик йўқотишлар	119
6.4. Эффе́ктов қувват ва механик ф.и.к.	122
6.5. Ёнилғи сарфи ва ф.и.к.	123
6.6. Ёнилғининг солиштира сарфи ва двигател қувватига таъсир қилувчи омиллар	127
6.7. Двигателнинг иссиқлик баланси	135
VII боб. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби	
7.1. Карбюраторли двигател	139
7.2. Дизел	147
7.3. Двигателнинг индикатор диаграммасини чизиш ...	154
VIII боб. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда аралашма ҳосил қилиш	
8.1. Гидродинамикадан қисқача маълумот	159
8.2. Ёнилғининг карбюра́гияланиш ҳоссалари	164
8.3. Оддий карбюратор	166
8.4. Идсал карбюратор	170
8.5. Карбюраторнинг асосий дозалаш системаси	172
8.6. Карбюраторнинг ёрдамчи тузилмалари	178
8.7. К-88 А карбюраторининг тузилиши ва ишлаши	183
8.8. Карбюраторли двигателнинг энг катта тезлик режимини ростлаш	184
8.9. Ёнилғи пуркаб аралашма ҳосил қилиш	188
IX боб. Дизелларнинг ёнилғи бериш аппаратураси	
9.1. Умумий маълумотлар	189
9.2. Юқори босимли ёнилғи насоси	190
9.3. Форсункалар	199
9.4. Юқори босимли ёнилғи насоси ва форсунканинг бирга ишлаши	202
9.5. Айланишлар частотаси регуляторлари	206
9.6. Корректорлар	210
X боб. Дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш	
10.1. Ёниш камералари	213
10.2. Ёнилғини пуркаш	223
10.3. Пуркаш характеристикаси	227
XI боб. Двигателларни синаш	

11.1	Умумий маълумот	229
11.2	Двигателнинг қувватини аниқлаш	230
11.3	Өсилги ва ҳаво сарфини ўлчаш	232
11.4	Двигателнинг индикатор диаграммасини олиш	236
11.5	Двигателнинг характеристикалари	240
11.6	Двигателнинг иш режимининг тургунлиги	248
XII боб. Двигателларнинг кўрсаткичларини ошириш усуллари ва уларни ривожлантириш истиқболлари		
12.1	Умумий маълумот	251
12.2	Двигателнинг қувватини ошириш усуллари	252
12.3	Ишлатилган газларнинг захарлилигини камайтириш	255
12.4	Өсилгини тежаш усуллари	256
12.5	Бошқа типдаги двигателларни ривожлантириш истиқболлари	259
ИККИНЧИ ҚИСМ		
АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ		
	Қабул қилинган белгилар	265
1	Автомобилга таъсир этувчи кучлар	
	Автомобилнинг тортиш динамикаси	271
2	Автомобилнинг өсилги тежамкорлиги	305
3	Автомобилнинг тургунлиги	318
3.1	Автомобилнинг кўндаланг тургунлиги	318
3.2	Автомобилнинг бўйлама тургунлиги	321
4	Автомобилнинг бошқарилувчанлиги	341
4.1	Якка автомобилнинг бошқарилувчанлиги	343
4.2	Тиркамали шатаклагичнинг бошқарилувчанлиги	341
5	Автомобилнинг тормоз динамикаси	350
6	Автомобилнинг ўтагонлиги	365
7	Автомобил юришининг раволиги	372
	Жавоблар	378
	Адабиётлар рўяхати	384
	Мундарижа	385

На узбекском языке

**КАДЫРОВ САРВАР МУКАДЫРОВИЧ
САЛИМОВ АКИЛ УМУРЗАКОВИЧ
ПРОСКУРИН АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ**

**Теория двигателей и
автомобиля
Учебник для технических ВУЗов**

ДВИГАТЕЛЛАР ВА АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

**Мухаррир: С.Абдукаримов
Оператор: Т.Сотников
Техник муҳаррир Б.Э. Шукуров
Бадий муҳаррир Н. Қодирова**

**Босишга рухсат этилди Ўлчами 60x84/16.
Офсет қоғози.
24,5 босма табок. Адади 1000 дона
Буюртма № 225**

**ТАЙИ
Тошкент, Моваруннахр, 20**

**Тош. Тиббий академия босмахонасида чоп этилган
2008 йил**

100048, ш. Токент, Мусаханов кўчаси, 103.

