

PDF Compressor Free Version

С. Қодиров,
О.Салимов, А. Проскурин

ДВИГАТЕЛЛАР ВА АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ



PDF Compressor Free Version

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

621.7
75-87

ДВИГАТЕЛЛАР ВА АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

проф. Л. А. Ахметов тахрири остида

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

“НОШИР” НАИФИЕТИ
ТОШКЕНТ-2008



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

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

Автомобилга таъсир этувчи кучлар. Автомобилнинг тортиш динамикаси.

Автомобилнинг ёнилғи тажамкорлиги.

Автомобилнинг турғунлиги.

Автомобилнинг бошқарилувчанлиги.

Автомобилнинг тормоз динамикаси.

Автомобилнинг ўтагонлиги.

Автомобилнинг юриш раёнлиги.

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, (ҳарорат) t, T	°C, К	°C, К	—
3.	Ҳажм, V	м ³	м ³	—
4.	Силиштирма ҳажм, v	м ³ /кг	м ³ /кг	—
5.	Зичлик, ρ	кг/м ³	кг/м ³	—
6.	Силиштирма зичлик, γ	Н/м ³	кг/м ³	1 кг/м ³ = 9,80665 Н/м ³
7.	Ишқилиш ёнғини, Q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 4187 Ж/(кг·град)
8.	Ўнғиллик, q	Ж	ккал	1 ккал = 4,187 Ж
9.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
10.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
11.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
12.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
13.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
14.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
15.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
16.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
17.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
18.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
19.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
20.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
21.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
22.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
23.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
24.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
25.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
26.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
27.	Ўнғилликнинг, q	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)

КИРИШ

Республикамизда барча турлаги 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 шуғулланади. Бундан равишанки, 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 поршенли 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 Лёнуар (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 суюк 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. Шуни таъкидлаш лозимки, бу двигател немис мухандиси Р. Дизел (1897 й.) томонидан яратилган бўлиб, керосинда ишлайдиган двигателдан анча самарали ишлар эди. Дизел деб аталган бу двигателда ёнилғи паровини ҳавонинг сикилиши натижасида содир бўлади. Ўртабортқочон двигателларга нисбатан дизелларда ёнилғининг сарфини тежасан бўлиши учун ҳозир улар барча транспорт ва энергетика индустрияларида

1. Ўртабортқочон (ўртабортқочон) двигателлар

2. Ўртабортқочон (ўртабортқочон) двигателлар

3. Ўртабортқочон (ўртабортқочон) двигателлар

4. Ўртабортқочон (ўртабортқочон) двигателлар

5. Ўртабортқочон (ўртабортқочон) двигателлар

3. Иссиқлик 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: учкун 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) каторли, горизонтал каторли; V-симон; юлдуз шаклли ва цилиндрлари қарама қарши ётувчи двигателлар.

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

I боб

ТЕХНИК ТЕРМОДИНАМИКАДАН
МАЪЛУМОТЛАР1.1. ИШ ЖИСМИНИНГ ҲОЛАТИНИ БЕЛГИЛОВЧИ
КЎРСАТКИЧЛАР

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

Иссиқлик двигателлари назариясини тадқиқи сифатида идеал газлар қўлланилади. Идеал газ деганда молекулалари орасида тортишиш кучи ва геометрик ўлчами бўлмаган газ тушунилади.

Иш жисмининг ҳолати температура, босим ёки зичлик орқали белгиланади.

Барча термодинамик ҳисоблашларда абсолют температурадан фойдаланилади ва у қуйидаги формула билан белгиланади:

$$T = t + 273, \text{ K},$$

бу ерда t — масса бирлигига туғри келадиган ҳажм бўлимига қарши келувчи қаршиқ билан белгиланади. V — V_0 бўлимига n қатъий $n = 1$ м³ / м³

Қаршиқ билан T нинг асосий қисми айланиши ва у ρ билан белгиланади, бу ерда

$$\rho = \frac{m}{V},$$

бу ерда m — масса, V — ҳажм, F — қаршиқ билан келувчи F куч

$$F = p \cdot S,$$

бу ерда p — босим, S — қаршиқ билан келиб 1 Н қаршиқ билан келувчи босим ($\text{H}/\text{м}^2$) қабул қилинган. p — қаршиқ билан келувчи қаршиқ билан келиб 1 бар (1 бар = $1 \cdot 10^5 \text{ H}/\text{м}^2$) қабул қилинган. T нинг босими манометрлар билан белгиланади ва $\text{H}/\text{см}^2$ да диражаланган бўлади.

Манометрлар атмосфера босимидан юқори (ортиқча) 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

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

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 миқдордир.

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 $p_0=1,0 \text{ кГ}/\text{см}^2$ 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 миқдор бўлиб, универсал газ доимийси дейилади. Унинг қиймати эса $R_u=8314 \text{ Ж}/(\text{кмол} \cdot \text{град})$ га тенг. Газ температурасини 1°C га ошириш учун керак бўлган иссиқлик миқдори газнинг иссиқлик сизими деб аталади ва C ҳарфи билан белгиланади, у кЖ да ўлчанади.

Техник термодинамикада мол иссиқлик сизими μC , кЖ/(мол · град); масса иссиқлик сизими C , кЖ/(кг · град); ҳажмий иссиқлик сизим C' , кЖ/(м³ · град) бирликлари ишлатилади ва ўзаро алоқадорлиги ўзаро боғланиш қуйидагича ифодаланади:

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

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

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

Бундан кўра, C ва C' ўзаро боғланиш қуйидагича ифодаланади:

Мол иссиқлик сизими μC ва масса иссиқлик сизими C ўзаро боғланиш қуйидагича ифодаланади:

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

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

Техник ҳисоблашларда олиб борилганда 8,314 ўрнига 1,986 қўйилади.

Бундан кўра, C ва C' ўзаро боғланиш қуйидагича ифодаланади:

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 буги	$\mu C_v = 24,715 + 0,005604t$ $\mu C_p = 33,029 + 0,005604t$	$\mu C_v = 27,235 + 0,003909t$ $\mu C_p = 35,549 + 0,003909t$
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 сигими μC_v ва μC_p нинг температурага боғлиқлиги келтирилган.

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

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

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

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 манбадан 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 таккослаш 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

Тажрибаларга 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. Қўшгина ҳолларда иссиқлик бирликларини иш бирликларига айлантиришга тўғри келади. Бу ишни осонлаштириш мақсадида қуйидаги жадвалда иссиқлик ва иш бирликлари орасидаги боғланишлар келтирилган.

1.2 - жадвал

Ўндов 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

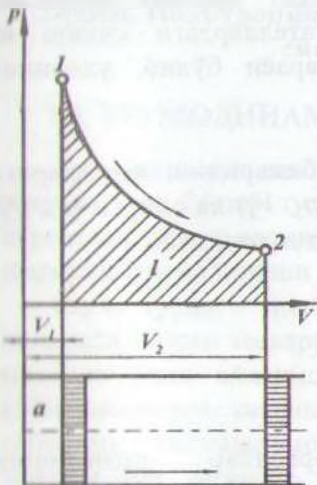
Цилиндрнинг юқори қисмидаги a ҳажмли газга q миқдорда иссиқлик берилганда газ бажарадиган жараёни кўриб чиқамиз (1.1-рasm). Бу ҳолда поршен ўнг томонга эркин силжийди ва тишки кучларга қарши l иш бажаради, яъни кенгайиш жараёни содир бўлади. l иш бажариш учун иссиқликнинг бир қисми, яъни, $q = l$ сарфланади. 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 жиемининг ҳолати чексиз оз ўзгарганда термодинамика биринчи қонунининг дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$dq = dl + dU.$$

Юқорида 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
усули аниқлаш

жараёнлар давомида иссиқлик берилади ($+q$) ёки олинади ($-q$), бунда ички энергия ортади ($+\Delta U$) ёки камаяди ($-\Delta U$). Иш фақат ички энергия ҳисобига ($q = 0$) ёки аксинча, фақат берилаётган иссиқлик ҳисобига ($\Delta U = 0$) бажарилади ва нихоят, $l = 0$ 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.

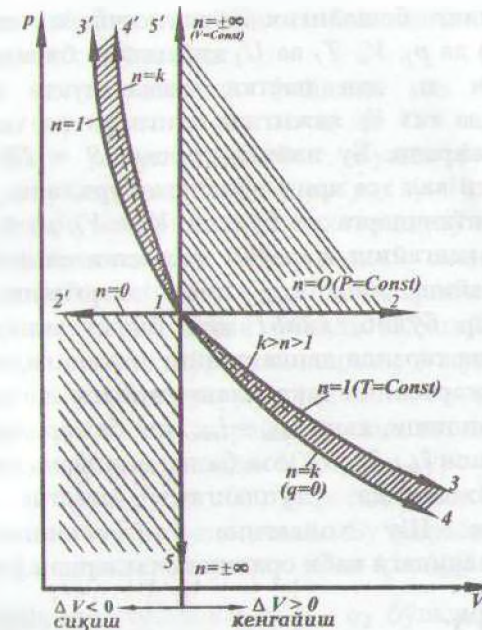
Газ ҳолатининг политропик ўзгариш жараёнидан бошқа жараёнларда газ ҳолатини ифодаловчи кўрсаткичлардан бири ўзгармас деб олинади. Иссиқлик двигателларида эса газнинг ҳажми кўрсаткичлари (p , V , T ва U) ўзгарувчан бўлади ва айни вақтдан бери ҳажми билан таъки муҳит орасида иссиқлик алмашишлари мумкин бўлади. Реал двигателлардаги сиқиб ва кенгайтириш жараёнлари политропик жараён бўлиб, уларнинг таъки қонуни шундай равишда аниқланади:

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

Политропик кўрсаткичи n жараённинг бажарилиш характерига байгон бўлади, жараённинг бошланғич (p_1 , V_1) ва охири (p_2 , V_2) ҳолати ҳаротлари маълум бўлса, у қуйидагича топилади:

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

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



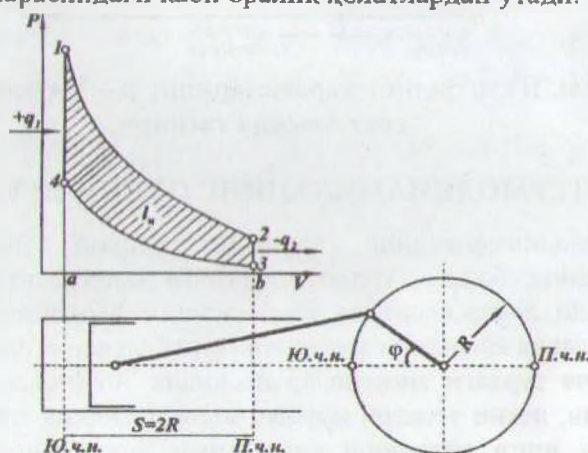
1.2-расм. Политропик жараёнларнинг $p - V$ координаталар системасида тасвири

1.3. ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ ИККИНЧИ ҚОНУНИ

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

Барча турдаги энергиялар иссиқлик энергиясига ўз-ўзидан айланади, лекин тесқари 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 фарз

килайлик. Унинг бошлангич кўрсаткичлари юқориги чекка нуқта (ю. ч. н) да p_1 , V_1 , T_1 ва U_1 кийматлар билан белгиланади. Поршен ю. ч. н. дан пастки чекка нуқта (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 нуқтада 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 бошлангич 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 давомида 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.

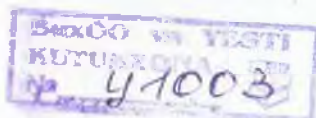
Иссиклик двигателларида фойдали иш бажариш учун иссиқликнинг бир қисми q_2 п. ч. н да $V = \text{const}$ жараёнида «совуқ» манбага узатилиши керак. Бунда 3 нуктадаги газ кўрсаткичлари қуйидагича бўлади: $p_3 < p_2$; $V_2 = V_3$; $T_3 < T_2$; $U_3 < U_2$. Сикиш жараёни 34 бажариш учун маховикда тўпланган кинетик энергиядан фойдаланамиз. Бу ҳолда сикиш жараёнида бажарилган иш (34 $ab3$ юза) кенгайиш жараёнида бажарилган иш (12 $ba1$ 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. Юкорида кўрсатилган шартлар бажарилган ҳолдагина жараёнларнинг тўхтовсиз такрорланишини таъминлаш мумкин. Бу жараёнлар 12341 берк циклни ташкил қилади ва унинг иши $l_{\text{ц}} = l_{\text{кенг}} - l_{\text{сик}}$, ишга айланган иссиқлик миқдори эса $q_{\text{ц}} = q_1 - q_2$ 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 «совуқ» манба бўлиши лозим.

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

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

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



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

$$\eta_i = 1 - \frac{T_2}{T_1};$$

бу ерда T_1 - «иссик» манба температураси, T_2 -

«совук» манба температураси. Мазкур температуралар оралигида Карно цикли энг катта ф. и. к. га эга. Масалан, ички ёнув двигателлари учун характерли бўлган $T_1 = 2700$ К ва $T_2 = 300$ К температуралар оралигида 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.

II боб

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 «иссик» манбадан берилади ва иш содир бўлгач, у бошқа, температураси $T_2 < T_1$ бўлган ташки «совук» манбага қайтарилади. Реал ички ёнув двигателларида эса иссиқлик ёниш камерасида (ёнилги 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 ёнилги 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 қатор қўшимча 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 сѳгими температурага боғлиқ эмас;

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

г) сиқиш ва кенгайиш жараёнларида ташки 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 ташки мухит билан иссиқлик алмашмай содир бўлади. cz жараёнда ҳажм ўзгармагани холда 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 — ёпиш камерасининг ҳажми;

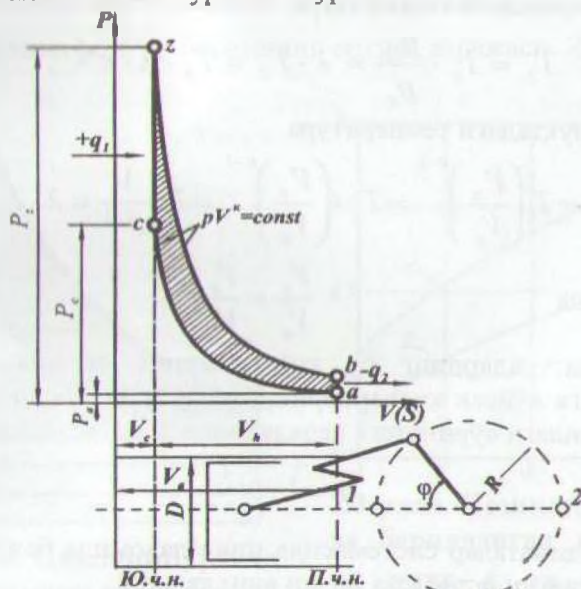
V_a — цилиндрнинг тўла ҳажми;

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. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл

Цилиндр ичида 1 кг иш жисми бор деб фараз килсак, иш жисмига «иссиқ» манбадан берилган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

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

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

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

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

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

Температураларнинг бу қийматларини термик ф. и. к. формуласига қўйсак қисқартиришлардан сўнг циклнинг термик ф. и. к. қуйидаги кўринишга келади:

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

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

Двигательлар цикл давомида бажарилган l_u ишнинг цилиндр иш ҳажми V_h га нисбати билан таққосланади. Бунинг учун бажарилган иш шартли равишда юзаси l_u га тенг бўлган тўғри тўртбурчаклик шаклида тасвирланади (2.2-расм). Тўртбурчакликнинг асоси цилиндрнинг иш ҳажми V_h га тенг, ордinатаси (босим) эса қуйидагича топилади:

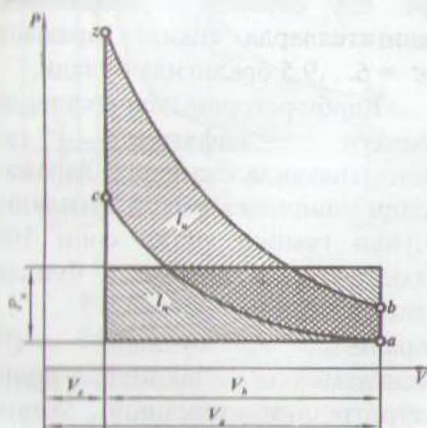
$$p_u = \frac{l_u}{V_h}.$$

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

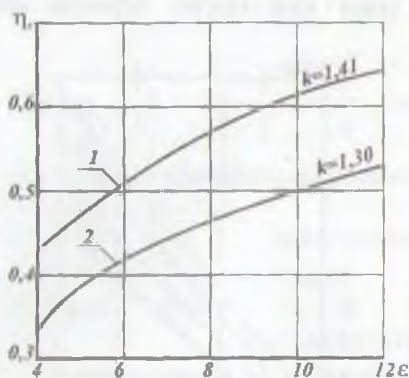
Таҳлил қилинаётган $V = \text{const}$ цикл учун (2.2-расм) ўртача босимни қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

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

(*) тенгламани таҳлил қилиш кўрилатган 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 газы ўрнида ҳаво ($\kappa = 1,41$) киритилган; 2 - адиабатда

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

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

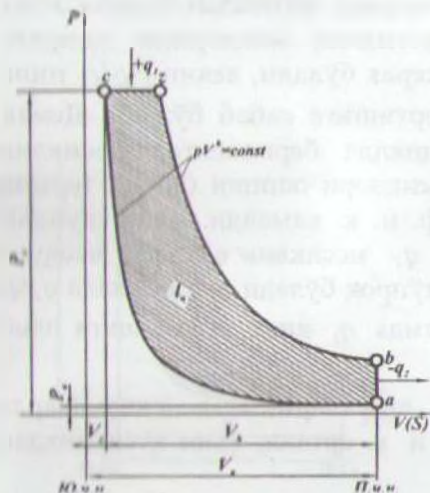
$$q_1 = C_p(T_z - T_d).$$

ba жараёнида «совук» манбага берилган иссиқлик микдори q_2 куйидагича 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
Ҷъзгармас 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, c , z , b нукталардаги

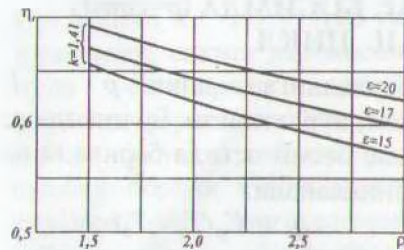
температураларни бошланғич температура T_a орқали ифодаласак, циклниң термик ф. и. к. куйидаги кўринишга келади:

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

Циклниң ўртача босими эса:

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

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 «совук» 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_u ни орттириш учун ε жараёнида иссиқликни кўпроқ бериш керак. Натижада юқорида айтиб ўтганимиздек ρ ортади, лекин η_i бир оз камаяди. Кўриб ўтилган цикл секин юрар компрессорли дизеллар учун тахминан тўғри келади.

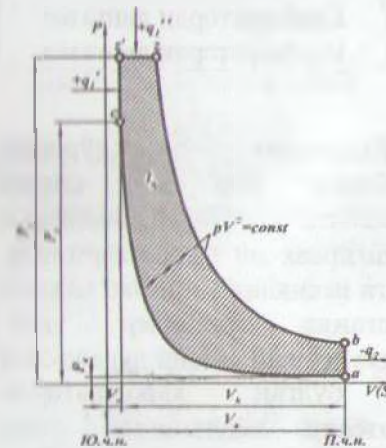
2.4. ИССИҚЛИК АРАЛАШ УСУЛДА БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл $p - V$ координаталар системасида кўрсатилган (2.7-расм). Бу циклда $q_1^+ = C_v(T_2 - T_c)$ миқдор иссиқлик sz жараёнида ўзгармас ҳажмда; $q_1^- = C_p(T_2 - T_c)$ миқдор иссиқлик эса $z z'$ жараёнида ўзгармас босимда берилди ва 1 кг иш жисми учун «иссиқ» манбадан берилган иссиқликнинг умумий миқдори 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 миқдорини ошириш керак бўлади, лекин бу ρ нинг ортишига сабаб бўлади. Демак циклда бериладиган иссиқлик миқдори ошиши билан, термик ф. и. к. камаяди. Буни шундай

$$q_1 = q_1^+ + q_2^- = C_v(T_2 - T_c) + C_p(T_2 - T_c) = C_v T_c \left[\left(\frac{T_2}{T_c} - 1 \right) + \frac{C_p}{C_v} \cdot \frac{T_2}{T_c} \times \left(\frac{T_2}{T_c} - 1 \right) \right] = C_v T_c [\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)]$$

ба жараёнида «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.

Изданишлар 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:

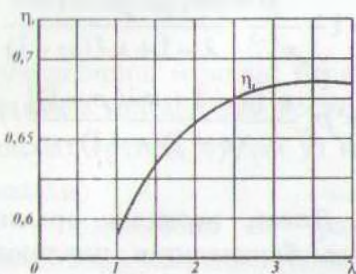
$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)}$$

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

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.

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 ($\varepsilon = 9 \dots 10$).

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

Тезюрар дизеллар иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклларга яқин циклда ишлайди. Бу двигателларда қўлланиладиган дизел ёнилгисининг ($\varepsilon = 16 \dots 23$) сикиш даражаси юкори бўлади. Бу эса дизелларда карбюраторли двигателларга қараганда юкори термик ф. и. к. олиш имконини беради. 2.8-расмда иссиқлик 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 қиймати 1,2... 2,0; ρ нинг қиймати эса 1,4... 2,2 га тенг. (*) формуладан кўриниб турибдики, иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклни

ўртача босими бошланғич босим p_a , ε ва η_t га боғлиқ бўлиб, улар канча 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.

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

Циклнинг ўртача босими

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

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; $\rho = 1,7$; $\lambda = 2$.

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

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

III боб

ЁНИЛГИ ВА УНИНГ ЁНИШ КИМЁВИЙ
РЕАКЦИЯЛАРИ

3.1. ЁНИЛГИ

Ички ёнув двигателларида суюқ ва газ ҳолатидаги ёнилги ишлатилади.

Суюқ ёнилгилар 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 ёнилгиларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, унинг элементар таркиби углерод С, водород H_2 ва оз миқдордаги кислород O_2 дан ташкил топган. Ёнилгиларнинг баъзи навларида жуда оз миқдорда олтингутурт S учрайди.

Газ билан ишлайдиган двигателларда ёнилги сифатида табиий газ, саноат газлари ва каттик ҳолдаги ёнилгини газга айлантириб олинган газлар қўлланилади. Масса ёки ҳажм бирлигидаги ёнилгининг тўла ёнишидан ҳосил бўлган иссиқлик миқдорига ёнилгининг ёниш иссиқлиги деб аталади ва у ёнилгининг энг асосий кўрсаткичларидан ҳисобланади.

Ёнилгининг юқори H_0 ва қуйи H_u ёниш иссиқлиги бўлади.

Юқори ёниш иссиқлиги (H_0) деб, масса ва ҳажм бирлигидаги ёнилгининг тўла ёниши натижасида ҳосил бўлган ва ёниш маҳсулотларини бошланғич температурага 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 ёнилги ёнганда ҳосил бўладиган иссиқлик миқдоридан сув буғининг конденсатланишида ажралиб чикувчи иссиқлик миқдорининг айирмаси ёнилгининг қуйи ёниш

иссиқлиги H_u дейилади. Двигателларни ҳисоблашда H_u нини кийматида фойдаланилади.

Бунинг учун ёнилгининг элементар таркиби ва юкори ёниш нисбатини H_0 маълум бўлиши керак:

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

ёки

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

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

1 кг ёнилги ёнганда 9H сув буги ҳосил бўлади, 1 кг ёнилгида H масса подорол бўлади;

W — 1 кг ёнилгидаги намлик миқдори.

Ёнилгининг 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:

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

ёки

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

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

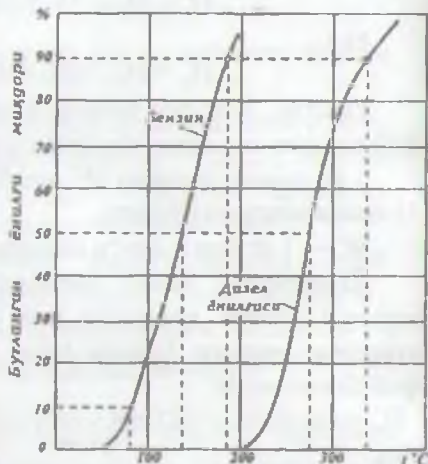
Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнилги сифатида бензин ишлатилади. Бензиннинг асосий кўрсаткичларидан бири унинг детонацияга чидамлилигиндир.

Хар бир двигател учун унинг сиқиш даражасига қараб бензин нави танланади. Агар шу двигателга бошқа навдаги бензин ишлатилса, унинг цилиндрида ёниш жараёни нотўғри (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 ёнилги сифатида изооктан ва гептан аралашмаси ишлатилади. Ёниш жараёнида детонация ҳодисаси ҳар хил сиқиш даражасида, яъни аралашмадаги ёнилгиларнинг фоиз миқдориغا қараб содир бўлади. Изооктан қанча кўп бўлса, детонация ҳодисаси шунча катта сиқиш даражасида содир бўлади. Демак ёнилги 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 текширилаётган ёнилги билинар-билинмас детонация билан ёнсин. Демак бу бензин қандай



3.1-расс. Суяқ ёнилгиларни фракциялар бўйича ҳайдаш эгри чизиқлари

сиклиш даражасида (ε) детонацияга мойиллигини билиб олдик. Сўнгра двигателни изооктан ва гептан аралашмасидан иборат бўлган ёнилги ишлатиб синаймиз. Бу аралашманинг шундай таркибиди топишимиз керакки, унинг детонацияга мойиллиги юқоридагидек сиклиш даражасида содир бўлсин. Демак бу аралашмадаги изооктанининг фоиз миқдори бензиннинг октан сонини беради.

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

Агар синалаётган 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:		
С	0,855	0,870
H ₂	0,145	0,126
O ₂	—	0,004
Ўртача молекуляр массаси, кг	110 - 120	180 - 200
Қуйи ёнил исекилиги:		
МЖ/кг да	44	42,5
ккал/кг да	10500	10150
Температура, °С:		
ҳайданининг 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
Ҳайданининг тугалланиши (қўпи билан)	185 - 205	330 - 360

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

Учқун 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 қуйи ёниш иссиқлиги бензинникидан кам.

Дизел ёнилғиларига қўйиладиган талабларни кўриб чиқамиз. Юқорида айтиб ўтганимиздек, дизелнинг ёниш камерасига пуркалган 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 пуркалган захоти бошланмасдан, бир оз кечроқ бошланади. Шунинг учун алангаланишнинг кечикиш даври ёнилғи берилган пайтдан бошлаб ёниш бошлангунча бўлган вақт оралиғи билан ўлчанади. Алангаланишнинг кечикиш даври пуркаш 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 текшириладиган 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 алангаланишнинг 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 канча оғир бўлса, унинг қовушқоклиги шунча юқори бўлади. Бундай ёнилгиларда температура пасайиши билан қовушқоклик тез ўсаяди. Мислини, бензиннинг температураси $+ 20^{\circ}\text{C}$ дан $- 20^{\circ}\text{C}$ гача ўзгара, унинг қовушқоклиги 2 марта, дизел ёнилгисиники эса 5—10 марта ошади. Ёнилгининг қовушқоклиги пуркалиш сифати ва ёнилгининг ҳаво билан аралашishiга таъсир кўрсатади. Кун совук бўлганда дизелларни ишга туширишнинг қийинлашишини ёнилгининг шу хусусияти билан тушунтирилади.

3.2. ЁНИЛГИНИНГ ЁНИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

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

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

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

Буларнинг йиғиндиси: $\text{C} + \text{H} + \text{O}_x = 1 \text{ кг}$.

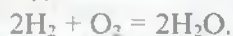
Ёнилгининг тўла ёниши

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

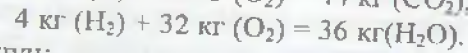
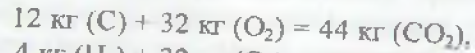
Ёнилғи тўла ёниганда углерод ва кислороднинг биттадан молекуласи ўзаро бирикиб карбонат ангидрид ҳосил бўлади:



Водород ёниганда унинг иккита молекуласи кислороднинг битта молекуласи билан бирикиб, сув бугининг иккита молекуласини ҳосил қилади:



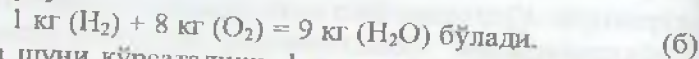
Углерод, водород ва кислороднинг молекуляр массаларини ҳисобга олиб, юқоридаги тенгламаларни қуйидагича ёзиш мумкин:



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:



(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 бўли 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:

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

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

1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори

(a) ва (б) 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, O₂ ни ҳисобга олсак 1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун керакли минимал кислород миқдори:

$$O_{2\text{min}} = \frac{8}{3} C + 8H - O_2, \text{ кг бўлади.}$$

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

$$L_0 = 1/0,23(\frac{8}{3} C + 8H + O_2), \text{ кг бўлади.}$$

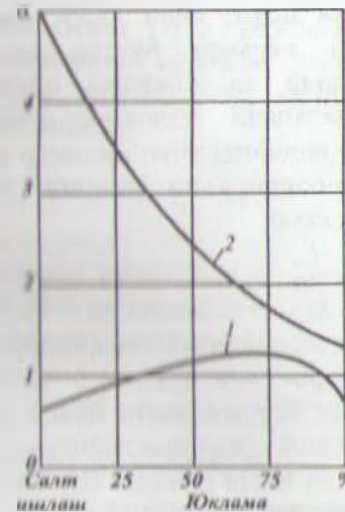
Ҳавонинг қолган қисми (77%) азотни ташкил қилиб, ёнишда қатнашмайди ва ишлатилган газлар билан двигател цилиндридан чиқариш жараёнида чиқиб кетади.

Ёнилғининг чала ёниши

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

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 еттишмаганлигидан углерод тўла ёнмайди ва унинг бир қисми ис газ (CO) ни ҳосил қилади, водороднинг озроқ қисми эса бутунлай ёнмай қолади, яъни



3.2-расм. Ҳаво ортиқлик коэффициенти α нинг юкларга боғлиқ ҳолда ўзгариш чегараси: 1 - карбюраторли двигател; 2 - дизел

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 цилиндрида 1 кг ёнилгининг чала ёниши учун керак бўладиган ҳаво миқдори қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

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

Ҳавонинг ортқлик коэффициенти

Авторактор ички ёнув двигателларида уларнинг иш режимларига мос равишда ёниш реакцияларида қатнашаётган ҳавонинг миқдори ҳам ўзгариши шарт, яъни ҳаво миқдори ёнилгининг тўла ёниши учун керакли бўлган назарий миқдоридан кўп ёки кам бўлади ва *ҳавонинг ортқлик коэффициентини* α орқали ифодаланади. Ҳавонинг ортқлик коэффициентини 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 ортқлик коэффициентига карбюраторли двигателларда 0,8... 1,2; дизелларда эса 1,3... 6,0 га тенг. Ҳавонинг ортқлик коэффициентини бирдан қатта бўлса, суюқ аралашма ва бирдан кичик бўлса, қуюқ аралашма дейилади.

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

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

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

$$\text{Мисол. } \alpha = 0,9 \text{ бўлса, } \varphi = 2(1 - 0,9) \left(1 + \frac{3 \cdot 0,145}{0,855} \right) = 0,302$$

Оўнани, яъни углероднинг 30,2% CO га айланади.

Ёнувчи аралашма ва ёниш маҳсулотлари микдори аниқлаш

Усули билан Уг оксидланидиган двигател цилиндрига ёритиладиган ёнувчи аралашма ҳаво ва майда зарраларга парчаланган ёнишдан иборат бўлади.

1 кг ёниш ёнишда катнашадиган ёнувчи аралашманинг умумий массаси куйидагича 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.

$$1 \text{ кг ёниш тўла ёнганда } \frac{11}{3} \text{ С кг } \text{CO}_2 \text{ ва } 9\text{Н кг } \text{H}_2\text{O} \text{ ажралиб}$$

чиқади.

Цилиндр ичига $0,23 \alpha l_0$ кг кислород киради, ёнишда эса унинг $0,21 l_0$ кг қисми иштирок этади. Демак кислороднинг бир қисми ёнишда иштирок этмайди ва унинг микдори куйидагича аниқланади:

$$G_{\text{O}_2} = 0,23 \alpha l_0 - 0,21 l_0 = 0,23 (\alpha - 1) l_0, \text{ кг.}$$

Кўришиб турибдики, агар $\alpha = 1$ бўлса, $G_{\text{O}_2} = 0$ бўлади.

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

$$G_{\text{N}_2} = 0,77 \alpha l_0, \text{ кг.}$$

$a > 1$ 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 ($a < 1$). Бунда ёниш жараёни кислород етишмаган ҳолда кетади. Шунинг учун ёниш маҳсулотларида кислород оз миқдорда бўлади. $a < 1$ бўлган ҳол учун 1 кг ёнилғи ёнгандаги ёниш маҳсулотларининг массаларини қуйидаги ифодалар 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

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

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:

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

бу орада

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

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

L_0 — 1 кг ёнишги ёниши учун зарур бўлган хавонинг назарий микдори, кмол.

$\frac{1}{\mu_c}$ — нисбат кичик бўлганлиги сабабли, кўпинча унинг ёнишга таътибдорга олинмайди.

Дисселларда ёнувчи аралашма сифатида унинг цилиндрига қаратилиш таътибдор фақат хаво киради ва шу сабабли ёнувчи аралашманинг кг да ўлчанган микдори $G_1 = aL_0$ бўлади. Ёнувчи аралашманинг ҳақиқий микдори эса қуйидагича аниқланади:

$$M_1 = \frac{\alpha}{\mu} \frac{L_0}{\omega} = aL_0, \text{ кмол.}$$

1 кг ёнишнинг тўла ёниши учун зарур бўлган хавонинг назарий микдори

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

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 дисселлар учун ёниш маҳсулотларининг умумий микдори ва таркил ётувчилари қуйидагича ҳисобланади. Бу ҳолда ёниш маҳсулотлари CO_2 , H_2O , N_2 ва O_2 газлардан иборат бўлади, яъни

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

Карбонат ангидрид газ

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

сув буғи

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

азот

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

ортикча 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 микдори:

$$M_1 = \alpha L_0 + \frac{H}{4} + \frac{O_e}{32}, \text{ кмол.}$$

$$\alpha = 1 \text{ бўлганда, } M_1 = \frac{C}{12} + \frac{H}{2}, \text{ кмол.}$$

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

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

$$\alpha < 1 \text{ бўлганда, } M_{O_2} = 0, \quad M_{CO_2} = \frac{C}{12}(1-\varphi),$$

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

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

Демак ёниш маҳсулотларининг умумий микдори.:

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

Ёниш маҳсулотлари M_2 билан ёнувчи аралашманинг микдори 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 ($\alpha \geq 1$):

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_2}{32} - \frac{1}{\mu_e}, \text{ кмол.}$$

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

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

Дяғалар учун ($\alpha > 1$) моллар микдорининг ортиши куйидагича шифтланади:

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_2}{32}, \text{ кмол.}$$

Винли ёнганда ҳосил бўлган газлар ҳажми ёнувчи ариқинининг ҳажмидан катта бўлади ва бу газлар фойдали иш пажарили. Ҳлжмнинг ўзгариши ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг назарий коэффициенти μ_0 билан белгиланиб,

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

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

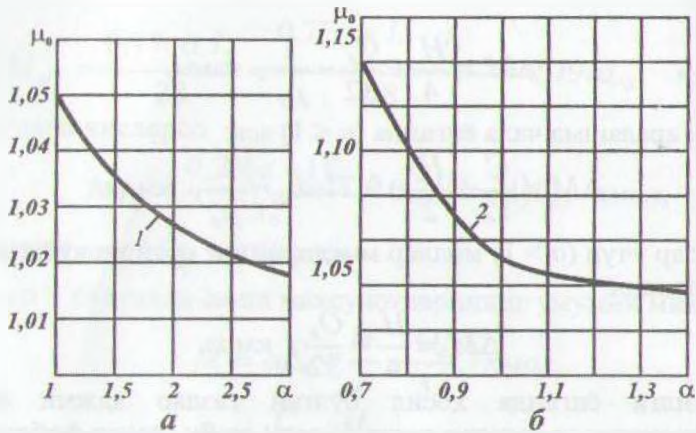
Карбюраторли двигателлар учун:

$$\mu_0 = 1 + \frac{\alpha \geq 1}{\frac{H}{4} + \frac{O_2}{32} - \frac{1}{\mu_e}} \quad \text{бўлганда,}$$

$$\alpha L_0 + \frac{1}{\mu_e} \quad \text{бўлади.}$$

$\alpha < 1$ бўлганда эса

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



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

1-дизел; 2-карбюраторли двигател

Дизеллар учун
$$\mu_0 = 1 + \frac{\frac{H}{4} + \frac{O_2}{32}}{\alpha L_0}$$
 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 куйидагилар 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_2 , 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:

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

Бу ҳолда:
$$I_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 \right) = 14,91 \text{ кг};$$

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

$$L_0 = \frac{I_0}{\mu_m} = \frac{14,91}{28,97} = 0,515 \text{ кмол};$$

Бу ерда μ_1 ҳавонинг молекуляр массаси.

1 кг бензин ёнишида қатнашадиган ҳавонинг ҳақиқий миқдори:

$$\alpha = 0,8 \text{ бўлганда } \alpha I_0 = 0,8 \cdot 14,91 = 11,92 \text{ кг};$$

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

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

$$\alpha = 0,8 \text{ бўлганда}$$

$$G_1 = 1 + \alpha I_0 = 1 + 11,92 = 12,92 \text{ кг},$$

$$M_1 = \alpha L_0 + \frac{1}{\mu_2} = \frac{1}{110} + 0,412 = 0,421 \text{ кмол бўлади.}$$

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

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

Ёнини маҳсулотлари таркибидаги газлар миқдори ва уларнинг умумий миқдори:

$$\alpha = 0,8 \text{ бўлганда:}$$

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 CO₂ га айланган қисми:

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

Карбонат ангидрид газининг миқдори:

$$G_{CO_2} = \frac{11}{3} \cdot 0,855 \cdot 0,396 = 1,24 \text{ кг};$$

$$M_{CO_2} = \frac{0,855}{12} \cdot 0,396 = 0,0282 \text{ кмол.}$$

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;

$$G_{N_2} = 0,77 \alpha \cdot l_0 = 0,77 \cdot 15,65 = 12,05 \text{ кг};$$

$$M_{N_2} = 0,79 \alpha \cdot L_0 = 0,79 \cdot 0,540 = 0,427 \text{ кмол.}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий микдори.

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

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

Ҳисобининг ўзгариши ΔM ва молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициенти μ_0

$\mu = 0,8$ бўлганда:

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

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

$\mu = 1,05$ бўлганда:

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

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

1.3. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ

Ички ёнув двигателлари цилиндрида ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг ёниши натижасида тўла ёниш маҳсулотлари билан бир каторда 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 - бензопирен) ҳосил бўлади. Бу газлар киши соғлиғи учун (умуман, тирок организм учун) зарарлидир. Ишлатилган газлар таркибидаги заҳарли газ компонентларининг миқдори кимёвий усул билан текипириб аникланади.

Ёниш маҳсулотларининг заҳарли компонентларига ис газы - CO , азот оксиди - NO_x , якка углеводородлар - C_xH_y (бензопирен) ва бонкалар киради.

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

Азот оксидлари кам миқдорда бўлиб (0,8 мг/л), асосан α иниш 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 $10 - 20 \text{ мкг/м}^3$ ни ташкил этади. Уларнинг асосийси 3,4 - бензпирен бўлиб, у жуда (фаол) актив моддадир. Унинг жуда оз миқдори (концентрацияси) ҳам киши организмни заҳарлаши мумкин.

Этилланган бензин ишлатилганда қўрғошин бирикмалари ҳосил бўлади.

Ички ёнув двигателларида ишлатилиб атмосферага чиқариб ташланадиган газлар таркибидаги хилма-хил заҳарли моддалар киши организмни 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 сошлаш, карбюраторли двигателларни кичик ва ўртача юкламаларда суяк 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 ёнилғини аланга (машъал) ёки пуркаш усули билан ёндириш усули қўлланилади. Дизеллардаги ишлатилган газлар таркибида заҳарли моддаларнинг ва тутуннинг кўп ёки кам бўлишида ёнилғи узатувчи асбобларнинг тўғри ва соз ишлаши катта аҳамиятга эга. Агар ёнилғи пуркаш асбоблари (юкори босимли насос ва форсунка) тўғри ва пухта ростланган бўлса, заҳарли моддалар

қим аз жралиб чиқади. Айрим ҳолларда тутунни камай-
ти мақсадда дизел ёнилгисига тутунга қарши қўшимча
қилар қўшилади.

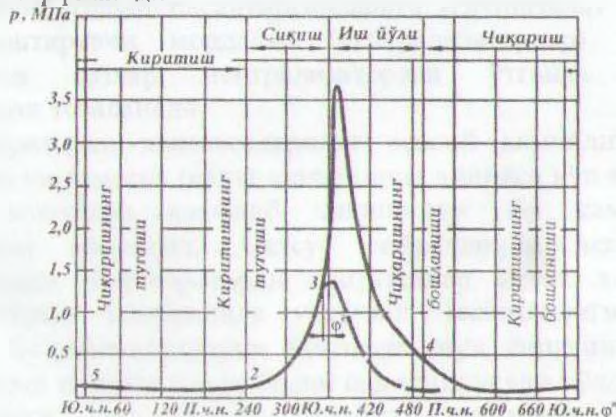


IV боб

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ЦИКЛЛАРИ

4.1. Умумий маълумот

Назарий циклларни таҳлил қилганимизда иссиқлик циклининг маълум бир даврида «иссиқ» манбадан берилади деб фараз 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, ёнилгининг ёниши эса маълум вақт давом этади ва кенгайиш жараёнида узил-кесил тугайди. Сикиш ва кенгайиш жараёнларининг бу характерда кечиши натижасида қўшимча иссиқлик сарфланади.

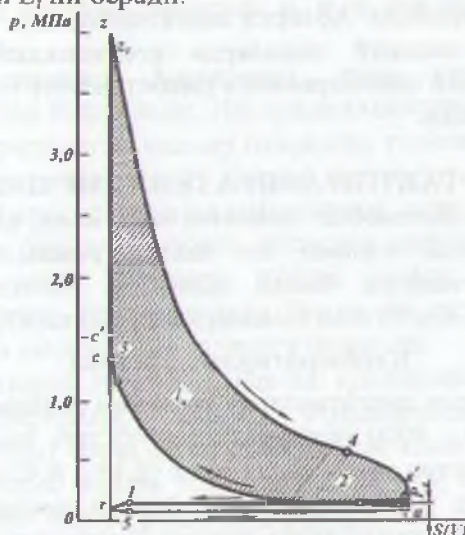


4.1-расм. Ёсим индикатори ёрдамида олинган индикатор диаграмма

Ҳақиқий циклда назарий циклга нисбатан иссеиклик коэффициентини пероф бўлганидан ҳақиқий циклнинг ф. и. к. назарий индикаторнинг ф. и. к. дан доим кичик бўлади

Иссеикликдан фойдаланишнинг мукамаллигини ҳақиқий ва назарий циклларда бажарилган фойдали ишларни ўзаро солиштириб 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 диаграммдан циклнинг 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 диаграмманинг юзаси циклнинг ҳақиқий индикатор иши L_i ни беради.



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

Реал двигателларда иссеикликдан фойдаланиш эффективлиги индикатор ф. и. к. орқали 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 циклниң индикатор ф. и. к. назарий циклниң термик ф. и. к. га қанчалик яқин бўлса, ҳақиқий цикл шунчалик мукамал ташкил қилинган бўлади. Цикллар нисбий ф. и. к.

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

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. ТҮРТ 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. Циклниң самарадорлигини оширишда ёниш жараёнига катта

жаъанят 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 қурилгани 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.

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

Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси электр учқуни 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 илгарироқ, 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 удар қолдиқ газлар коэффиценти билан характерланади.

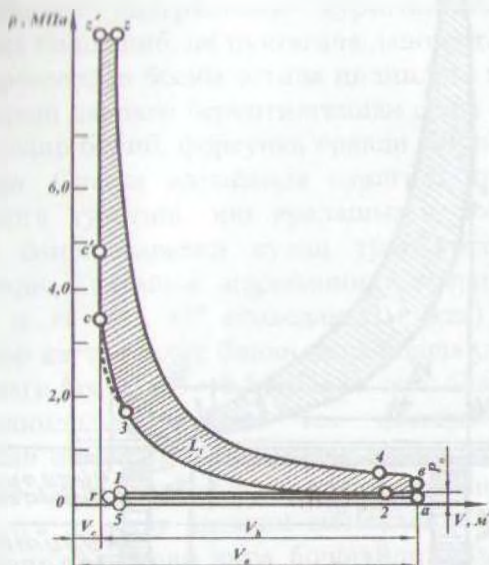
Дизел

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 сиқилиш жараёни содир бўлади. Бу вақтда киритилган ҳаво билан цилиндр деворлари ўртасида ўзаро иссиқлик алмашилиши кетади. Ёниш камерасига

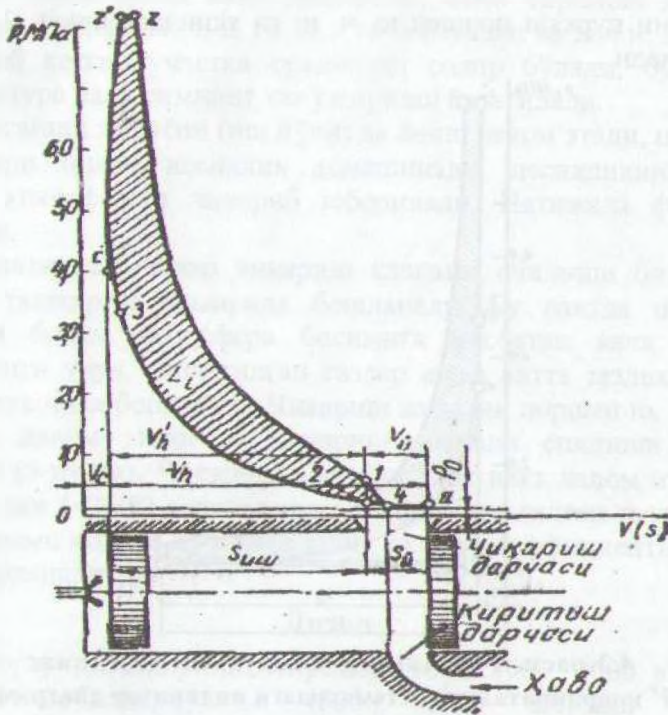
Пуркаш поршен ю. ч. н. га якинлашганида (3-нукта)
 Равнаторон.



**4.3-рasm. 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 °K), пуркалган ёнилгининг зарралари ҳавога кўшилиши билан ўз-ўзидан ёна бошлайди. Пуркаш кўпгина ҳолларда ёниш вақтида тугайди. Демак дизелда иш аралашмасини ҳосил қилиш учун ажратилган вақт жуда қисқа бўлиб, уни тўғри ташкил қила билиш қатта аҳмиятга эга. Бундай шароитда ёнилги пуркаш асбобларига ва ҳавонинг уярма ҳаракатига бўлган талаб ошади.

Юкори босимли ёнилги насоси ва кичик тешиклари бўлган форсунка дизелнинг ёниш камерасига ёнилгини майда тиррачаларга тўзитиб пуркайди. Сиқилган ҳавонинг уярма 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 ёнилги маълум вақт ўтиши билан ёна бошлайди. Бу давр алангаланишнинг кечикиш даври дейилади.



4.4-расм. Икки тактли дизелнинг индикатор диаграммаси ($S_{кш}$ – иш йўли, $S_{н}$ – газ алмашувига сарф бўлган йўл)

Бу давр ичида ҳаво билан ёнилғи аралashiш ва алангаланишга тайёрланади. Демак дизелда ёнилғи жараёни карбюраторли двигателдагидек содир бўлмайди. Ёнилғи жараёнида босим аввал жуда тез кўтарилади ($c'z'$ участка), сўнгра қисқа вақт давомида (zz' участка) босим деярли ўзгармайди. Ёнилғи кенгайиш жараёнида ҳам давом этади ва бу пайтда карбюраторли двигателда бўлгани сингари ёнилғи маҳсулотлари билан цилиндр деворлари ўртасида иссиқлик алмашинуви содир бўлади. Демак бу алмашинувда иссиқликнинг бир қисми исроф бўлади, бир қисми эса атмосферага чикиб кетади. Ишлатилган газларнинг чиқиши чикариш клапани очилганда 4-нуктада бошланиб, поршен п. ч. н. дан ю. ч. н. га келгунча давом этади ва клапан ёпилганда (5-нуктада) тугайди.

4.3. ИККИ ТАКТЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИШ ЦИКЛИ

На 4-расмда тирқишлар орқали газ алмашинувчи икки тактли двигателнинг индикатор диаграммаси кўрсатилган. Киригиш жараёни 4-нуктада бошланиб, a_4 нуктагача давом этади. Бу вақтда ҳаво компрессордан босим остида цилиндрга киритилади. 2-нуктадан (чиқариш дарчаси беркитилгандан сўнг) 3-нуктагача жараёни содир бўлиб, форсунка орқали ёниш камерасига ёниш пуркалади. Сикиш жараёнида ёнишнинг пуркаш, уни майда паррачаларга тўзиштиш, иш аралашмаси ҳосил қилиш, савватлантиш ва ёниш жараёни худди тўрт тактли дизелда бўлгани каби ўтади. Кенгайиш жараёнининг охирида чиқариш дарчалари ю. ч. н. га $40... 45^\circ$ етмасдан (1-нукта) очилади ва ишлатилган газлар катта тезлик билан чиқа бошлайди, чунки бу пайтда 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) чиқариш ва киритиш дарчалари маълум вақт ичида очик бўлади, кираётган ҳаво ёниш маҳсулотларини ҳайдайди ва цилиндрни тозалашга ёрдам беради. Поршен п. ч. н. дан ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганида компрессордан цилиндрга ҳаво киритиш тўхтайди (4-нукта). Лекин бу вақтда ($a-4-2$ 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.

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

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

Икки тактли дизелнинг ҳақиқий сикиш 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 сикиш 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 килади ва шу сабабли улар тежамсиз ишлайди.

V боб

ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИДА СОДИР БЎЛАДИГАН ЖАРАЁНЛАР

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

Қуйида двигателларда содир бўладиган жараёнлар ва уларға 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 қўп микдорда 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 цилиндрға кирган ҳаво ёки ёнувчи аралашма поршен п. ч. н. га етганида цилиндр ҳажмини тўлиқ қоплайди ва унинг босими ҳамда температураси атмосфераникиға тенглашади.

Цилиндр ичига қирадиган ҳаво массасининг энг қўп назарий микдори қуйидагича аниқланди:

$$G_0 = V_0 \cdot \rho_0, \text{ кг};$$

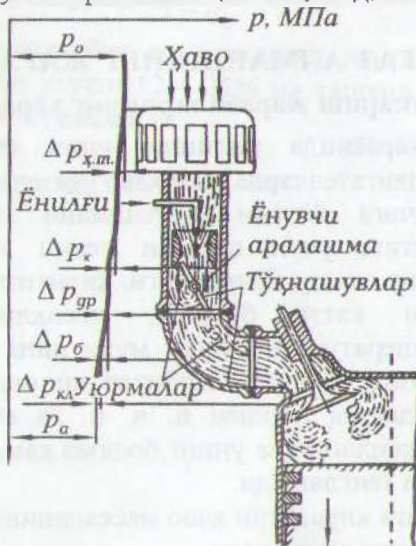
бу ерда V_0 — цилиндрнинг тўла ҳажми, м^3 ;

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 қолдик 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_o босим ва T_o 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 тез ейилишига чанг сабаб бўлади. Ҳавони чангдан тозалаш учун ҳаво тозалагичлар (ҳаво филтрлари) ишлатилади. Ҳаво тозалагичларда тозаланган ҳаво карбюратор диффузорида катта тезликда ўтиб, тўзитгичдан чиқаётган ёнилги 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

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

Ҳаво ва ёнғувчи аралашманинг киритиш системасидан ўтатиш пикетидаги босимининг ўзгариш характери 5.1-расмда тасвирланган.

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

5.3-расмда бу жараён наддувли дизел учун тасвирланган.

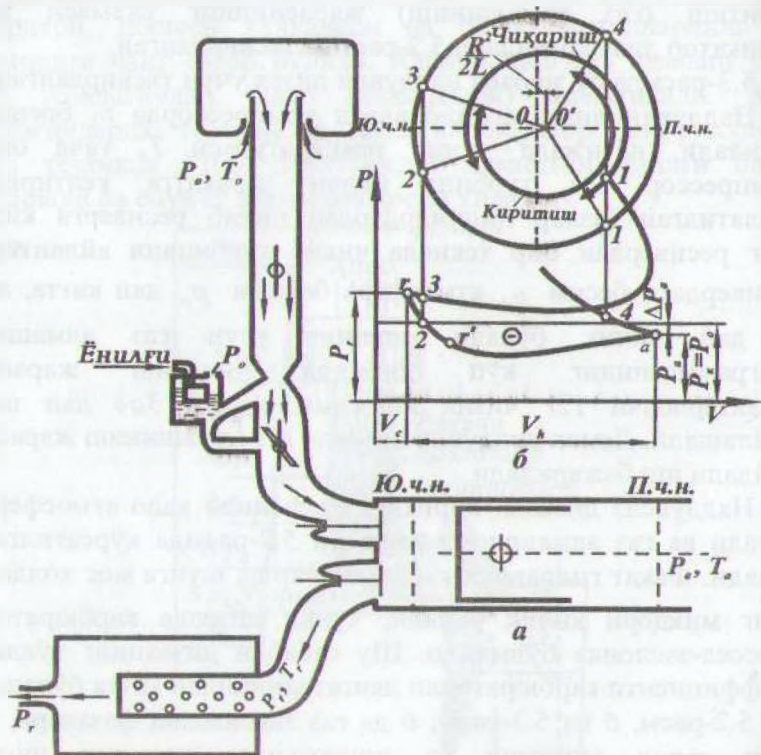
Наддувли дизелда ҳаво аввал компрессорда p_k босимгача сисилди, натижада унинг температураси T_k гача ошади. Компрессор эса турбина билан ҳаракатта келтирилади. Ишлатилган газлар цилиндрлардан чиқиб ресиверга киради, сўнг ресивердан бир текисда чиқиб турбинани айлантиради. Ресивердаги бесим p_r атмосфера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

Наддувсиз дизелда киритиш жараёнида ҳаво атмосферадан киради ва газ алмашиниш жараёни 5.2-расмда кўрсатилгандек бўлади. Фақат гидравлик қаршиликлар 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 нуқталар билан белгиланган.

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

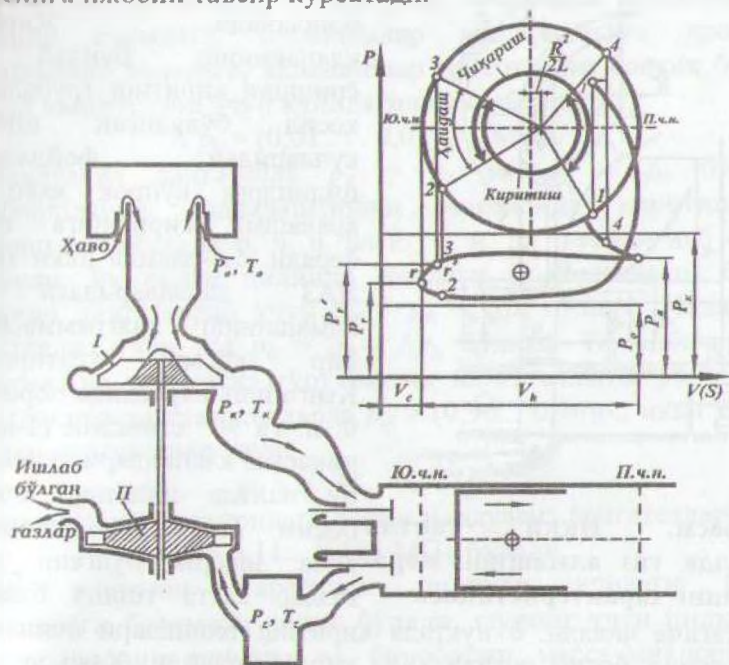
Зўриқишларни камайтириш учун клапанлар очилиш ва ёпилиш пайтида секин ҳаракат қилиши керак. Акс ҳолда газ тақсимлаш механизмлари синиши мумкин. Цилиндри янги заряд билан қўпроқ тўлдириш учун клапанларнинг ҳаво ўтиш юзалари катта бўлиши керак. Бу талабларни газ тақсимлаш фазаларини кенгайтириш йўли билан ҳам таъминлаш мумкин. Бунинг учун клапанларнинг очилиш ва ёпилиш пайтларини тўғри танлаш лозим.



5.2-расм. Карбюраторли двигател ва наддувсиз дизелда газ алмашиш жараёнининг характеристикалари:
 а – газ алмашиш системасининг схемаси;
 б – газ алмашиш жараёнининг диаграммаси

Автомобил ва трактор двигателларида чиқариш клапани поршен п. ч. н. га $45^\circ \dots 70^\circ$ етмасдан очилади (1-нукта, 5.2-расм)

ия цилиндр ичидаги ёниш маҳсулотлари катта тезлик билан чиқа
 йишяпти. Бу жараён эркин чиқариш деб аталиб, поршен п. ч. н.
 га қаратилган давр этади. Ёниш маҳсулотларининг қолган қисми
 поршен ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда ҳайдаб чиқарилади ва
 тирмакчи пил 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 давомида (3r2 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;

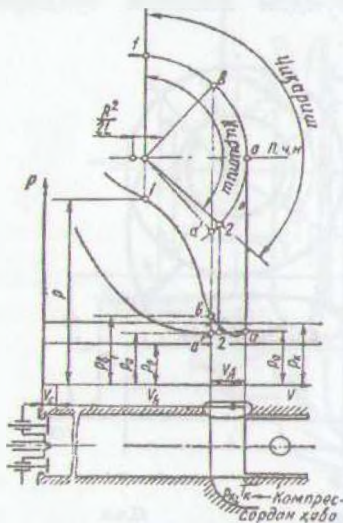
б – газ алмашиш жараёнининг диаграммаси.

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 қиради.

Наддувли двигателларда (5.3-расм, 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-расм) 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-расмда 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-расм. Икки тактли босим атмосфера босимидан дизелда газ алмашиниш жараёнида юкори бўлгани учун, ёнининг характеристикаси газлар катта тезлик билан b нуктагача чиқади. b нуктада киритиш тешиклари очилади ва цилиндрга босим остида ҳаво қира 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 алашнинг жараёнларини характерловчи параметрларни аниқлаш

Босим p_a ва p_k . Киритиш жараёнини тахлил қилиш шуни кўрсатадики, гидравлик қаршиликлар таъсирида цилиндр ичидаги босим маълум вақтдан сўнг атмосфера босими p_0 дан наддувсиз двигателда) ёки компрессордаги босим p_k дан наддувли двигателда) Δp_a микдорга камаяди, яъни p_a га тенг бўлади.

Тажрибаларнинг кўрсатишишча, босимнинг сарфи Δp_a тарафдан ҳаракати тезлигига, киритиш системаси юзаларининг шаклининг сифатига, бурилишлар мавжудлигига дроссел-ланганининг ҳолатига, айланишлар частотасига боғлиқ бўлиб, ҳар қил двигателлар учун қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta p_a = (0,01 \dots 0,02) p_0, \text{ МПа.}$$

Наддувсиз двигателда $p_k = p_0$ ва $p_k = p_0$ 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 $p_a = p_0 - \Delta p_a$ бўлади. Тажрибаларнинг кўрсатишишча наддувсиз тўрт тактли двигателларда $p_a = (0,8 \dots 0,9)p_0$; наддувли двигателларда $p_a = (0,90 \dots 0,96)p_k$; икки тактли тейлорар 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 чиқаришдаги босимдан кичик бўлади, шунинг учун цилиндрга кирган заряднинг зичлиги ва, бинобарин, масса микдори ҳам кам бўлади. Цилиндр ичидаги ҳавонинг ёки ёнувчи ариаланишнинг зичлиги характеристик тенгламалар орқали қуйидагича топилади:

$$\rho_a = \frac{p_a}{RT_a} \quad \text{ва} \quad \rho_0 = \frac{p_0}{RT_0}.$$

бу ерда

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

Зичликларнинг ўзаро боғланиши қуйидагича 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 давомидя заряднинг қизиши. Двигателни ишга туширишни оsonлаштириш учун цилиндрга қираётган зарядни озрок қиздириш талаб этилади. Шу мақсадда чиқариш трубалари киритиш трубаларига яқин жойлаштирилади. Натижада киритиш системасида ҳаракатланаётган янги заряд маълум температурагача қизийди, шу сабабли унинг масса миқдори камаяди. Бундан ташқари, янги заряднинг цилиндр деворларига тегиб қизиши ва юқори температурали қолдиқ газлар билан араланиши натижасида ҳам масса миқдори камаяди. Двигателнинг иш режимларида цилиндр ва головка 150... 200°C гача қизийди. Ташқи муҳитдан қираётган ҳавонинг температураси головка ва цилиндр температурасидан анча кам бўлгани учун киритиш жараёнида ҳаво ΔT° га қизийди, зичлиги эса камаяди. Демак тўлдириш бошида заряд қизиб унинг температураси

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

га тенг бўлади.

Тўлдириш жараёни охирида заряднинг зичлиги (гидравлик қаршиликлар ва қизишни ҳисобга олсак) қуйидагича 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 қамайиши:

$$\Delta G = V_a \rho_0 \left(1 - \frac{P_a}{P_0} \frac{T_0}{T_a} \right).$$

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

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

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

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

Цилиндрнинг янги заряд билан тўлиш даражасига ишлатилган газларнинг таъсири қолдик газлар коэффициентини $\eta_{\text{қд}}$ билан характерланади. Қолдик газлар миқдори M_2 нинг янги заряд миқдори M_1 га бўлган нисбати қолдик газлар коэффициентини 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 камаёди 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 температуранинг 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:

$$Q_{ар} = Q_{ял} + Q_r = c_p G_l \cdot T'_o + c_p'' G_r \cdot T_r = c_{рар} (G_l + G_r) \cdot T_a;$$

бу ерда

$Q_{ял}$ — ялғи заряднинг иссиқлик миқдори;
 Q_r — қолдиқ газларнинг иссиқлик миқдори.
 $c_{рар}, c_p, c_p''$ — иш аралашмаси, ялғи заряд ва қолдиқ газларнинг ўзгармас босимдаги солиштирма иссиқлик сифими $c_p = c_p'' = c_{рар}$ деб қабул қилинади.

T_a — иш аралашмасининг киритиш жараёни охиридаги температураси.

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

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

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

жараёни охиридаги температура қуйидатича аниқланади:

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

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 $\gamma_{кол}$ ва ΔT ларнинг қиймати илгич қагга бўлса, киритиш жараёни охирида заряднинг температураси ҳам шунча ортади. Бу эса цилиндрга қираётган ялғи заряднинг зичлигини камайтиради, натижада тўлдириш коэффициенти ва цилиндрга қираётган заряднинг миқдори кимаяди. Ҳикариш 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 ҳаводаи иборат деб ҳисоблаймиз.

Юқорида айтиб ўтганимиздек, наддувсиз тўрт тактли двигателларда киритиш жараёнида ҳаво атмосферадан p_a 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 аниқлаш 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 коэффициенти куйидагича ифодалаш мумкин:

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

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

ифодаalayмиз:

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

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:

$$\eta_v = \phi_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + (1 + \gamma_{\text{кол}}) \cdot T_r}.$$

бу ерда $\phi_1 = 1,05 \dots 1,1$. Двигателда қўшимча заряд киритиш, яъни киритиш клапанининг кечроқ ёпилиш даври канча катта бўлса, ϕ_1 ҳам шунча катта бўлади.

5.2. ТЎЛДИРИШ КОЭФФИЦИЕНТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Юқорида келтирилган тенгламалардан кўриниб турибдики, тўлдириш коэффициентиға асосан, киритиш жараёни бошидаги ва 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 сиқиш даражаси ε ларнинг таъсирини ҳисобга олиш зарур. p_a катта бўлса, тўлдириш коэффициенти ҳам катта бўлади. Тоғли районларда тўлдириш коэффициенти кичик бўлишиға асосий сабаб p_0 нинг

кичиклигидир. Тўлдириш коэффициентиغا қуйидагилар таъсир кўрсатади: киритиш трубаси ички юзасининг ҳолати; тирсақлар (бурилишлар); ҳаво тозалаткичининг конструкцияси ва жойлашиши (капотининг ичида ёки ташқарисида); газ тақсимлаш фазалари; атмосферанинг температураси ва босими; қолдиқ газлар миқдори; киритиш трубасининг жойлашсини.

Юклама. Карбюраторли двигателларда тирсақли 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 сақланади. Бу ҳолда юклама дроссел-заслонканинг ҳолатини ўзгартириш билан, яъни цилиндрга кирувчи ёнувчи аралашманинг миқдори билан ўзгартирилади.

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

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

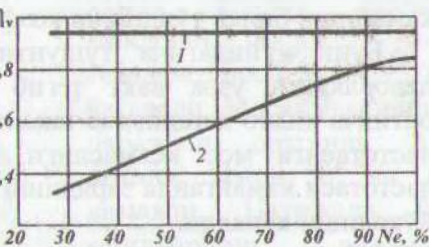
Карбюраторли двигателнинг юкламасига босим p_d , қолдиқ газлар коэффициенти $\gamma_{\text{кол}}$ ва тўлдириш коэффициенти η_v нинг (дроссел-заслонканинг ҳолатига) боғлиқлиги 5.5-расмда кўрсатилган.

Дизелнинг юкламасини ўзгартириш учун цилиндрга маълум миқдорда ёнишли пурқаш керак. Дизелларнинг киритиш системасида цилиндрга келаётган ҳаво миқдорини ўзгартирувчи ҳеч қандай мослама йук. Шунинг учун дизелларда тирсақли 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 қийматига (1-чизик) фақат хавонинг қизиши ΔT таъсир қилади. Бунда тўлдириш коэффициентининг қиймати пасаяди. Карбюраторли двигателларда эса (2-чизик) аксинча, юклама ортиши билан тўлдириш коэффициенти ортади. Дизелларда η_v нинг бундай ўзгариши қуйидагича тунунтирилади: юклама ортиши билан цилиндр девори, поршен туби, цилиндрлар головкасининг температураси ҳам ортади. Бу ҳолда ўз навбатида цилиндрга кираётган хавони кўпроқ қизишига олиб келади ва натижада тўлдириш коэффициенти бир оз пасаяди.



5.5-расм. Карбюраторли двигател учун p_a , γ_{kpl} ва η_v ларнинг юкламага боғлиқлиги



5.6-расм. Тўлдириш коэффициентининг юкламага боғлиқлиги:

1 – тўрт тактли $D-108$ 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. Ҳудди шундай ҳол чиқариш системасида ҳам кузатилади. Айланишлар частотаси ортиши билан қолдиқ газлар босими p_c ва унинг микдори M_g ортади.

Тезлик режими ортганда ΔT (зарядни қиздириш) камайди, 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 буровчи 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 коэффицентининг энг катта қиймати маълум бир айланишлар частотасига мос келади. Двигателнинг айланишлар частотаси камайиши билан тўлдириш коэффициенти η_v ҳам камайди.

Буни қуйидагича тушунтириш мумкин: заряд цилиндр деворларига узоқ вақт тегиб ҳаракат қилади ва натижада ортиқча қизиб кетади; газ тақсимлаш фазаларининг айланишлар частотасига мос келмаслиги. Бундан ташқари, айланишлар частотаси камайганда заряднинг поршен ҳалқалари орқали ўтиб йўқолиши кўпаяди.

5.7-расмдан кўриниб 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 бсркитила бориши билан (юклама камайганда) қаршиликлар ошиб, тўлдириш коэффициенти тез камайиб кетади (4- ва 5-эгри чизиклар). Карбюраторли двигателларда тўлдириш коэффицентининг айланишлар частотасига бундай боғлиқлиги натижасида юклама пасайиши билан тирсакли

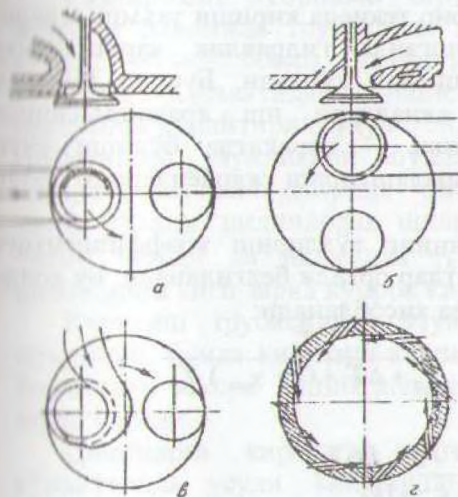
валнинг максимал айланишлар частотаси қиймати чекланади, яъни двигател хаддан ташқари катта тезликда ишладан



5.7-расм. Двигател ваали айланишлар частотасининг η_v га таъсири

габарити ва энг кам айланишлар частотасида двигателнинг қалт ишлаши таъминланади.

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



5.8-расм. Заряднинг айланма ҳаракатини ҳосил қилувчи мосламалар:

- а — клапанида ширма бўлган канал;
- б — тангенциал канал;
- в — “улитка” шаклли канал;
- г — тангенциал тешикли гильза

юланишлар ўрнатиш мумкин. Бу эса киритиш жараёнида зарядни кичик тезликда ҳаракатланишини таъминлайди. Натижада гидравлик қаршиликлар камайиб, тўлдириш коэффициенти ошади. Поршеннинг ўртача тезлиги кичик бўлса, цилиндрга тегиш 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 қиздириш шароити ΔT ҳамда қолдиқ газлар миқдори M_r ва температураси T_r ўзгаради. Масалан, сикиш даражаси ортганда ΔT ортади, лекин M_r ва T_r 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 айланма 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 — қўшимча заряд киритиш коэффициенти, поршеннинг п. ч. н. дан ю. ч. н. га томон ҳаракати давомида (киритиш клапани ёпилгунча) цилиндр ичига тушган қўшимча заряднинг миқдорини ҳисобга олади (5.2-расм, а 4-чизик).

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

Тўрт тактли двигателлар учун қолдиқ 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

берилади. Шу сабабдан газ таксимлаш фазалари танланадиган айланмалар частотаси двигателни эксплуатация қилишда қўйиладиган 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 вужудга келиб, босим тўлкинлари 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 $\gamma_{\text{кол}}$ камаёди. 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 катта бўлади.

5-мисол. Карбюраторли двигателлар учун тўлдириш коэффициенти 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 коэффициенти:

Двигателлар	Киритиш клапани		Чиқариш клапани		Очик ҳолатнинг давомлиги, град.		Клапанларнинг бараварига очик ҳолати, град.
	Очилишнинг бошланиши, ю. ч. н. гача	Тулик ёпилиши, п. ч. н. дан сўнг	Очилишнинг бошланиши, ю. ч. н. гача	Тулик ёпилиши, п. ч. н. дан сўнг	Киритиш клапани	Чиқариш 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							
ЯМЗ — 238	20°	56°	56°	20°	256°	256°	40°
ЯМЗ — 240	20°	46°	66°	20°	246°	266°	40°
А-01, А-41, А-01М	20°	50°	50°	20°	250°	250°	40°
Д37Е	16°	40°	40°	16°	236°	236°	32°
СМД — 14	17°	56°	56°	17°	253°	253°	54°

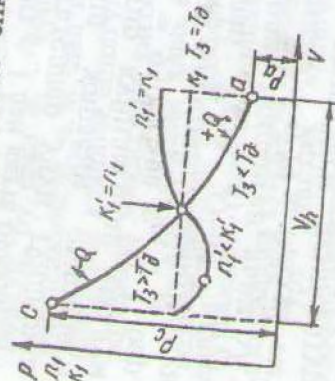
$$1) \eta_r = 1,05 \frac{8,8}{8,8-1} \frac{0,85}{0,866} = 0,866$$

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

Бундан кўрииб турибдики, иссиқ шароит учун тўлдириш коэффициентининг киймати (хавонинг зичлиги ҳисобга олинганда) камайти. Аммо цилиндрга киритилган заряднинг температураси катталашади ва у ёниш жараёнига ижобий таъсир кўрсатиши керак.

5.3. СИҚИШ ЖАРАЁНИ

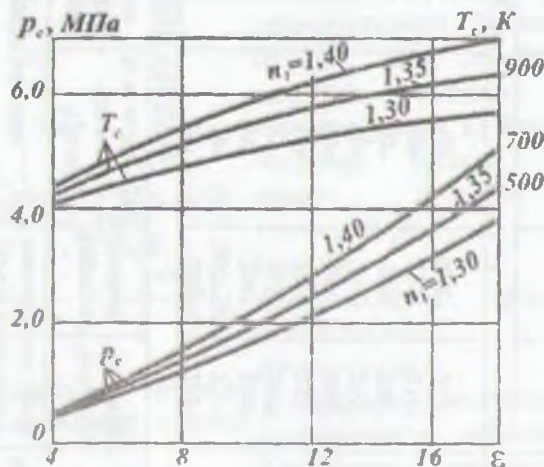
Надувли ва надувсиз турт тактли двигателларда киритиш клапанлари берkitилгандан кейин, икки тактли двигателларда эса газ алмашув жараёни тугагандан сўнг поршен цилиндрда ч. н. га томон ҳаракат қилганда сиқиш жараёни содир бўлади. Цилиндрга кирган янги заряднинг температураси ва босими сиқиш натижасида ортади. Сиқиш даражаси карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши билан, дизелларда эса дизел ёнигисининг ўз-ўзидан алангаланиш температураси билан чекланган бўлади. Шу сабабли сиқиш жараёни охирида заряднинг температураси ва босими маълум чегарада бўлади. Дизелларда сиқиш жараёни охирида температураси ва босимнинг ошиши билан циклни унумдорлиги ошади ҳамда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади.



5.9-расм. Ҳақиқий циклда сиқиш жараёнининг кечиб борадиган харақтери

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

Ҳақиқий циклда сикиш жараёнининг содир бўлиш характери 5.9-расмда кўрсатилган. Сикиш жараёнининг биринчи даврида заряднинг температураси цилиндр деворлари, головки ва поршень тубининг температурасидан паст бўлгани учун заряд қизийди. Поршеннинг ю. ч. н. га томон ҳаракати давомида заряд тобора кўпроқ сикилади ва унинг температураси T_3 ҳамда цилиндр деворларининг ўртача температураси T_d орасидаги фарқ камайиб боради. Поршеннинг маълум бир нуктасида заряд ва цилиндр деворларининг температураси тенглашади. Поршеннинг кейинги ю. ч. н. га томон ҳаракатида $T_3 > T_d$ бўлиб қолади, натижада иссиқлик оқими ўз йўналишини ўзгартиради ва сикилган заряддан цилиндр деворларига иссиқлик ўта бошлайди. Заряд температурасининг ўзгаришига мос равишда политропа кўрсаткичи ҳам ўзгаради. Сикишнинг 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 сикиш жараёни охиридаги (с нуктада) температура ва босимни политропа тенгламаси $pV^{n_1} = \text{const}$ орқали аниқлаш мумкин:



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

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

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 боғлиқлиги 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 двигатель 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 iklim 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 , °K
Карбюраторли Дизеллар:	6 – 9	1,3 – 1,37	0,97 – 1,6	600 – 750
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

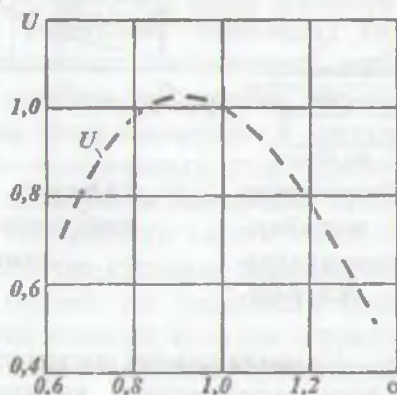
Ички ёнув двигателларининг ёниш камерасида иш аралашмаси ёнганида ёнилгининг кимёвий энергияси иссиқлик энергиясига айланади ва натижада механик иш бажарилади. Бундай ўзгаришлар поршен ю. ч. н. атрофида бўлганида, яъни маълум вақт оралигида юз беради.

Ёниш жараёнининг самарадорлигига бир канча омиллар, жумладан, аралашманинг таркиби, уни ҳосил қилиш усули ва ёнилги ёндиришни илгарилатиш бурчаги, двигателнинг юкламаси 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 тарқалиш 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

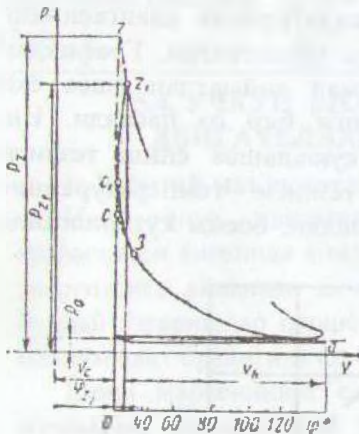
юқори концентрацион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффициентининг энг кичик қиймати $\alpha_{\min}$ га айтилади. Аланга тарқалишининг қуйи концентрацион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффициентининг энг катта қиймати $\alpha_{\max}$ 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 кўринадикки, α нинг миқдори оптимал қийматдан ошса ёки камийса 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 ёни бир оз пасаяди.



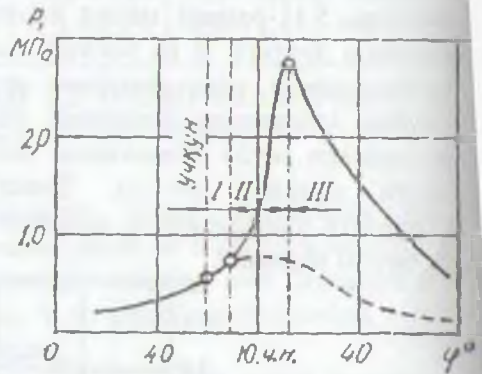
5.11-расм. Аланга фронтининг тарқалиш тезлиги (пропан-ҳаво)

Учқун 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 ҳавонинг 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 юклами билан ишласа (автомобилни юргизиб юборишда, кичик тезликда ҳаракат қилишда), дроссел-заслонка беркитилади, натижада аралашма қуюқлашади. Бу эса двигателнинг тежамлилигини пасайтиради ва иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради.



5.12-рasm. Карбюраторли двигател ёниш жараёни-нинг $p-\phi$ координаталар системасидаги диаграммаси



5.13-рasm. Карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси

5.12-рasmда $p - V$ 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 $\phi_{z1} = 10...25^\circ$ бурчакка бурилишига мос йўлни босади. Диаграммадан кўриниб турибдики, ёниш даврида (тирсакли вал 20° га бурилганда) ёниш жараёнини характерловчи c_{z1} чизик $V = \text{const}$ чизигидан кўп четлашмайди. Ёниш жараёнини $p - V$ координаталар системасида кўриб чиқиш кийин, шунинг учун бу жараёни $p - \phi$, 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 учқуни 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 ёнишни таъминлаш зарур. Бунинг учун ёниш камерасига электр учқуни поршен ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан берилиши керак Тирсакли валнинг учқун берилган нўйгдан ю. ч. н. гача бурилиш бурчагига φ_t олдиришни таъминлаш бурчаги дейилади ва φ_e билан белгиланади. Учқун чиққан зонада жуда юқори температура (10000°C) ҳосил бўлади. Агар иш аралашмаси ёниш даражасига етган бўлса, у ҳолда аралашма алангалана бошлайди. Учқун берилгандан кейин ёниш жараёнининг бошланишига кимёвий тайёргарлик учун секунднинг мингдан бир улушича вақт керак.

Электр учқуни ёниш камерасига I нуктада берилган бўлса ҳам, аланга пайдо бўлмаганлиги учун босимнинг I нуктадан II нуктагача кўтарилиши учқун 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 тарқалиши 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 юпка қатламидан иборат.

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

Биринчи фаза — электр учкуни 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 $p_{z \max}$ қийматига эришгунча ўтган давр. Иккинчи фаза давомида ёнувчи аралашманинг тахминан 80 фоизи ёнади. Бу даврда босимнинг тез кўтарилиши кузатилади. Ёниш жараёнининг шиддатлилиги деб аталувчи катталик 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.

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

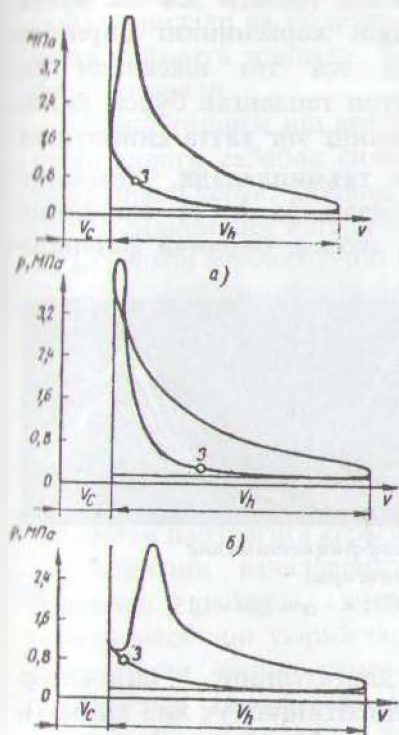
2. Ёниш жараёнига таъсир этувчи омиллар

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 учкунини илгарироқ, 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 бурчақларининг 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 юкори қувватга эришади ва тежамкор ишлайди.

Агар ёндиришнинг илгарилаш бурчаги кандайдир сабабга кўри катталашиб кетса (5.14-рasm, б), ёниш жараёни поршен ю. ч. н. га етиб келмасдан содир бўлади, натижада босим бирдан кўтариллади ва ўзининг энг юкори қийматига сиқиш жараёнида,



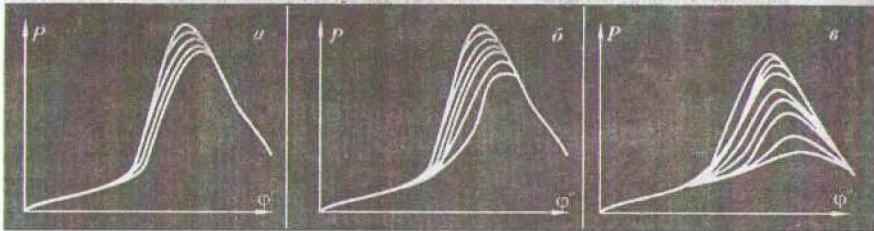
поршен ю. ч. н. га етмасдан эришади. Поршеннинг бундан кейинги ҳаракати натижасида босим камайиб ю. ч. н. яқинида кенгайиш жараёнида «ҳалқа» ҳосил бўлади ва унинг штрихланган юзаси унумсиз сарфланган ишни кўрсатади. Натижада двигателнинг қуввати камайиб кетади ва тежамсиз ишлайди. Илгарилаш бурчаги ортиқча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

Ёндиришнинг илгарилаш бурчаги кичраийиб кетса (5.14-рasm, в) ёниш жараёни кенгайиш вақтида, яъни поршен ю. ч. н. дан анча узоқлашган пайтда содир бўлади. Натижада двигателнинг қуввати, тежамлилиги ёмонлашади, ишлатилган газларнинг температураси кўтариллади ва двигател қизиб кетади. Учкун билан ўт олдириладиган

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

двигателлар учун ёндиришни илгарилаш бурчагининг энг қулай қиймати тормозлаш стендида двигателни синаб танланади. Ёндиришни илгарилаш бурчаги иш аралашмасининг температурасига, уярма 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. Юқорида 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 қискаради, асосий фазаси эса тез юксалади ва ёндиришнинг илгарилаш бурчаги тўғри танланган бўлса, ёниш ю. ч. н. атрофида тугайди, p_1 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 коэффицентининг ёниш жараёнига таъсири:

$a - \alpha = 0,8 \dots 0,9$; $b - \alpha = 1,0 \dots 1,03$; $c - \alpha = 1,14 \dots 1,15$

5.15-расмда карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси ҳаво ортиклик коэффицентининг 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 катталашса), ёниш жараёни жуда секин ривожланади.

натигада двигател бекорор ва самарасиз ишлайди. Демак α нинг киймати, ҳар бир двигател учун ёнинг камерасининг шакли, сиқиш даражаси ва юктамасига қараб таълашади.

Двигателдан катта қувват олиш зарур бўлган ҳолларда индикаторга куюк аралашма ($\alpha = 0,8... 0,9$) киритиш зарур. Бунинг учун дроссел-заслонка тўлиқ очилади ва экономайзер ишга туширилади. Аммо бундай шароитда двигателнинг тежамлиги паст бўлиб, ёнини чала ёниши сабабли кўп сарфланади. Карбюраторли автомобил двигателлари ҳавонинг оптиклик коэффициенти $\alpha = 1,05... 1,15$ бўлганда тежамли ишлайди, чунки бунда ёнилги тўла ёнади. Натигада иссиқликдан тўла фойдаланилади ва индикатор фойдали иш коэффициенти 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 сийраклаштириш чеклагич бажаради.

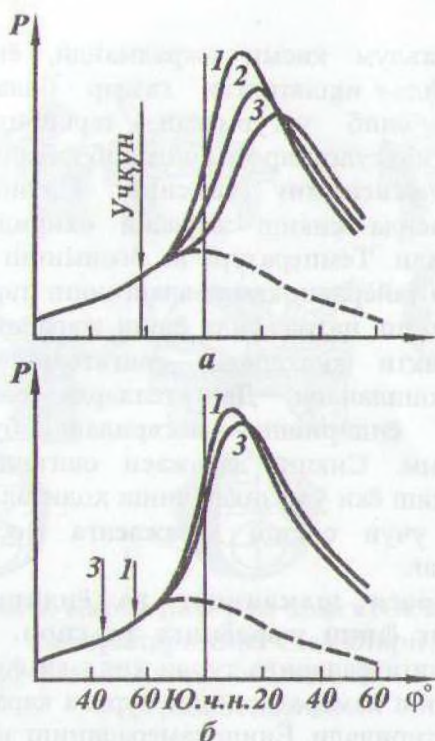
Иш аралашмаси уюрма ҳаракати тезлигининг ёниш жараёнига таъсири. Иш аралашмасининг уюрма ҳаракати тезлиги алашга фронтининг тарқалиш тезлигига ва ёнишнинг иккинчи фазаси кескаришига ижобий таъсир қилиб, ёнишнинг умумий вақтини камайтиради. Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси уюрмали ҳаракатланганда алашганин тарқалиш тезлиги 15... 60 м/с ни ташкил 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 головкаси орасида озгина оралик (1 мм га яқин) бўлади. Сиқиш жараёни охирида бу ораликдан заряд ёндириш свечасига қараб хайдалади ва бунда уюрма ҳаракатнинг кучайиши юз беради. Бундай камераларда ёнишнинг 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 қўриб 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 илгарирок учқун 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; қолдик газлар коэффиценти 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:

а – $\theta_c = \text{const}$; *б* – $\theta_c = \text{оптималь}$.

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

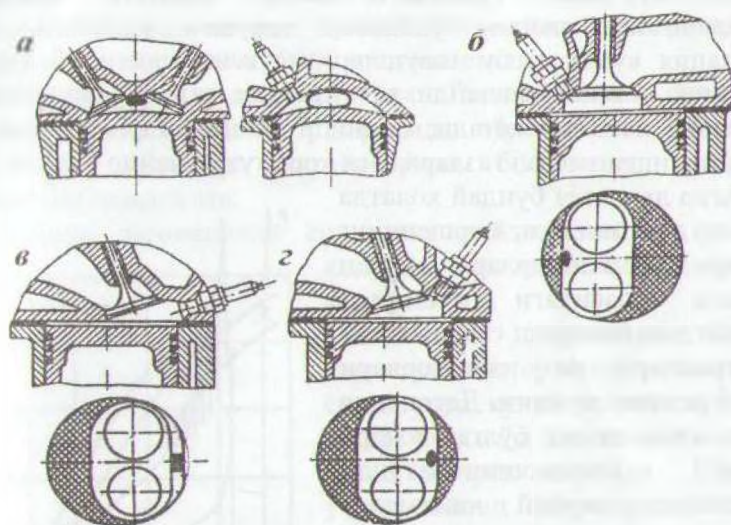
Дроссел-заслонканинг оралик ҳолатларида ёниш жараёнини қисман яхшилаш учун ёнувчи аралашма таркибини махсус сошлаш ёки ёндиришни илгарилаш бурчагини каталаш-тириш керак. Бу вазифани вакуум-корректор ёрдамида ба-жарилади.

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

несикликнинг маълум қисми ажралмайди, ёнишга ортиқча сарфланади. Бунда ишлатилган газлар билан бирга кўп миқдорда тула ёниб улгурмаган, таркибида заҳарловчи моддалар бўлган маҳсулотлар ҳам чиқариб юборилади.

Сикиш даражасининг таъсири. Сикиш даражасини опирини натижасида сикиш жараёни охиридаги босим ва температура ортади. Температура ва босимнинг ортиши билан ёнишнинг 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 жойлашгани ёниш жараёнига катта таъсир кўрсатади. Ёниш камерасининг энг узок жойлашган 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 сикиб чиқаргич ҳисобига заряднинг уюрма ҳаракати ҳосил бўлади, натижада ёниш жараёни тез ривожланади. Ёниш камерасининг бундай тузилиши заряднинг уюрма ҳаракатини тезлаштиради ва иш аралашмаси охирти порциясининг детонациясиз ёнишини таъминлайди.



5.17-расм. Карбюраторли двигателлар ёниш камераларининг схемалари:

a – ярим сферик; *б* – текис овалсимон; *в* – понасимон;
з – 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.

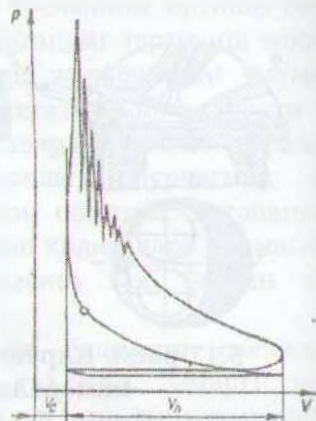
3. Детонацияли ёниш. Детонациянинг пайдо бўлишига таъсир этувчи омиллар

Карбюраторли двигателларда баъзан жаранлаган металл товушлари эшитилади. Бу ходиса двигателларнинг сиқиш 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

юқори втулкаси орасидаги зазор киймати нормалдан катталашганда пайдо 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, поршеннинг четлари, цилиндрлар билан головка орасидаги кистирма, шунингдек, ёндириш свечасининг электродлари ва изоляторлари куйиб кетиши мумкин. Детонация напжасида ҳосил бўлган юқори босим кривошип-шатунли механизмда зарбий юқламалар ҳосил қилиб шатун подшипнигидаги антифрикцион (ишқаланишни камайтирадиган) қатламни ишдан чиқаради. Зарбий юқламалар таъсирида мой пардалари йиртилади, бу эса цилиндрлар гильзалари юқори қисмининг тез ейилишига олиб келади. Шу сабабларга кўра детонация билан ишлашга йўл қуйилмайди.

Детонацияли ёниш жараёнида аланга фронти олдида ёнмай қолган иш аралашмалар сикилиб, унинг температураси кўтариледи. Натижада ёнилги молекулаларида кимёвий оксидланиш реакцияси содир бўлиб «пероксид» бирикмалар ҳосил бўлади. Етарли даражада юқори температура ва босимга эга бўлган бу бирикмалар ўз-ўзидан ёниб кетади. Бундай характерда бошланган ёниш жараёни жуда катта тезлик билан иш аралашмасининг қўшни қатламларига тарқалади ва бу қатламларда 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 пайдо қилади. Зарб тўлқинлари кимёвий реакция

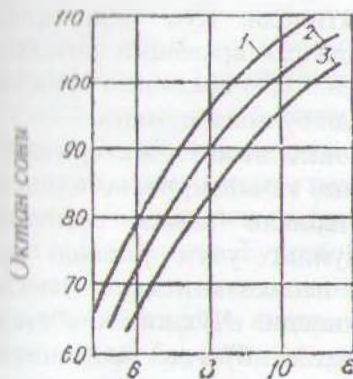


5.18-рasm. Детонацияли ёниш диаграммаси

индигина тугаётган зоналарга таъсир қилиб, детонацияли порцанлар ҳосил қилади. Бундай детонацияли тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги 2000... 2300 м/с гача етади.

Қарбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг индикатор диаграммаси 5.18-расмда кўрсатилган. Бу ҳолда ёниш ва кенгайиш жараёнларида босимнинг ўзгариши афрасимон 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 ёнилғининг октан сонини ошириш ва ёниш камерасининг шаклини ўзгартириш ҳисобига оширилади. Шунинг учун ҳар бир двигателнинг сиқиш даражасига мос октан сонли ёнилғи ва ёниш камераси танланади (5.19-расм).

Таҷрибалар 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 томонга 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 ҳаракатта келиб аланга fronti таъсирида узоқ вақт қолиб кетмайди.

Цилиндрлар сопи ва ўлчами. Цилиндрнинг диаметри катта бўлса, ёниш камерасининг чекка нуктасигача бўлган аланганинг йўли олислашади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишига олиб келади. Шунинг учун катта диаметрли двигателларда аралашма детонациясиз ёниш учун иккита ёндириш свечаси, диаметр бўйича карама-карши томонга ўрнатилади. Кўп цилиндрли карбюраторли двигателларда цилиндрларга аралашма нотекис тақсимланади. Натижада куюк ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$) 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 ўтказа оладиган материаллардан фойдаланилади. Чўянгга нисбатан иссиқликни ўтказиш қобилияти яхши бўлган алюминий қотиқмасидан фойдаланиш двигателларда сиқиш даражасини бир қадар оширишга имкон беради.

Иш аралашмасининг таркиби. Карбюраторли двигателларда ёнувчи аралашма куюк ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$) 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

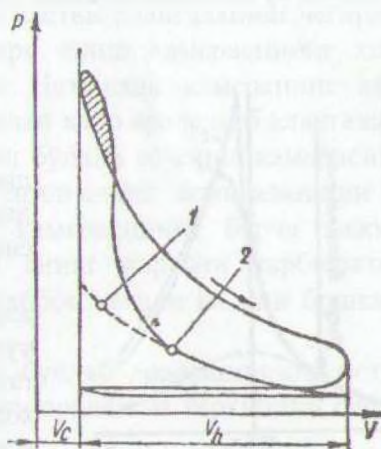
жараёни охирида содир бўлади. Натижада ёниш жараёнининг иккинчи фазасидаги босим ва температура катталашади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишига ёрдам беради.

Қурум ҳосил бўлиши.

Поршен тубини ва цилиндрлар головкасини қурум коплаши натижасида улардан иссиқликнинг тарқалиши кийинлашади 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 илгарिलाш 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.



5.20-расм. Ўз-ўзидан барвақт алангаланиш диаграммаси:

1 – учкун бериш пайти;

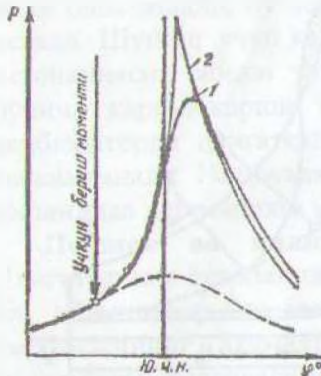
2 – алангаланишнинг бошланиши

4. Барвақт ўз-ўзидан алангаланиш

Карбюраторли двигателлар катта юклама билан ва иклими иссиқ шароитларда ишлаганда цилиндрлар головкасининг айрим зоналари, чиқариш клапанлари ва свечаларининг электродлари каттиқ кизиб кетади ҳамда уларнинг температураси 700... 800 °C ни ташкил қилади. Шунингдек, чўгланган қурум мавжуд бўлса, учкун 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 бўғиқ тақиллаш

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



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

- 1 – нормал ёниш;
2 – ўз-ўзидан ёниш

гулдураш кузатилади. Ўз-ўзидан алангаланиш ҳодисаси содир бўладиган циклнинг 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 цилинтрида 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 вақтлроқ, яъни сиқиш жараёни охирида амалга оширилади. Натижада сиқилган ҳаво билан майда

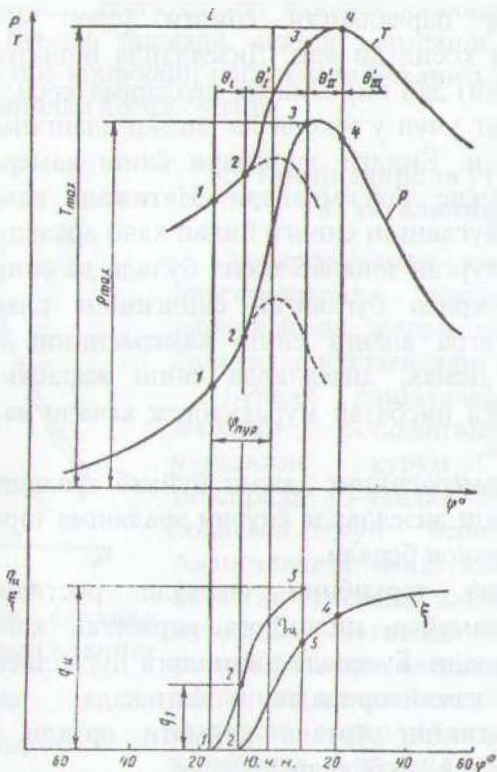
тарғачаларга парчаланган ёнилғи ўзаро қўшилиб ёнувчи аралашмани ҳосил қилади. Дизелларда ишлатиладиган ёнилғи (сифат ёнилғи) дан бир жинсли аралашма ҳосил қилиш мумкин эмас, шунинг учун у юқори ва пастки алангаланиш чегарасига кириб бўлмайди. Ёнилғи зарралари ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб нотекис тақсимланади. Натижада камеранинг айрим жойларида бугланган ёнилғи билан ҳаво аралашиб алангаланиш чегарасида турган зоналар ҳосил бўлади ва ёниш камерасининг ушбу зоналарида бугланган ёнилғининг алангаланиши рўй беради. Сўнгра аланга ёниш камерасининг барча ҳажмини иғаллайди. Демак, дизелларда ёниш жараёни карбюраторли двигателларга нисбатан мураккаброк кечади ва уни бошқариш мумкин эмас.

Ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб аралашманинг нотекис тақсимланиши дизелларда ёнувчи аралашма таркибини сифатли рақобатлашга имкон беради.

Аралашма таркибини сифатли растлашда дизелнинг қолмаси камайса, цилиндрга кираётган ҳавонинг микдори ўшармай қолади. Бу ҳолда цилиндрга пуркалаётган ёнилғининг микдори камайтирилади. Натижада ҳаво ортиклик коэффициентининг ўртача қиймати ортади ва дизел салт ишлаганда $\alpha = 5 \dots 6$ бўлади.

Дизелларда қўлланиладиган сикиш даражаси пуркалган ёнилғининг ўз-ўзидан алангаланишини таъминлаш лозим. Шу сабабли сикиш жараёни охирида ҳавонинг температураси дизел ёнилғисининг алангаланиш температурасидан тахминан $150 \dots 250^\circ$ юқори 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 баланинг бурилиш бурчаги ϕ бўйича ўзгариш чизиклари кўрсатилган, штрих чизиклар билан ёниш жараёни содир бўлмаган циклнинг диаграммалари кўрсатилган. Пастки схемада ёниш камерасига пуркалган q_n ва ёнган ёнилғи ξ микдорлари кўрсатилган.



5.22-расм. Дизелда ёнилги 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) ёнилги пуркаш поршен ю. ч. н. га (1 нукта) етмасдан бошланади. Бу бурчак ёнилги пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги деб аталади ва у $\phi_{\text{пур}}$ билан белгиланади.

Дизелда ёниш жараёнини куйидаги фазаларга ажратип мумкин:

Биринчи фаза θ_1 бурчак билан белгиланиб, алангаланишнинг кечикиш даври деб аталади. Бу давр 1 нуктадан 2 нуктагача, яъни ёнилги пуркалгандан кўзга кўринарли аланга ҳосил

булганча давом этади. Бу пайтда цилиндр ичидаги босимнинг ўнги хавонинг янада сиқилиши билан тушунтирилади. Бу даврда ёнган ёнилги алангаланмайди, ёнилги томчилари қисман бўланиб кимевий оксидланиш реакциялари содир бўлади. Бу жараёнарнинг кетиши учун бирмунча вақт талаб қилинади. Шу вақт ичида цилиндрга q_1 мг ёнилги тушади ва у сиқилган хаво 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 жалалланиб, босим p тез кўтарилади ва киска 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 киймати босимнинг энг катта кийматига мос келмайди, у 4 нуктада ўнги энг катта кийматига эришади. Бу давр **секин ёниш фазаси** деб аталади ва θ_{11} билан белгиланади. Бу пайтда ёнилгининг 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 ёнилги тарқаллини ифодалайди. Бундан кўриниб турибдики, энг катта босим p_2 га эришиш пайтида киритилган ёнилгининг фақат бир қисми ёнади. Дизелда ёниш жараёни энг катта босимга эришилгандан кейин ҳам, диаграмманинг 3-4 қисмида катта қисқилик чиқариб давом этади. Бу пайтда босимнинг бир оз пасайиши кузатилади, чунки поршен п. ч. н. га томон ҳаракат қилади. Лекин ёнилгининг ёниши давом этганлиги туфайли температура ортади (4 нукта).

4 нуктадан кейинги келгайиш жараёнида ёнилгининг ёниб бўлиши рўй беради ва у **ёниб бўлиш фазаси** деб аталади. Бу фаза θ_{12} 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 мумкин қадар киска 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 характерига ва давом этиш вақтига таъсир этади. Алангаланишнинг кечикиш даври канча катта бўлса, ёниш камерасига пуркалган ёнилгининг шунча кўп қисми буғланиб кетади, натижада ёниш жараёнининг шиддатлилиги ортади. Шунинг учун алангаланишнинг кечикиш даврини иллати борица камайтириш керак. Ҳозирги замон дизелларида алангаланишнинг кечикиш даври 0,0005... 0,02 секундни ташкил этади.

Дизелларда алангаланишнинг кечикиш даврига, ёниш жараёнининг сифатига ва давом этиш вақтига қўйилади омиллар таъсир қилади: ёнилгининг қимевий ва физик хоссалари, сиқилш даражаси, яъни ёнилгини пуркаш вақтида ҳавонинг температураси ва босими, ёнилги пуркаш бошланиш илгарилан бурчаги, ёниш камерасининг конструкцияси, ундаги ҳавонинг уюрма ҳаракати ва тезлиги, ёнилги узатиш апаратининг иш характеристикаси, тирсақли валнинг айланишлар частотаси ва двигател юкламаси.

Ёнилгининг физикавий ва қимевий хоссалари. Алангаланишнинг кечикиш даврига ёнилгининг қимевий 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 қовушқоқлиги, сирт таранглиги ва буғланувчанлиги ёниш жараёнига 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 жараёнига ижобий таъсир қилади, чунки ёнилгини пуркаш пайтида ҳавонинг

температураси катта бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври кичиради. Дизелларнинг сиқиш даражаси ошганда, двигател юзла юкламаларда ишлаганда цилиндрга кираётган ҳавонинг температураси юкори бўлади. Натижада ёнишнинг шиддатлигини камаяди.

Ёниш камерасида ҳавонинг уюрма ҳаракати. Сиқиш жараёни охирида ёниш камерасидаги ҳавонинг ҳаракати ёниш камерасига катта таъсир кўрсатади. Агар ҳавога маълум шуналинда ҳаракат берилмаса, ёниш жараёнини бошқариш мумкин эмас. Ёнилғининг самарали ёниши учун ҳавонинг уюрма ҳаракатини вужудга келтириш ва ёниш камерасининг бутун ҳажми бўйлаб бир текис ёнувчи аралашма ҳосил қилиш керак. Ҳавонинг уюрма ҳаракати ёнилғи бугларини кислород билан бўлган зоналарга кўчиришга ва ёниш маҳсулотларини реакция рўй бераётган зоналардан чиқариб юборишга ёрдам беради. Шунинг учун дизелларда киритиш ва сиқиш жараёнида ҳавонинг уюрма 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. Ёнилғининг 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 натижасида ёнилғи бериш аппаратининг тузилишига боғлиқ.

Ёниш камераси. Ёниш камерасининг тузилиши турли дизелларда ёнувчи аралашма тайёрлаш ҳамда ёниш жараёнига таъсир кўрсатадиган асосий омиллардан биридир. Дизелларда икки хил: ажратилмаган (бир бўшликли) 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, шунинг бу камераларда ҳавонинг ҳаракат тезлиги 150... 280 м/с га тенг. Натижада ёниш жараёнининг шиддати анча пасаяди. Бу ҳам 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 пиддатли 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 ёнилғини 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 тугун миқдори кўпаяди, двигателнинг тежамлилиги кескин пасаяди ва у кизиб кетади. Дизел энг катта қувватта a нинг энг кичик қийматларида

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

Пуркалаётган ёнилғи микдорини ўзгартириш билан иссиқларнинг 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 ($n = \text{const}$) ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини озрок сиймайтириш 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 тугайди.

Айланишлар частотаси. Дизелларда айланишлар частотаси ўзгариши билан ёниш жараёнининг давом этиш вақти ўзгармай қолиши катта аҳамиятга эга. Бу масала ҳал қилинганлиги енибди 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_2) имкони барича камайиши керак.

Дизелларда айланишлар частотаси ортса, ёниш ва ёнилғи айланишмасини тайёрлаш жараёнлари бирмунча тезлашади. Масалан, алангаланишнинг кечикиш даври θ_1 камаяди, бунга ёниш камерасидаги ҳаво уюрма ҳаракатининг кучайиши ва ёнилғи пуркаш босимининг ортиши сабаб бўлади. Аксинча, айланишлар частотаси ортиши билан киритиш босими p_a камаяди ва сиқиш жараёнида иссиқлик алмашиниш шароити 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 умумий фойдаланиш учун ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини катталаштириш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун ёнилғи насосининг валига пуркаш бурчагини илгарилаш буғласи ўрнатилади.

5.6. ЦИКЛНИНГ МАКСИМАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВА БОСИМИНИ АНИҚЛАШ

1. Учкун билан ўт олдириладиган двигателда циклнинг максимал температурасини аниқлаш

Карбюраторли двигателларда ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида циклнинг ёниш жараёни энг катта босимгача, яъни $c - z$ 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 миқдорига 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 тесқари 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 $c-z$ 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

яъбадан ёниш исикликларининг нисбатини $\frac{H_u}{H_u} = \xi$ деб

белгилаймиз ва бу нисбатни пиклда исикликдан фойдаланиш коэффициенти деб атаймиз.

Газларнинг z нуктадаги температурасини аниклаш учун sz ушкеткада ажралиб чиққан исикликнинг ҳаммаси ёниш маҳсулотларининг ички энергиясини ошириш учун сарф бўлади, деб фарз қилинади.

Термодинамиканинг биринчи қонунига мувофиқ қуйидаги ифодадан 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 исикликнинг бир қисми ажралиб чиқмайди. Ажралиб чиқмаган исиклик миқдори 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:

$$U_z = \mu C_v'' (M_2 + M_r) T_z;$$

сиклиш жараёни охирида c нуктадаги иш аралашмасининг ички энергияси:

$$U_c = \mu C_v (M_1 + M_r) T_c$$

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

Қолдик газларнинг миқдори ҳавонинг миқдорига нисбатан кам бўлгани учун $\mu C_v = \mu C_{v_x}$ деб қабул қилинади, бу ҳолда юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$\xi (H_u - \Delta H_u) = \mu C_v'' (M_2 + M_r) T_z - \mu C_v (M_1 + M_r) T_c.$$

Тенгламанинг иккала қисмини $M_1 + M_r = M_1 (1 + \gamma_{қол})$ га бўлишимиз, $\mu C_v T_c$ ва $\mu C_v'' T_z$ ларни ички энергия орқали ифодалаб қарбюраторли двигател учун ёниш жараёнининг тенгламасини ҳосил қиламиз.

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

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

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

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

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 $T = 2500 \dots 2800$ °K, 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 коэффициенти $a > 1$ бўлгани учун ёниш жараёнида ҳамма вақт ҳаво ортик бўлади. Дизел цикли учун термодинамиканинг биринчи қонуни куйидаги кўринишга эга:

$$\xi H_u = U_z - U_c + L_{\text{кр}}.$$

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_2'' — 1 кмол ёниш маҳсулотларининг ички энергияси;
 c нуктадаги ички энергия хавонинг ва колдик газларнинг ички
 энергиясидан ташкил топган, яъни:

$$U_c = M_1 U_c + M_2 U_c'' = \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}},$$

бу ерда U_c — 1 кмол янги заряднинг ички энергияси.

Кенгайиш жараёнида бажарилган иш қуйидагича
 аниқланади:

$$L_{\text{ш}} = 8314 [(M_2 + M_r) T_2 - \lambda(M_1 + M_r) T_c].$$

Дизелда ёниш жараёнининг тенгламаси:

$$\xi H_u = (M_2 - M_r) U_2'' - (M_1 + M_r) U_c + 8314 [(M_2 + M_r) T_2 - \lambda(M_1 + M_r) T_c].$$

Тенгламанинг ҳамма ҳадларини $M_1 + M_r = M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})$ га
 бўлиб, $\frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \mu$ эканлигини ҳисобга олиб ва маълум

кийматларни чап томонга ўтказиб қуйидагини оламиз:

$$\frac{\xi H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 8314 \lambda T_c = \mu \chi U_c'' + 8314 T_c.]$$

Эски бирликларда ёниш жараёнининг тенгламаси.

$$\frac{\xi H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 1,985 \lambda T_c = \mu \chi U_c'' + 1,985 T_c.]$$

Дизел учун босимнинг ёниш жараёнидаги кўтарилиш даражаси:

$$\lambda = \frac{P_2}{P_c} = 1,4 - 2,2 \text{ бўлади. } \lambda \text{ нинг катта киймати ажратилмаган,}$$

кичик киймати эса ажратилган ёниш камерали дизеллар учун
 олинади.

3. Ёниш жараёнининг энг катта босимни аниқлаш

Юкорида янги заряд учун c нуктадаги, ёниш
 маҳсулотлари учун эса z нуктадаги ҳолат учун характеристик
 тенгламалар ёзилган эди.

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

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

Циклнинг ҳақиқий максимал босими тажрибӣ натижаларига кўра қуйидагича топилади:

$$p_z \approx 0,85 p_c.$$

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		Карбюра- торли 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
$\frac{\epsilon}{\lambda}$	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
$dp/(d\phi)_{\text{max}}, \text{МПа/град}$	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 таъқи муҳитга цилиндрнинг головкаси, 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. Демек 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:

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

Дизел учун z нукта ю. ч. н. га нисбатан 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

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

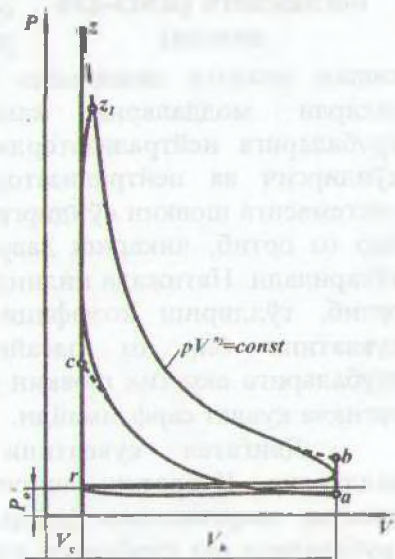
$p_b = \frac{p_z}{\varepsilon^{n_2}}$. Дизеллар учун кенгайиш жараёни охиридаги температура:

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

Карбюраторли двигателлар учун эса

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

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

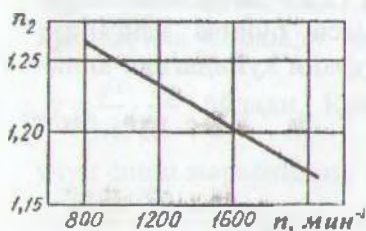


5.23-расм. Кенгайиш жараёнининг диаграммаси

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 , °K	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-рasm. 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 йўкотади ва ташки 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 лаврида цилиндр ичидаги босим (p_2) кўтарилади. Натижада цилиндрдаги қолдиқ газларнинг миқдори ортиб, тўлдириш коэффициентини 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 наддудир. 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 хайдалади. Чиқариш

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



6.1. ЦИКЛНИНГ ЎРТАЧА ИНДИКАТОР БОСИМИ

6.1.1. Карбюраторли двигател

Тўрт тактли карбюраторли двигателнинг бажарган иши ҳақиқий циклнинг индикатор диаграммасидаги $a_1 f k z_1 / b_1 a_1$ юза билан аникланади (6.1-рasm, a).

Двигателнинг ҳақиқий индикатор диаграммаси ёзиб олинмаган бўлса, у циклнинг индикатор иши L_i ни ҳисоблаш билан кўрилган киррали диаграммадаги $ac z b a$ 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 куйидагича аникланади:

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

$$\lambda p_c = p_z \text{ ва } \frac{V_z}{V_b} = \frac{1}{\varepsilon}.$$

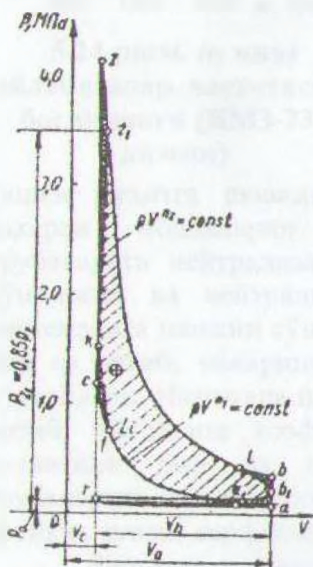
Сиқиш жараёнида бажарилган иш

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

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

У ҳолда циклнинг ҳисобланган индикатор иши:

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



6.1-рasm. 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 циклнинг ўртача индикатор босими p_i қуйидагича топилади (6.2-расм):

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

Циклнинг ўртача индикатор босими шартли доимий тисир кўрсатувчи ортиқча босимни ифодалайди. Бундай босимда поршен бир марта ўз йўлини босиб ўтганда газларнинг бажарган иши циклнинг 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 ($a_1c_1c_2z_2b_1a_1$) ва ҳисобланг йўли билан қурилган индикатор диаграммалар (acz_1zba) 6.3-расмда кўрсатилган. Циклнинг ҳисобланган индикатор иши қуйидагича аниқланади:

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

Бу ерда бирламчи кенгайишда бажарилган иш:

$$L_{z_1 z_2} = p_z \cdot V_z - p_{z_1} V_{z_1} = \lambda p_c \cdot V_c (\rho - 1) \text{ бўлади.}$$

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 сиқилиш жараёни ўзаро фарқ қилмагани учун сиқилиш жараёнида

бажарилган иш ҳам карбюраторли двигателдагидек аниқланади, яъни:

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

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 $L = \varphi_T L_{ix}$ бўлади, бу ерда φ_T — диаграмманинг тўлалик коэффиценти. Тўрт тактли двигателлар учун $\varphi_T = 0,92 \dots 0,97$ га тенг. φ_T нинг кичик қиймати дизеллар учун, катта 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_1gab_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.

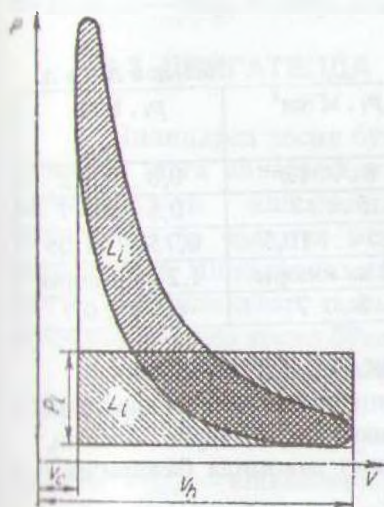
Наддув бўлмаганда $p_{газ}$ нинг қийматини қуйидаги ифодадан тахминий ҳисоблаш мумкин:

$$p_{газ} = p_i \cdot p_a.$$

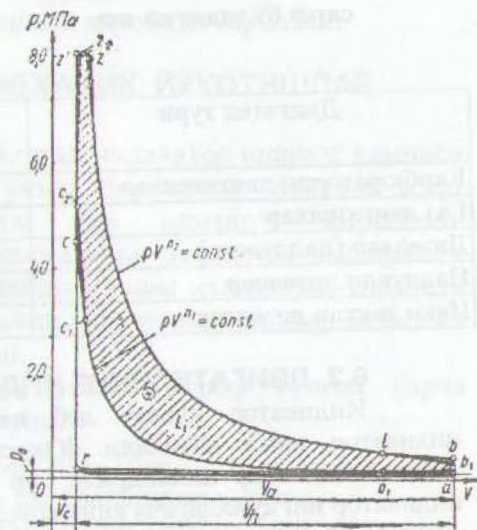
Икки тактли двигателнинг ўртача индикатор босими қуйидагича аниқланади:

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

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



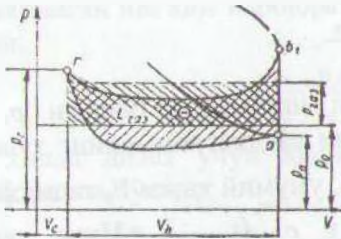
6.2-расм. Ҳақиқий циклниң индикатор босимини аниклаш



6.3-расм. Двигателниң ҳақиқий ва ҳисобланган индикатор диаграммалари

Бу қийматлар двигател тўла юклама билан ишлаганда олинган.

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



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 (наддувсиэ)	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 цикллариининг сони $\frac{2n}{\tau}$ га тенг.

Бир цилиндрдан олинадиган индикатор қувват қуйидагига тенг:

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

i та цилиндрга эга бўлган двигателнинг индикатор қуввати

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

бу ерда: 2π — 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 халқалари; 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:

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

$p_{\text{ишк}}$, $p_{\text{е.м}}$, $p_{\text{газ}}$, p_x — 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:

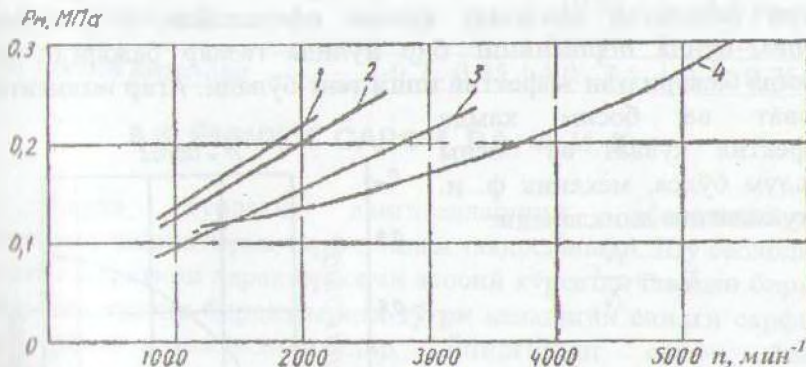
$$p_m = a + bV_n;$$

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 накил 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

мойнинг 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:

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

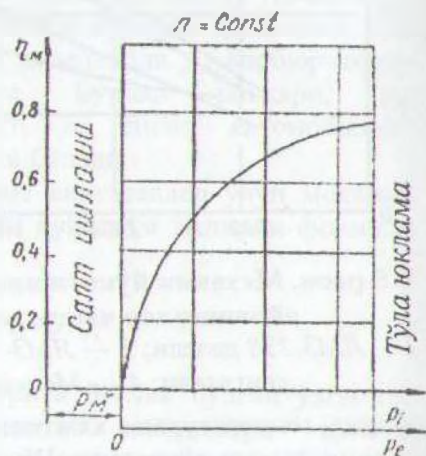
p_e —эффектив босим, цилиндрининг ҳажм бирлигига тўғри келадиган циклининг ишини ифодалайди, у ўзгармас бўлиб, бунда поршеннинг бир йўлида газлар бажарган иш циклда бажарилган эффектив ишга тенг бўлади. Агар индикатор кувват ва босим ҳамда эффектив кувват ва босим маълум бўлса, механик ф. и. к. қуйидагича 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-рasm. Механик ф. и. к. η_m нинг юкламага боғлиқлиги

кисми 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 аникланади, 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 ёнилгининг солиштирма сарфи билан таққосланади. Шу сабабли двигател сифатини характерловчи асосий кўрсаткичлардан бири қувват ёки тезлик бирликларига тўғри келадиган ёнилғи сарфи ёхуд унинг тежамлилигидир. Ёнилгининг сарфи ёки тежамлилиги двигателни стенда 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 ёнилғи миқдори, г; τ - сарф вақти, с.

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

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

Ёнилғининг 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 ёнилғининг ёниши натижасида ажралиб чиққан иссиқликдан фойдаланиш даражаси индикатор ф. и. к. η_i орқали баҳоланади ва у ёнилғининг 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 қиймати термик ф. и. к. нинг қийматидан доимо кичик бўлади, чунки циклнинг помукамаллиги натижасида қўшимча йўқотишлар ҳосил бўлади. Бу фарк нисбий ф. и. к. η_n орқали ифодланади.

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

Бу ифодадан кўриниб турибдики, циклда иссиқликдан фойдаланиш канчалик мукаммал 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 автомобиль двигателлари учун ёнилғининг солиштирма сарфи, индикатор ва эффектив ф. и. к. ларнинг қиймати 6.4-жадвалда келтирилган.

6.4-жа д в а л

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_i	q_e	q_e		
Карбюраторли	245—	180—	330—	220—	0,28—	0,25—
	300	220	325	260	0,35	0,29
Газорар дизеллар	175—	130—	220—	160—	0,42—	0,35—
	205	150	240	180	0,48	0,40
Газ билан ишловдиган	—	—	—	—	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_i 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, ёнигининг солишпирма 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.

Ёнилгининг солиштирма эффектив сарфи $g_e = \frac{g_i}{\eta_m}$ ва

ўртача эффектив босими $p_e = p_i \eta_m$ эканлигини ҳисобга олиб ёнилгининг 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. ЁНИЛГИНИНГ СОЛИШТИРМА САРФИ ВА ДВИГАТЕЛ ҚУВВАТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Ёнилгининг солиштирма сарфига таъсир қилувчи омиллар

Ёнилгининг солиштирма сарфини аниқлаш формулаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, у янги заряд ичлиги 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 ўзгарини билан бошқалари ҳам ўзгаради. Бу ўзгаришлар турли двигателларда ҳар хил кечади. Шу сабабли бу омиллар таъсирини юкламалар орқали таҳлил қилиш қулай.

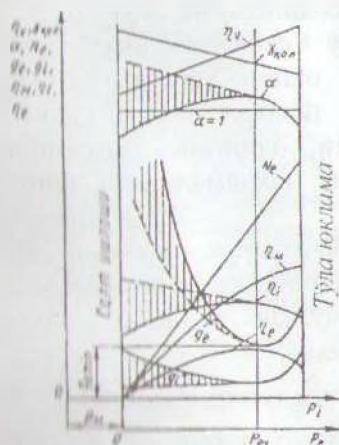
6.7-расмда карбюраторли ва учқун билан ўт қозғатиладиган двигателлар асосий кўрсаткичларининг $n = const$ бўлгандаги юкламага қараб ўзгариш характери кўрсатилган. Двигател салт ишлаганда ўртача эффектив босим p_e ва ф. и. к. $\eta_e = 0$ бўлади, чунки $p_i = p_m$, яъни индикатор иш ишқаланишга, г.и. алманшувига ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиринишга сарфланади. Бундан ташқари, тўлдириш коэффициенти η_v энг кичик қийматга эга бўлади. Дроссел-маслонка очила бошлагани билан тўлдириш коэффициенти ҳам

Ўса 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 қолдик газлар коэффициенти $\gamma_{\text{кол}}$ ортади ҳамда ёнилғининг ёниш шароити ёмонлашади. Дроссел-заслонка қия ёпилган шароитда ёнувчи аралашма ёниши учун аралашмани қуюклаштириш, яъни ёнилғини кўпроқ бериш керак бу эса карбюраторни махсус усулда созлаш орқали амалга оширилади. 6.7-расмдан кўриниб турибдики, двигател кичик юкламаларда ишлаганда ҳавонинг ортиклик 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 ортиклик 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 қуюклашади 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. Ёнилғининг солиштирма эффектив сарфи g_e эффектив ф. и. к. η_e га мос равишда ўзгаради. $\eta_{e \max}$ бўлганда $g_{e \min}$ бўлади. Карбюраторли двигателларда юклама камайиши билан η_i ҳам камаяди, бунинг натижасида ёнилғининг 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 ёнилғининг 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 штрих чизиклар билан кўрсатилган (6.7-расм). Кўриниб турибдики, бу турдаги карбюраторли двигателнинг кўрсаткичлари (η_i, g_i, g_e) жуда ҳам мукаммал ва дизелникига яқиндир, чунки бундай шароитда ёниш тўла ёнади.

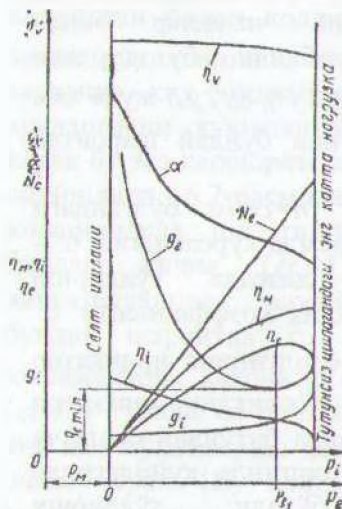
Дизел асосий кўрсаткичларининг $n = \text{const}$ бўлгандаги юкламага қараб ўзгариш характери 6.8-расмда кўрсатилган. 6.7-ва 6.8-расмларни таҳлил қилиб, дизелда тўлдириш коэффициентини η_v нинг, ҳавонинг ортиклик коэффициентини α нинг, индикатор ф. и. к. η_i нинг ва ёнилгининг индикатор солиштирма сарфи g_i нинг юкламага боғлиқлик характери карбюраторли двигателларникига қараганда бутунлай бошқача эканлигини кўрамиз. Дизелда юклама ошганда қуйидагилар

содир бўлади: тўлдириш коэффициентини η_v бир оз камаяди, чунки юклама ошганда заряднинг кизиши кузатилади; ҳавонинг ортиклик коэффициентини $\alpha = 6 \dots 1,2$ оралигида ўзгаради; индикатор ф. и. к. η_i нинг қиймати 0,5 дан 0,4 гача пасаяди; ёнилгининг индикатор солиштирма сарфи g_i бир оз катталашади. Дизелда юklamани камаййтириш учун пуркалаётган ёнилги миқдори камайтирилади, натижада a нинг миқдори катталашади. Бу эса ёниш жараёнини ю. ч. н. яқинида тугаллашга олиб келади, ёнилгининг қўштина 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_e пасаяди). Дизел бошқа кўрсаткичлари (N_e , η_m , η_e ва g_e) нинг ўзгариш характери худди карбюраторли двигателдагидек бўлади.



6.8-рasm. Дизел кўрсаткичларининг юкламага қараб ўзгариши

Дизелнинг эффектив ф. и. к. η_e ва солиштирма сарфи g_e ўзининг оптимал қийматига p_e юкламада (80—85%) эришади. Дизелдан катта юклама олиш талаб қилинганда пуркалаётган ёнилғининг миқдори яна ҳам оширилади. Бунда α нинг қиймати кичиклашади ($\alpha = 1,4 \dots 1,2$), натижада аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнлари ёмонлашади. Бундай шароитда индикатор ф. и. к. кескин камаёди, бу камайиш механик ф. и. к. нинг ортини билан компенсацияланмайди, натижада ёнилғининг солиштирма сарфи (g_e , g_e) ортади. Шу сабабли дизелларда юклamanинг ошиш чегараси қилиб 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 қийматларида ҳам ёниш тўла таъминланади.

Двигателнинг қувватига таъсир қилувчи омиллар

Двигателнинг қувватига асосан қуйидаги омиллар таъсир қилади: ўртача индикатор босим p_i ; цилиндр диаметри D ; поршень йўли S ; айланишлар частотаси n ва тактлар сони τ . Агар

$$\eta_i = \frac{\alpha l_0 p_i}{10 H_u \rho_0 \eta_0} \quad \text{ва} \quad p_e = \eta_m p_i \quad \text{эканлигини эътиборга олсак, у}$$

қандай индикатор ва эффектив қувватларни қуйидагича ифода қилиш мумкин:

$$N_i = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \cdot \rho_0 \cdot i \cdot V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \quad \text{кВт}$$

ва $N_e = N_i \eta_m$ бўлгани учун:

$$N_e = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \cdot \eta_m \cdot \rho_0 \cdot i V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \quad \text{кВт бўлади,}$$

бу ерда H_u МДЖ/кг да, V_h л да ва n айл/мин да берилган.

Юқоридаги тенгламани таҳлил қилиш двигателнинг қуввати цилиндрлар сони i ва иш ҳажми V_h га тўғри пропорционал эканлигини кўрсатади. Лекин қувватни бу усул билан ошириш мақсадга мувофиқ эмас, чунки у двигателнинг массаси ва габарит (таъки) ўлчамларининг ўсишига боғлиқ. Шунинг учун қувватни оширишнинг шундай усуллари топил керакки, улар иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган қувватни оширсин.

Турли ҳисдаги двигателлар лойиҳаларининг муваффақиятини бир литр иш ҳажмидан олинадиган қувват билан баҳолаш қабул қилинган. Литрли қувватни қуйидагича ифода қилиш мумкин:

$$N_e = \frac{N_e}{i V_h} = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \cdot \eta_m \cdot \rho_0 \cdot \frac{n}{\tau}, \quad \text{кВт/л.}$$

Бу тенглама двигателнинг литрли қувватига таъсир қилувчи асосий омилларни таҳлил қилишга ёрдам беради. Изланишлар литрли қувватга асосан қуйидаги омиллар таъсир қилишини кўрсатади: n — айланишлар частотаси; τ — тактлар сони; η/a — коэфф., ρ_0 — ҳавонинг зичлиги ва бошқалар.

$\frac{H_u}{l_0}$ қиймат амалда N_u га таъсир кўрсатмайди, чунки H_u ва l_0

катталиқлар - суюқ ёнилғилар учун ўзгармас.

Двигателнинг литрли қувватини ошириш усулларида асосий ўнинг айланишлар частотасини оширишдир.

Айланишлар частотасининг энг катта қиймати ёниш жараёнининг коникарли қегили, двигател асосий деталларининг ёпилиши ва поршеньнинг 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.

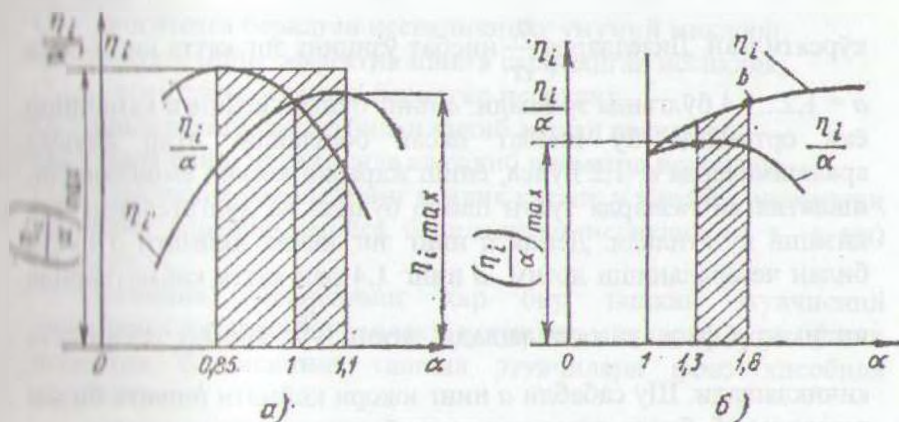
Ёниш жараёнини двигателнинг жуда катта айланишлар частотасида ($n = 12000 \dots 14000$ айл/мин) ҳам қоникарли ташкил қилиш мумкин. Поршеннинг ўртача тезлигини эса маълум чегарада қисқа йўлли поршен конструкциясини қўллаб сақлаш мумкин. Қисқа йўлли $S/D < 1$ двигател конструкциясини қўллаш қатор афзалликларни 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 α 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 i 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 кизийди, шу сабабли турбалаётган ёнилғи миқдори чегараланган бўлади. Натижада двигател қувват фақат 40... 60% га ортади. Икки тактли двигателларнинг ишлаш муддати киска бўлади, шу сабабли улар ҳаётда ишлаб чиқарилмайди.

Механик ф. и. к. канча катта бўлса, литрли қувват шунча катта бўлади. Бунинг учун ишқаланишга ва қўшимча механик ишларни ҳаракатлантиришга сарфланадиган қувватни камайтириш керак. Шу сабабли деталларнинг тайёрланиш ва двигателни йиғиш сифати катта аҳамиятга эга. Эксплуатация шартларида мойнинг навига ва температурасига, совитувчи сувининг температурасига ҳамда техник талабларга риоя қилиш зарур.



6.9-рasm. Ёнувчи аралашма таркибининг двигател қувватига ва тежамлилигига таъсири:

a – карбюраторли двигател; б – дизел

$\frac{\eta_i}{\alpha}$ кўймат двигателда иш жараёнининг яхши ёки ёмон таркиби эътиборлигини характерлайди. Двигател қувватини ошириш учун $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат мумкин қадар катта бўлиши керак. Бу кўйматнинг ёнувчи аралашма таркиби α га боғлиқ равишда

ўзгариш характери карбюраторли двигател учун 6.9-рasm, a да берилган.

Карбюраторли двигателларда ф.и.к. $a = 1,05...1,15$ бўлганда индикатор ф. и. к. энг катта кийматга эришади. $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат эса

$a=0,85...0,90$ бўлганда ўзининг энг катта кийматиға эришади. Двигател $a=0,85...1,15$ ораликда ишлаганда унинг кўрсаткичлари оптимал кийматларға эға бўлади ва у карбюраторни созлаш диапазонини белгилайди (штрихланган юза), a нинг бундан бошқа кийматларида двигателнинг кўрсаткичлари кескин ёмонлашади.

6.9-рasm, б да дизеллар учун η_i ва $\frac{\eta_i}{\alpha}$ ларнинг a га боғликлити

кўрсатилган. Дизелларда $\frac{\eta_i}{\alpha}$ нисбат ўзининг энг катта кийматиға

$a = 1,2...1,4$ бўлганда эришади. a нинг бундан кейинги камайишн ёки ортишида бу нисбат пасая бошлайди. Агар ёнувчи аралашмаларда $a < 1,2$ бўлса, ёниш жараёни кескин ёмонлашади, ишлатилган газларда тутун пайдо бўлади ва двигателнинг ўта кизиши кузатилади. Демак a нинг энг кичик киймати a нукта билан чегараланиши лозим. a нинг 1,4 дан катта кийматларида

индикатор ф. и. к. катталашади, лекин $\frac{\eta_i}{\alpha}$ киймат секин-аста

кичиклашади. Шу сабабли a нинг юкори киймати b нукта билан чегараланиб, бунда дизел оптимал кўрсаткичларға эришади.

Барча двигателларда тўлдириш коэффициентини мумкин кадар оширишға ҳаракат килиш керак чунки у литрли кувватға ижобий таъсир кўсатади.

Карбюраторли двигателларнинг литрли куввати дизелларникиға караганда анча юкори, чунки дизелларда айланишлар частотасининг киймати кичик бўлади. Карбюраторли двигателларда $N_d = 20...37$ кВт/л, наддувсиз дизелларда эса $N_d = 13...23$ кВт/л. Бундан, келажакда дизелларнинг айланишлар частотасини яна ҳам ошириш зарур деган хулоса келиб чиқади.

6.7. ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК БАЛАНСИ

Двигателнинг иссиқлик баланси цилиндрларда ёнган ёнилги иссиқлигининг нималарга сарфланишини кўрсатади. Двигател конструкциясини ўзгартириб ва баъзи омилларга таъсир қилиб иссиқликдан 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:

$$Q_y = Q_e + Q_{сов} + Q_t + Q_{ч.е} + Q_{хол.}$$

Бу ерда:

Q_y — двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори;

Q_e — двигателнинг эффектив ишига сарфланган иссиқлик;

$Q_{сов}$ — совматувчи муҳитга берилган иссиқлик;

Q_t — ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик;

$Q_{ч.е}$ — чап ёнилги натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик;

$Q_{хол.}$ — иссиқлик балансининг қолдиқ қисми, у ҳисобга олинмаган иссиқлик сарфини (мойга бериладиган иссиқлик ва ҳ. қ 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:

$$q_y = q_e + q_{сов} + q_t + q_{ч.е} + q_{хол} = 100\%$$

Бир соат давомида двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_y = H_u G_b, \text{ кЖ/соат};$$

бу ерда G_b — ёнилгининг соатли сарфи.

Эффектив ишига сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q_e = 3600 N_e, \text{ кЖ/соат};$$

бу ерда N_e — эффектив қувват, кВт.

Цикл давомида совитувчи мухитга берилаётган иссиқлик микдорини аниқлаш учун бир соат давомида двигател орқали ўтган сувнинг микдори $G_{\text{сув}}$, двигателга кираётган ва чиқаётган сувнинг температуралари $t_{\text{чик}}$ ва $t_{\text{кир}}$ маълум бўлиши керак. Бу ҳолда:

$$Q_{\text{сов}} = 4,186 G_{\text{сув}} (t_{\text{чик}} + t_{\text{кир}}), \text{ кЖ/соат};$$

бу ерда: 4,186 — сувнинг иссиқлик сизими, кЖ/кг.град. Ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик микдори Q_r ни аниқлаш учун қуйидагилар топилади:

а) $G_g \cdot M_2 \cdot \mu_{Cp} t_r$ - 1 соат давомида цилиндрдан ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик микдори, кЖ/соат;

б) $G_g \cdot M_1 \cdot \mu_{Cp} t_0$ - 1 соат давомида цилиндрга янги заряд билан киритилган иссиқлик микдори, кЖ/соат;

в) t_r — ишлатилган газларнинг чиқариш трубадан кейин ўлчанган температураси, °С;

г) t_0 — двигател цилиндрига кирган янги заряднинг температураси, °С.

Ёнилгининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик микдори $Q_{\text{чс}}$ одатда, $a \leq 1$ бўлса, алоҳида ҳисобланмайди ва $Q_{\text{кол}}$ га қўшилади, яъни:

$$Q_{\text{кол}} = Q_y - (Q_e + Q_{\text{сов}} + Q_r).$$

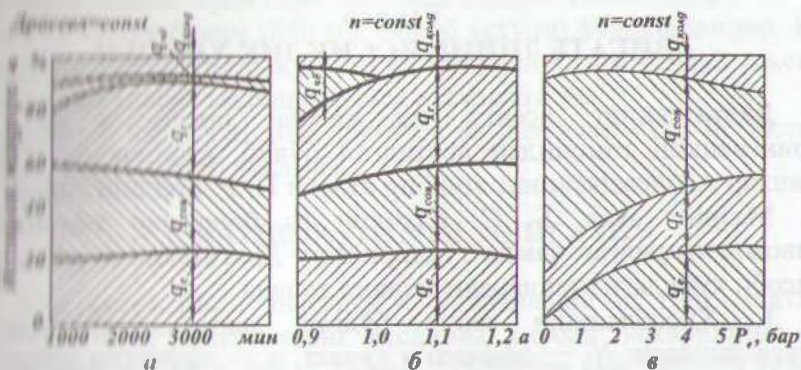
Двигателни синашда $a < 1$ бўлса, ёнилгининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик микдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_{\text{чс}} = \Delta H_u \cdot G_g.$$

Бу ҳолда:

$$Q_{\text{кол}} = Q_y - (Q_e + Q_{\text{сов}} + Q_r + Q_{\text{чс}}).$$

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 микдори эса 36% дан 27% гача камаяди; ишлатилган газлар олиб кетган иссиқлик микдори сезиларли даражада ортади.



6.10-расм. Двигателининг иссиқлик баланси:

а, б-карбюраторли двигател; в-дизел

Аралашма таркиби a нинг иссиқлик балансига таъсири 6.10-расм. б да кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, $a=1,1 \dots 1,15$ бўлганда иссиқликдан самарали фойдаланилади, $a=0,85$ бўлганда эса чала ёниш натижасида иссиқликнинг 20% йўқолилади.

Дизел иссиқлик балансининг юклама бўйича ўзгариши 6.10-расм в да тасвирланган. Дизелларда юклама ортиши билан q_c , q_r нинг кийиматлари ортади, $q_{сов}$ эса сезиларли даражада камаяди.

Двигателлар номинал режимда ишлаганда уларнинг иссиқлик баланси (% ҳисобида) куйидаги жадвалда берилган.

Жадвал 6.5

Двигател тури	$q_c = \eta_c$	$q_{сов}$	q_r	$q_{чe}$	$q_{кол}$
Карбюраторли двигател	21... 28	12... 27	30... 55	0... 45	3... 10
Дизел наддувонли	29... 42	15... 35	25... 45	0... 5	2... 5
Дизел наддувонли	35... 45	10... 25	25... 40	0... 5	2... 5

VII боб ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК ҲИСОБИ

Двигателнинг иссиқлик ҳисоби профессор В. И. Гриневецкий томонидан яратилган бўлиб, кейинчалик СССР Фанлар Академиясининг мухбир аъзоси Н. Р. Брининг, 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 — ҳавонинг ортиқлик коэффициенти; 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: ($p_0, T_0, p_n, p_a, T_n, T_n, n_1, n_2, \xi, H_w, C_n$ ва ёнилғи 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 ($p_b, p_m, p_e, \eta_i, \eta_m, g_w, g_i$).

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 қиррасиз индикатор диаграммасини чизиш. Планиметр ёрдамида индикатор иш L_i ва ўртача индикатор босим p_i ни ҳисоблаш. Формула ва диаграмма орқали топилган 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

T_0 керак, чунки Ўрта Осиё зонасига юкори температура (+50 °C гача) ва кичик босим (640 мм симоб устуни) характерлидир. Бу шартлар двигателнинг куввати ва тежамлилигига қандай таъсир келтириши анализ қилиш алоҳида аҳамиятга эга.

Қуйида карбюраторли двигател ва дизеллар учун иссиқлик манбаъларини 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 этилади. Қуйидаги кўрсаткичлар берилган:

Эффектив кувват $N_e = 73,5$ кВт; айланишлар частотаси $n = 1600$ мин⁻¹; сиқиш даражаси $\varepsilon = 7,2$; хавонинг ортиклик 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 қизиши $\Delta T = 20^\circ$;
- сиқиш ва кенгайиш жараёнларининг политропа кўрсаткичлари $n_1 = 1,36$ ва $n_2 = 1,23$;
- иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти $\xi = 0,9$;
- А-В0 бензинининг элементар таркиби $C = 0,855$, $H_2 = 0,145$;
- қуйи ёниш иссиқлиги $H_u = 44$ МЖ/кг;
- киритиш жараёни охиридаги ёнувчи аралашманинг босими,

$$p_a = 0,085 \text{ МПа.}$$

б) Киришни охиридаги кўрсаткичлар:

- қолдик газлар коэффициенти:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_0}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_0 - p_r} = \frac{330}{1050} \cdot \frac{0,12}{7,2 \cdot 0,085 - 0,12} = 0,077;$$

- киритиш 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) Сиқиш жараёни охиридаги кўрсаткичлар:

- ёнувчи аралашма босими:

$$p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1} = 0,085 \cdot 7,2^{1,36} = 1,24 \text{ МПа};$$

- ёнувчи аралашма температураси:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} = 382 \cdot 7,2^{1,36 - 1} = 779^\circ \text{K}$$

- г) Иш жисмининг ҳисоби (бензиннинг молекуляр массаси $\mu_e = 115$):

- 1 кг ёнилғи тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 \right) = 14,95 \text{ кг ҳаво/кг ёнилғи};$$

- 1 кг ёнилғи тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг кколдаги назарий миқдори:

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H_2}{4} \right) = \frac{1}{0,21} \left(\frac{0,855}{12} + \frac{0,145}{4} \right) = 0,519 \text{ кг ҳаво/кг ёнилғи};$$

- ёнувчи аралашманинг килограммдаги миқдори:

$$G_1 = 1 + a l_0 = 1 + 0,9 \cdot 14,95 = 14,46 \text{ кг};$$

- ёнувчи аралашманинг кколдаги миқдори

$$M_1 = a L_0 + \frac{1}{\mu_e} = 0,9 \cdot 0,519 + \frac{1}{15} = 0,476 \text{ ккол};$$

- ёниш маҳсулотларининг миқдори:

$a < 1$ бўлганда ёниш маҳсулотлари куйидаги газлардан ташкил топган бўлади: CO , CO_2 , H_2 , H_2O ва N_2 ;

ис газ:

$$M_{CO} = 0,42 \frac{1-\alpha}{1+K} L_0 = 0,42 \frac{1-0,9}{1+0,5} 0,519 = 0,0154;$$

бу ерда $K = \frac{M_{H_2}}{M_{CO}} = 0,5$ деб олинади;

карбонат ангидрид:

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} - M_{CO} = \frac{0,855}{12} - 0,0145 = 0,0567 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

водород:

$$M_{H_2} = M_{CO} \cdot K = 0,0145 \cdot 0,5 = 0,0072 \frac{\text{кмол}}{\text{кг}};$$

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 махсулотларининг 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:

$$\mu = \frac{\mu_0 + \gamma_{\text{кол}}}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{1,078 + 0,077}{1 + 0,077} = 1,07.$$

д) Ёниш жараёнининг кўрсаткичлари.

Ёниш охиридаги газларнинг температураси ёниш тегишмаси орқали аниқланади:

$$\frac{\varepsilon(H_u - \Delta H_u)}{M_1(1 + \gamma_{\text{воз}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{воз}} \cdot U_c''}{1 + \gamma_{\text{воз}}} = \mu U_z'';$$

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 экстраполяция 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 экстраполяция 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:

$$p_z = 0,85 p_{zx} = 0,85 \cdot 4,65 = 3,96 \text{ МПа}.$$

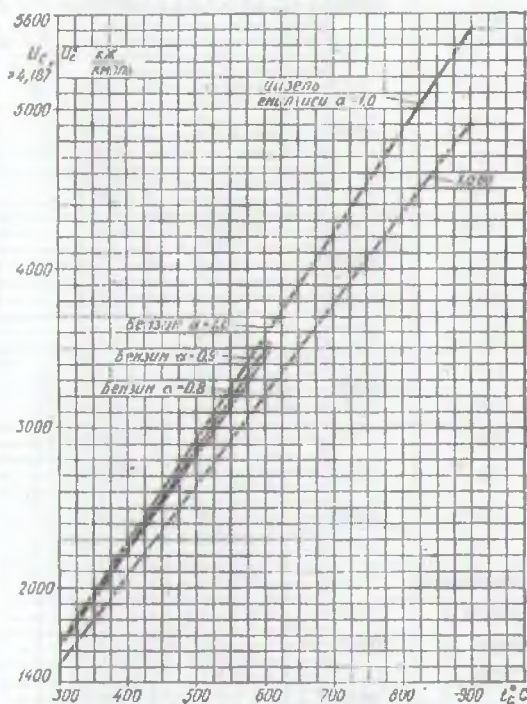
е) Кенгайиш кўрсаткичлари:

— кенгайиш охиридаги босим

$$p_b = \frac{p_{\text{эм}}}{\varepsilon^{n_1}} = \frac{4,65}{7,2^{1,23}} = 0,41 \text{ МПа};$$

испайиш охиридаги температура

$$T_b = \frac{T_2}{\varepsilon^{n_1 - 1}} = \frac{2730}{7,2^{1,23 - 1}} = 1725 \text{ K};$$



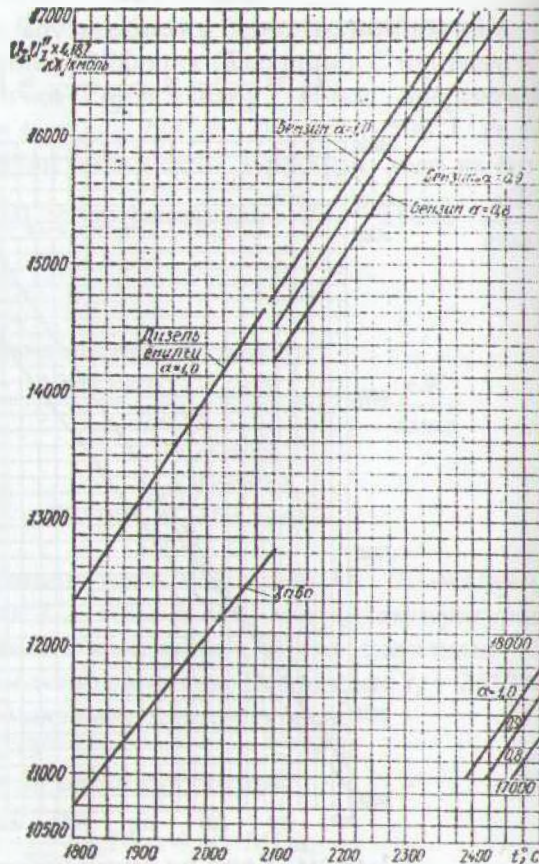
7.1-расм. Ҳаво ва ённи маҳсулотлари
учун ички энергиянинг ўзгариши
($t = 300 \dots 900^\circ\text{C}$)

шлюпнинг ҳисобланган ўртача индикатор босими:

$$p_{\text{ср}} = \frac{p_2 \cdot \varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] = \frac{0,085 \cdot 7,2^{1,36}}{7,2 - 1} \left[\frac{3,75}{1,23 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,23 - 1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{7,2^{1,36 - 1}} \right) \right] = 0,916 \text{ МПа};$$

— циклининг ўртача индикатор босимининг ҳақиқий қиймати:

7.2-расм. Ҳаво ва ёниш
маҳсулотлари учун
ички энергиянинг
ўзгариши ($t = 1700 \dots$
 2500°C)



$$p_i = \varphi_T \cdot p_{ix} = 0,97 \cdot 0,916 = 0,89 \text{ МПа}$$

$\varphi_T = 0,92 \dots 0,97$ - қиррасиз ва қиррали индикатор диаграммалар юзаларининг нисбатини белгилайдиган коэффициент;

ж) Циклининг асосий кўрсаткичлари:

— индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = 8314 \frac{M_i \cdot p_i \cdot T_o}{H_u \cdot \eta_n \cdot p_o} = 8314 \frac{0,476 \cdot 0,89 \cdot 310}{44 \cdot 0,79 \cdot 0,1} = 0,305;$$

$$H_u = 44 \text{ МЖ/кг};$$

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 алмашувиға 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:

$$p_e = p_1 - p_m = 0,89 - 0,175 = 0,715 \text{ МПа};$$

— 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 солиштирма сарфи:

$$g_e = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_e} = \frac{3600}{44 \cdot 0,245} = 324,97 \text{ г/(э. кВт} \cdot \text{соат)};$$

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: $S = D \cdot (S/D) = 91,6 \cdot 0,95 = 86,8 \text{ мм}$. 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% фарқ қилиши керак. Акс ҳолда C_n ниш қийматини қайтадан ҳисоблаш керак бўлади.

и) двигател кўрсаткичларини ҳисоблаш:

— двигател лигражи (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:

$$N_{e \text{ max}} = \frac{p_e \cdot V_s \cdot n}{120} = \frac{0,7 \cdot 15 \cdot 3,47 \cdot 3600}{120} = 74,3 \text{ кВт};$$

индикатор кувват:

$$N_i = \frac{N_{e \text{ max}}}{\eta_M} = \frac{74,3}{0,804} = 92,5 \text{ кВт};$$

литрли кувват:

$$N_L = \frac{N_{e \text{ max}}}{V_L} = \frac{74,3}{3,47} = 21,4 \text{ кВт/л};$$

эффектив буровчи момент:

$$M_e = 10^3 \frac{N_{e \text{ max}}}{n} = 10^3 \cdot \frac{74,3}{3600} = 20,6 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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:

$$G_e = g_e \cdot N_{e \text{ max}} = 325 \cdot 74,3 \cdot 10^{-3} = 25 \text{ кг/соат}.$$

7.2. ДИЗЕЛ

Юк автомобилнининг шассисига ўрнатиладиган тўрт тактли дизелнинг иссиқлик ҳисоби қилинсин ва иссиқлик ҳисоби асосида циклниинг асосий кўрсаткичлари, двигателнинг мумкин бўлган тежамдлиги ҳамда асосий ўлчамлари аниқлансин. Қуйидаги кўрсаткичлар берилган:

— эффектив кувват $N_e = 110 \text{ кВт}$; айланишлар частотаси $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$; сиқиш даражаси $\varepsilon = 16,5$; ҳавонинг ортиклик коэффициенти $\alpha = 1,35$; поршен йўлининг цилиндр диаметрига нисбатини $S/D = 0,9$; цилиндрлар сони, $i = 8$; аралашма ҳосил қилиш усули - ёнилги ажратилмаган ёниш камерасига пуруқилади.

а) Қўшимча кўрсаткичларни аниқлаш:

— атмосфера босими: $p_0 = 0,1$ МПа; атмосфера температураси $T_0 = 310^\circ\text{K}$ (Ўрта Осиё шароити учун);

— қолдиқ газлар босими $p_r = 0,12$ МПа;

— қолдиқ газлар температураси $T_r = 850^\circ\text{K}$;

— ҳавонинг цилиндрга киришидаги температураси:

$$T_0' = T_0 + \Delta T = 310 + 30 = 340^\circ\text{K};$$

— 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: $C = 0,87$; $H = 0,126$; $O_e = 0,004$;

— қуйи ёниш иссиқлиги: $H_u = 10000$ ккал/кг = 42 МДж/кг;

— киритиш жараёни охирида газларнинг босими $p_a = 0,089$ МПа,

б) Киритиш охиридаги кўрсаткичларни аниқлаш:

— қолдиқ газлар коэффициенти:

$$\gamma_{\text{қол}} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_a - p_r} = \frac{310 + 30}{850} \cdot \frac{1,2}{16,5 \cdot 0,89 - 1,2} = 0,035;$$

— киритиш охиридаги температура:

$$T_a = \frac{T_0 + \gamma_{\text{қол}} \cdot T_r}{1 + \gamma_{\text{қол}}} = \frac{340 + 0,035 \cdot 850}{1 + 0,035} = 357^\circ\text{K};$$

— тўлдириш коэффициенти:

$$\eta_V = \varphi_1 \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_a(1 + \gamma_{\text{қол}})} = 1,1 \cdot \frac{16,5}{16,5 - 1} \cdot \frac{0,89}{1,0} \cdot \frac{310}{357(1 + 0,035)} = 0,874.$$

в) Сиқиш жараёни кўрсаткичларини ҳисоблаш:

— сиқиш охиридаги босим: $p_c = p_a \varepsilon^{n_1} = 0,089 \cdot 16,5^{1,38} = 4,3$ МПа;

— сиқиш охиридаги температура: $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} = 357 \cdot 16,5^{1,38 - 1} = 1035^\circ\text{K}$.

г) Иш жисмини ҳисоблаш:

— 1 кг дизел ёнилгисининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} C + 8 H_2 - O_e \right) = \frac{1}{0,230} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,87 + 8 \cdot 0,126 - 0,004 \right) =$$

≈ 14,35 кмол ҳаво/кг ёнилғи;

— 1 кг дизел ёнилғисининг 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 кг ҳаво/кг ёнилғи;

— 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:

— пиклнинг максимал температураси ёниш тенгламаси орқали аниқланади:

$$\frac{\xi H_u}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} U_c''}{(1 + \gamma_{\text{кол}})} + 8,314 \lambda T_c = \mu(U_c'' + 8,314 T_c).$$

Ёниш камерасининг турига қараб дизелда босимнинг ортиш даражаси $\lambda = 1,5 \dots 2,0$ оралигида 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 фақат $\alpha = 1$ қийматларда берилган.

α нинг бошқа қийматлари учун U_c'' қуйидаги формула орқали топилади:

$$U_c'' = U_{c(\alpha=1)} \cdot r_{M_2(\alpha=1)} + U_c \cdot r_{\text{орт. хаво}}$$

$$\text{бу ерда: } r_{M_2(\alpha=1)} = \frac{M_{2(\alpha=1)}}{M_2} = \frac{0,527}{0,700} = 0,753 \quad \text{— ёниш}$$

маҳсулотларида ортикча ҳавонинг нисбий миқдори.

$$\text{Демак: } U_c' = 19300 \cdot 0,753 + 17200 \cdot 0,247 = 1880 \frac{\text{ккал}}{\text{кмол}}$$

Тенгламанинг чап қисмини А 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 маҳсулотларининг 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:

$$U_z^* + 1,985 T_z = 56300 + 8,314 (2000 + 273) = 75600 \text{ ккал/кмоль}$$

$t_z = 2100^\circ \text{C}$ учун эса:

$$U_z^* + 1,985 T_z = 59500 + 8,314 (2100 + 273) = 79700 \text{ ккал/кмоль}$$

Демак биз кидираётган циклниңг максимал температураси шу оралиқда экан, бу температурани график усул билан топамиз (7.3-рәсм). Графикдан: $t_z = 2034^\circ \text{C}$; $T_z = 2034 + 273 = 2307^\circ \text{K}$.



7.3-рәсм. Дизел учун T_z температурани график усулда аниқлаш

Циклниңг максимал босими: $p_z = \lambda p_c = 1,8 \cdot 4,30 = 7,74 \text{ МПа}$;

е) Кенгайиш кўрсаткичларини аниқлаш:

— дастлабки кенгайиш даражаси:

$$\rho = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c} = \frac{1,045}{1,8} \cdot \frac{2307}{1035} = 1,29;$$

— сўңги 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:

$$\begin{aligned} p_m &= p_a \frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\sigma^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] = \\ &= 0,089 \frac{16,5^{1,38}}{16,1 - 1} \left[1,8(1,29 - 1) + \frac{1,8 \cdot 1,29}{1,23 - 1} \left(1 - \frac{1}{12,77^{1,23-1}} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{1,38 - 1} \left(1 - \frac{1}{66,5^{1,38-1}} \right) \right] = 0,67 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

— ҳақиқий ўртача индикатор босим:

$$p_i = \varphi_T p_{ix} = 0,97 \cdot 0,91 = 0,883 \text{ МПа};$$

$\varphi_T = 0,92 \dots 0,97$ — қиррасиз ва қиррали индикатор диаграммалар юзаларининг 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:

$$q_i = 3600 \frac{p_o \eta_v}{p_i \alpha l_o} = 3600 \frac{1,10 \cdot 0,874}{0,883 \cdot 1,35 \cdot 14,35} = 202 \text{ г/(кВт соат)};$$

$$\rho_o = \frac{p_o \cdot 10^4}{R_o \cdot T_o} = \frac{1 \cdot 10^4}{29,27 \cdot 310} = 1,10 \text{ кг/м}^3 \text{ - янги заряднинг}$$

зичлиги.

$R_o = 29,27$ — 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:

$$V_h = \frac{120 \cdot N_e}{p_e \cdot n \cdot i} = \frac{120 \cdot 110}{0,67 \cdot 3000 \cdot 8} = 0,84 \text{ л};$$

— цилиндрининг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_h}{0,785 \cdot s/D}} = \sqrt[3]{\frac{0,84}{0,785 \cdot 0,9}} = 1,06 \text{ м} = 106 \text{ мм};$$

— 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 қайтадан ҳисоблаш керак бўлади:

— двигател литражи:

$$V_d = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot i = 0,785 \cdot 1,06^2 \cdot 0,968 = 6,78 \text{ л};$$

D ва S дм ларда олинган;

— максимал эффе́ктив қувват:

$$N_{e \max} = \frac{p_e \cdot V_d \cdot n}{120} = \frac{0,67 \cdot 6,78 \cdot 3000}{120} = 111,1 \text{ кВт};$$

— индикатор қувват:

$$N_i = \frac{N_{e \max}}{\eta_m} = \frac{111,1}{0,76} = 146 \text{ кВт};$$

— литрли қувват:

$$N_s = \frac{N_{e \max}}{V_d} = \frac{111,1}{6,78} = 16,4 \frac{\text{кВт}}{\text{л}};$$

— 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-расм). Бунинг учун абсцисса ўқида 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 н. 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 ўқида $\alpha = 15 \dots 20^\circ$ бурчак остида нур OC ни чизамиз. Ордината ўқида нисбаган β_1 ва β_2 бурчак остида OD ва OE нурларини 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 кесилгунча горизонтал чизик ўтказилади. Кесишиш нуктасидан ордината ўқида 45° бурчак остида нур ўтказилади (OD чизиги билан кесилгунча). Бу кесишиш нуктасидан горизонтал чизик ўтказилади. Сўнгра c нуктадан OC нур билан кесилгунча перпендикуляр чизик ўтказилади. Кесишиш нуктасидан

перпендикуляр чизикка 45° бурчак остида абсцисса ўқи билан кесишгунча чизик ўтказилади. Бу кесишиш нуктасидан оралиқта ўқиға параллел чизик чизилади. Юқоридаги горизонтал чизик билан ушбу тик чизикнинг кесишган нуктасини 1 деб белгилаймиз. 2 нукта ҳам худди шу усулда топилади, фақат бу ҳолда чизмалар 1 нуктадан бошланади. Ушбу чизик a нуктагача давом эттирилади ва нукталар лекало оркали бирлаштирилади.

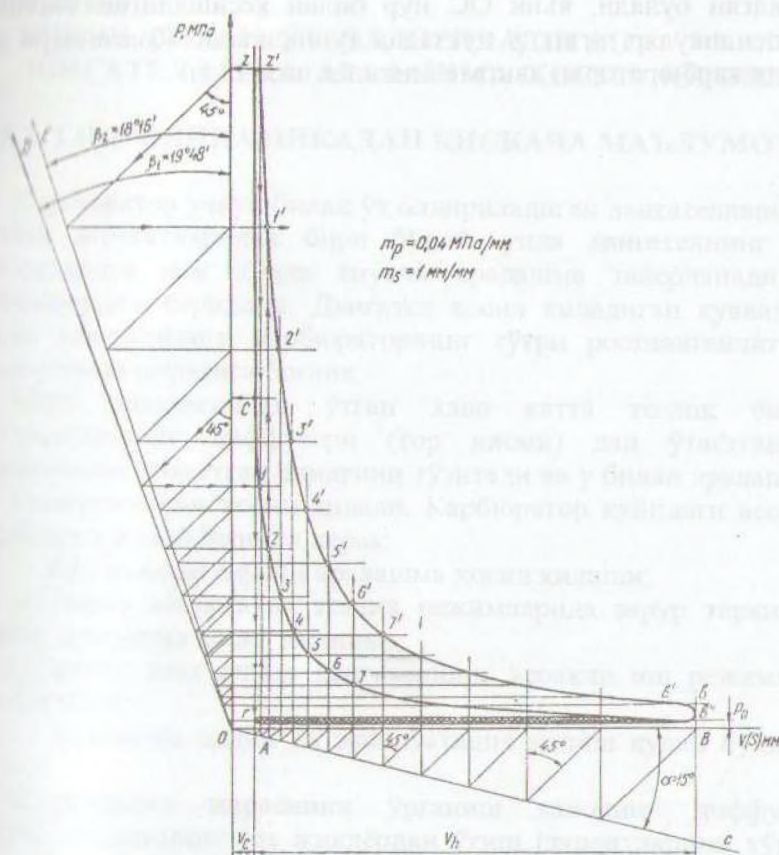
Кенгайтиш чизиги ҳам худди шундай чизилади, бунда z нуктаси ва ОЕ ҳамда ОС нурулардан фойдаланилади. Карбюраторли двигател учун горизонтал чизикларни ўтказишнинг ўзи кифоя, чунки тик чизиклар давом эттирилса, кесишиш нукталари 1', 2', ... осон топилади. Топилган 1', 2', ... n нукталар лекало оркали равои бирлаштирилади. Ҳосил бўлган *osha* диаграмма назарий индикатор диаграммани беради ва унинг юзаси оркали p_k ни топиш мумкин:

$$p_k = \frac{f_{osha}}{AB}, \text{ МПа};$$

f_{osha} — диаграмма юзаси, мм^2 .

Бу юза оркали топилган ўртача индикатор босим двигателни иссиқлик ҳисобида аниқланган ўртача индикатор босимга тенг бўлиши керак. Ҳақиқий индикатор диаграмма $a'c'e''z'e''b'a'$ ҳисобланган диаграммадан фарк қилади. Чунки бу ҳолда киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиши ва ёпилиши чекли нукталарда содир бўлади деб олинган эди.

Ҳақиқий двигателда эса киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиш ва ёпилиш пайтлари тажриба йўли билан топилади. Электр учкуни поршен ю. ч. н. га етмасдан берилади, натижада босимнинг ошиши бошқача бўлади ($c'e'$ қисми). Ёпиш жараёни давомида иш ҳажми ўзгаради. Шу сабабли ҳақиқий диаграмманинг юзаси ҳисоблаб чиқилган синхронизмаларникидан бир оз кичик бўлади ва $\varphi_1 = 0,92... 0,97$ коэффициент оркали топилади. Максимал босимнинг ҳақиқий киймати эса $p_z \approx 0,85 p_k$ бўлади. c' нуктанинг ҳолати ёпилишнинг бошланиш бурчаги билан белгиланади. c'' нуктага мос босим эса



7.5-расм. Дизелнинг индикатор диаграммасини чизиш

Тўрт тактли дизелнинг индикатор диаграммаси худди карбюраторли двигателники каби чизилади (7.5-расм). Факат масштаблар бошқача олинади ва кенгайиш чизиғини 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 чизиғи қ. ч. н. дан zz' масофага

сурилган бўлади, яъни ОС нур билан кесишадиган биринчи перпендикуляр чизик z' нуқтадан туширилади. Қолганлари эса худди карбюраторли двигателникидек чизилади.

VIII боб

УЧКУН БИЛАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ДВИГАТЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

8.1. ГИДРОДИНАМИКАДАН КИСҚАЧА 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 турбулентдан чиқаётган ёнилгини тўзитади ва у билан аралашиб, иш аришмасини ҳосил қилади. Карбюратор қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

- бир жинсли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- бирча юклама ва тезлик режимларида зарур таркибли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- қисқа вақт ичида двигателнинг керакли иш режимини татаввирлаши;
- тўзлиниши оддий ва эксплуатация қилиш қулай бўлиши керак.

Карбюратория жараёнини ўрганиш ҳавонинг диффузор орасини, ёнилгининг эса жиклёрдан ўтиш шароитларини кўриб чиқишнинг талаб қилади. Шу сабабли, қуйида гидродинамика кўридан маълум бўлган суюкликларнинг оқиб хоссаларига татаввир маълумотларни келтирамыз.

Суюкликнинг оқибидан оқиб чиқиши. 8.1-расмда карбюраторнинг қалқовучли камерасидан суюкликнинг оқиб чиқиш жараёни тасвирланган. Бундай камераларда сатх H ўзгаришсиз бўлганидан суюкликнинг оқиб чиқиш тезлиги ҳам ўзгаришсиз ва бу ҳаракат тургун ҳаракат дейилади.

Нисбатда 3 даги оқимнинг ихтиёрий жойидан тик текислик ўтказишда, агар кузатилаётган оқимнинг тезлиги ω бўлса, шу қосим юзасидан оқиб ўтаётган суюкликнинг микдори қуйидагича ҳисобланади:

$$Q = F \cdot W, \text{ м}^3/\text{с}$$

ёки

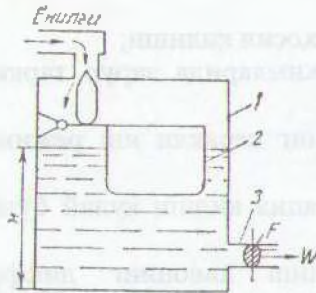
$$Q = F \cdot W \cdot \rho, \text{ кг/с;}$$

бу ерда ρ — суюкликнинг зичлиги, кг/м^3 . Ўзгарувчан кесимли найча орқали оқиб ўтаётган суюкликнинг исталган кесимидаги тезлик қуйидагича аникланади: $W_2 = \frac{F_1 W_1}{F_2}$.

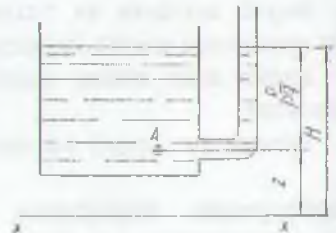
Суюкликнинг энергияси E_c умумий ҳолда ҳолат энергияси $E_{\text{хол}}$ босим энергияси $E_{\text{бос}}$ ва кинетик энергия $E_{\text{кин}}$ йиғиндисидан иборат, яъни

$$E_c = E_{\text{хол}} + E_{\text{бос}} + E_{\text{кин}}.$$

Ҳаракатланаётган суюклик энергиясининг балансини тузиш учун солиштира энергия $e = \frac{E}{G}$ тушунчасидан фойдаланамиз.



8.1-расм. Суюкликнинг идишдан 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 ах текислигини ўтказамиз ва ҳисобни шу текисликка нисбатан олиб борамиз.

А зонадаги суюклик зарраларининг ах 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 куйидагича 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 пьезометрик босим дефилди ва H ҳарфи билан белгиланяди, яъни $H = e_{\text{ҳол}} + e_{\text{бос}}$. Пьезометрик босим x текислигидан пьезометрдаги суюқлик сатҳига бўлган суюқлик устунининг баландлигига тенг, яъни

$$H = z + \frac{P}{\rho g}, \text{ м.}$$

Идидан оқиб чиқаётган суюқлик заррачаларининг кинетик энергиясини куйидаги тенгламадан аниқлаш мумкин:

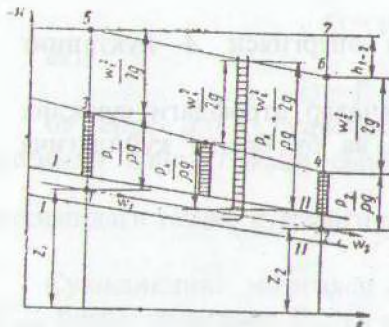
$$E_{\text{кин.}} = \frac{mW^2}{2}.$$

Бу ерда: m — суюқлик заррачаларининг массаси; W — суюқлик заррачаларининг тезлиги.

Солиштирма кинетик энергия деб аталувчи тезлик босими куйидагича ҳисобланади:

$$e_{\text{кин}} = \frac{mW^2}{2G};$$

бу ерда $G = mg$ бўлгани учун



8.3-рasm. Сууюкликнинг трубкада харакатланиш схемаси

хологи 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, сууюклик 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-рasmдаги 1 – 2 чизик сууюклик заррачаларининг харакат 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 қузатилаётган участкада босимнинг камайишини кўрсатади.

Пьезометрик босимнинг қиймати пьезометр ёрдамида,

$$e_{\text{кин}} = \frac{W^2}{2g} \text{ бўлади.}$$

Демак, харакатда бўлган сууюкликнинг умумий солингирма энергияси қуйидагича топилади:

$$E_c = E_{\text{хоз}} + E_{\text{бос}} + E_{\text{кин}} = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}.$$

Энди сууюклик заррачаларининг I-I кесимидаги 4 нуктасидан II-II кесимидаги 2 нуктасигача бўлган харакатини қузатамиз (8.3-рasm). 1 нуктада сууюклик заррачаларининг

тешик босимининг қиймати эса Пито найчаси билан ўлчанади. Бунинг учун Пито найчасининг очик учи сууюклик оқимиغا қарши ўрнатилади.

Пьезометрдаги сууюклик устунининг баландлиги $\frac{p}{\rho g}$ қийматга, Пито найчасидаги баландлик эса тўла босимга, яъни $\frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$ га тўғри келади. Бу қийматларнинг айирмаси тезлик босими $\frac{W^2}{2g}$ га тенг.

Сууюклик ўткир қиррали тешик орқали оқиб чиқаётганида у оқибатади ва чиқиш олдида унинг қўндаланг кесими тешикнинг қўндаланг кесими юзаси F дан кичик бўлади (8.4-рasm) ҳамда босим юзаларининг нисбати сиқилиш коэффиценти орқали аниқланади. Сууюклик тешик орқали оқиб чиқаётганида йўқотилган босим қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{ауқот}} = \xi \frac{W^2}{2g}.$$

$\xi = F_{\text{ошк}}/F$ – тешикнинг ўтказиш кесимига нисбатан оқибатининг қаршилик коэффиценти.

Сууюкликнинг оқиб чиқиш тезлиги қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$W = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \cdot \sqrt{2gH};$$

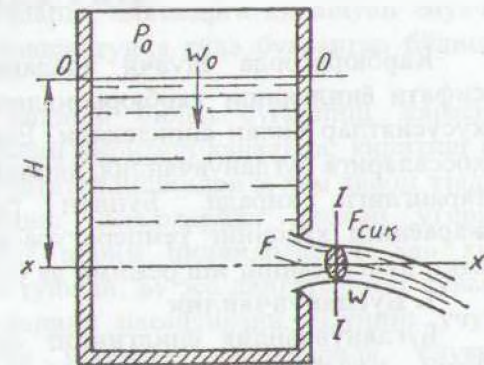
бу ерда $\frac{1}{\sqrt{1+\xi}} = \varphi$ бўлиб,

тезлик коэффиценти деб аталади. У ҳолда

$$W = \varphi \sqrt{2gH} \text{ бўлади, } \varphi \approx 0,97.$$

Тешикдан оқиб чиқувчи сууюклик миқдори:

$$Q = F_{\text{ошк}} W, \text{ м}^3/\text{с}$$



8.4-рasm. Сууюкликнинг тешик орқали оқиб чиқиш схемаси

ёки

$$Q = \xi \rho F \sqrt{2gH} = \mu F \sqrt{2gH};$$

бу ерда: $\mu = \xi \rho$ — сарфланиш коэффициенти.

Демак, тешикнинг кесим юзаси маълум бўлса, бу тешик орқали окиб чикувчи суюқлик миқдори сарфланиш коэффициенти μ билан аникланади. Окиб чикувчи суюқлик миқдорини ошириш учун тешик оғзига турли шаклдаги насадкалар ўрнатилади. Насадка ишлатилганда суюқлик окими насадканинг бутун кесим юзасини тўлдиради ва $\xi = 1$ бўлади, бу кесимда суюқлик тезлигининг ортиши натижасида окиб чикувчи суюқлик миқдори ҳам ортади. Демак, насадкадан окиб чиқаётган суюқликнинг миқдорини аниклаш учун сарфланиш коэффициенти μ , тешикнинг кесим юзаси F ва пьезометрик босим H маълум бўлиши керак.

8.2. ЁНИЛЎНИНГ КАРБЮРАЦИЯЛАНИШ ХОССАЛАРИ

Карбюраторда ёнувчи аралашма тайёрлаш жараёнининг сифати ёнилғининг карбюрацияланиш хоссалари деб аталувчи хусусиятлар билан аникланади. Ёнилғининг 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 ёнилғининг суюқ ҳолатдан газ ҳолатига ўтиш жараёнини характерлайди. Бу жараён ёнилғининг фракцион таркибига, бугларнинг эластиклигига, сирт таранглигига ва буг ҳосил қилиш иссиқлигига боғлиқ.

Ёнилғининг фракцион таркиби ГОСТда бензиннинг бугланиш хоссаларини, двигателнинг юклама ўзгаришига тез мослашувини ҳисобга олган ҳолда белгиланган.

Бугларнинг эластиклиги ёнилғидаги енгил фракцияларнинг миқдорига боғлиқ. Енгил фракциялар камча кўп бўлса, бугларнинг эластиклиги шунча кагга бўлади. Бугларнинг босими маълум кийматга эга бўлиши лозим. Айрим сабабларга

яъри бу босим атмосфера босимига тенг ёки ундан катта бўлса, ёниги трубаларида буг пробкалари ҳосил бўлиши мумкин ва натижада, двигателни юргизиб юбориш қийинлашади.

2. Зичлик

Бензиннинг зичлиги ҳам ёнилгининг карбюрацияланиш массаларига таъсир қилади. Бензиннинг зичлиги қанча катта бўлса, унинг сирт таранглиги шунча катта бўлади. Демак бундай ёнилгининг ҳаво оқими 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 боғлланади. Масалан 1 кг бензинни буглатиш учун 315 кЖ/кг ёки 75 ккал/кг миқдорда иссиқлик керак. Бугланиш иссиқлиги қанча катта бўлса бугланиш жараёни шунча қийин боради. Бу ҳолда киритиш каналларини кизитишни кучайтириш талаб этилади.

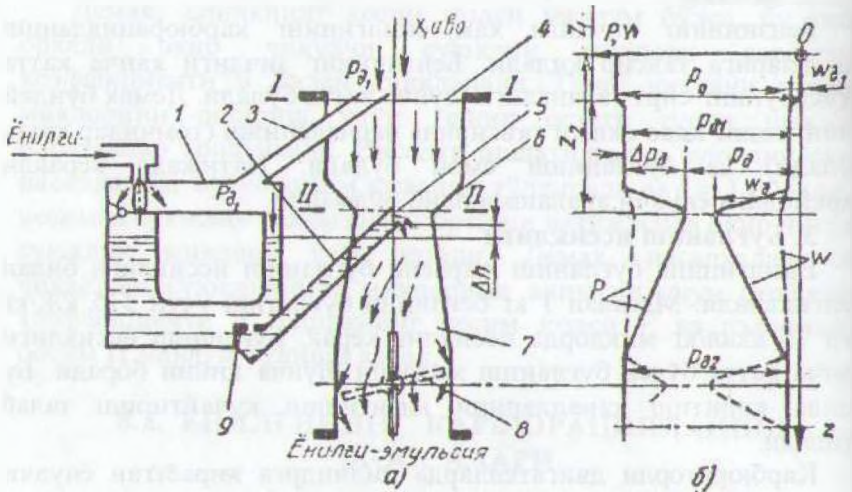
Карбюраторли двигателларда цилиндрга кираётган ёнувчи аралашма ёниш жараёни бошлангунча тўла бугланган бўлиши шарт.

Ёнилги пуркагичдан чиқиши билан бугланиш жараёни боғлланади. Бугланиш жараёни киритиш каналида, киритиш ва ёниш 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 клапанларига етиб келмасдан бугланиши керак.

Киритиш каналида ёнилги ҳаводан олинган иссиқлик ҳисобига бугланади. Шу мақсадда кўпгина карбюраторли двигателларда чиқариш каналлари киритиш каналларининг аралаштирилган бўлиши ўрнатилади. Бу эса ёнилгининг бугланишини кучайтириб, ёнувчи аралашманинг керакли таркибини ҳосил қилади.

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 киритувчи 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 I, жиклёр 9, найча (канал) 2 ва диффузорнинг торайган қисмида жойлашган тўзитгич 5 дан иборат.

8.5-расм, б да карбюраторли двигател икки хил юкламада ишлаганда карбюратордан ўтаётган ҳавонинг тезлиги ва босимининг ўзгариш характери тасвирланган. Графиклардан

кўриниб 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 қаршилиқлар ҳисобига p_d ҳар доим p_d 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 атмосфера клапан ёрдамида ўзгармас ҳолда тутиб турилади. Пуркагичнинг ёнилги чиқадиган тешиги қалқовучли камерадаги ёнилги сатҳидан $\Delta h = 5 \dots 8$ мм баландрокда бўлиши шарт. Пуркагич бундай жойлашса, двигател ишламай турганда ёки автомобил ортикча қияланганда камерада бензин оқиб кетмайди.

Қалқовучли камера ҳаво киритиш патрубогига, яъни диффузор олди бўшлиғига найча орқали туташган. Шунинг учун ҳам қалқовучли камерадаги ҳаво босими диффузор олдидаги ҳаво босими p_d га тенг. Бундай қалқовучли камера мувоzanатланган камера дейилади. Ушбу карбюраторнинг афзаллиги шуки, ҳаво фильтри ифлосланиб ишдан чикканда ҳам ёнилги аралашма қуюқлашиб кетмайди.

Агар қалқовучли камера атмосфера билан туташган бўлса, у мувоzanатланмаган камера дейилади. Бундай камералар асосан двигателарни ишга тушириш двигателларида қўлланилади.

Одатда, тўзитгич диффузорнинг энг тор қисмига ўриштирилади, чунки бу жойда ҳаво энг катта сийраклик ва тезликка эга бўлади. Ёнилги қалқовучли камерадаги ва диффузордаги босимлар фарқи натижасида қалқовучли камерада жиклёр 9 ва пуркагич 5 орқали диффузорга пуркалади. Юқоридан пастга йўналган ҳаво оқими эса ёнилгининг майда томчиларини тўзитади, томчилар қисман бутта айланади ва ҳаво билан аралашиб, киритиш трубалари орқали двигател цилиндрларига таксимланади. 8.5-расм, б да кўриш чизиқлар билан двигател кичик юкламаларда ва салт қилинганда ҳаво оқимининг тезлиги ҳамда босими келтирилган. 1-профдан кўриниб турибдики, катта сийраклик дроссел

заслонканинг кетида ҳосил бўлади. Бу усулдан юқорида келтирилган режимларда ишлайдиган карбюраторларда фойдаланилади.

Оддий карбюраторнинг характеристикаси

Диффузорга пуркагичдан оқиб тушадиган ёнилғининг 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 ёнилғининг тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори, бензин учун $l_o = 14,9$ кг.

Диффузордан ўтаётган ҳавонинг миқдори оқимнинг сиқилиш коэффиценти ҳисобга олганда қуйидагича аниқланади:

$$G_x = \xi_d \cdot F_d \cdot \omega_d \cdot \rho_o;$$

бу ерда ξ_d — оқимнинг сиқилиш коэффиценти, $\xi_d = 0,95$;

F_d — диффузор бўғизининг ўтказиш кесим юзи, m^2 .

ω_d — диффузор бўғизидаги ҳавонинг тезлиги, м/с;

ρ_o — ҳавонинг зичлиги, кг/м^3 .

Ҳавонинг 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 қўшил 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 сарфини ўлчайдиган асбоб ёрдамида ўлчанади. У ҳолда G_x қуйидаги ифода орқали аникланади:

$$G_x = \frac{\Delta V}{\tau} \cdot 3600 \rho_x, \text{ кг/соат};$$

бу ерда ρ_x — ҳавонинг зичлиги, кг/м^3 ;

ΔV — ҳавонинг ўлчанадиган дозаси, м^3 ;

τ — ёнилгининг сарф вақти, с.

Двигателларни синаш вақтида G_e қуйидаги ифода билан аникланади:

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

бу ерда Δg — ўлчанадиган ёнилғи дозаси, г;

τ — ёнилгининг сарф вақти, с.

Цилиндрга берилаётган ёнилгининг миқдорини қуйидагича аниклаш 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, $\mu_{ж} = 0,70 \dots 0,85$;

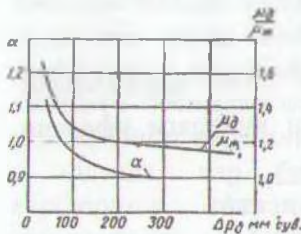
$F_{ж}$ — жиклёрнинг ўтказиш кесим юзи;

ρ_e — ёнилгининг зичлиги, кг/см^3 .

Агар ёнилгининг элементар таркиби маълум бўлса, ҳавонинг зарур назарий микдори l_0 ни ҳисоблаб чикиб, ҳавонинг ортиклик коэффициентини аниқлаш мумкин:

$$\alpha = \frac{l}{l_0} \cdot \frac{F_d}{F_{\text{жс}}} \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{\text{жс}}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{\text{жс}}}}$$

Карбюраторнинг танланган конструкцияси учун:



8.6-расм. Элементар карбюраторнинг характеристикаси

$$\alpha = C \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{\text{жс}}}$$

бўлади, чунки ифоданинг қолган ҳадлари ўзгармас.

Ҳавонинг ортиклик коэффициентини диффузордаги сийракликка мос ҳолда ўзгариши 8.6-расмда кўрсатилган. Графикларни таҳлил қилиш нуни кўрсатадики, карбюраторда сийраклик ортиши билан ҳавонинг ортиклик

коэффициенти α ва $\frac{\mu_d}{\mu_{\text{жс}}}$ нисбат камаяди. Натижада $n = \text{const}$

бўлиб, двигателнинг юқламаси 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

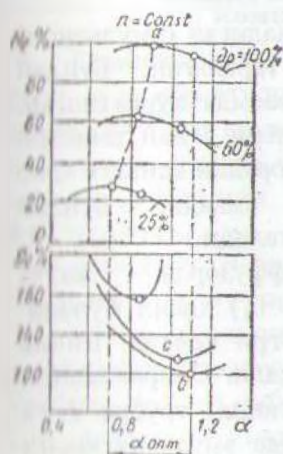
Двигател барча юқламаларда ёнувчи аралашманинг қандай таркибида энг катта қувватга ва тежамлилиқка эришишини текшириб, ёнувчи аралашманинг оптимал ўзгариш характери ни танлаш мумкин. Бунинг учун двигателнинг бир неча тезлик режимларида ва турли юқламаларида қувватнинг ҳамда ёнилги солишгирма сарфининг α га боғлиқлигини текшириш кифоя.

Дроссел-заслонканинг бир неча ўзгармас ҳолатларида қувватнинг ва ёнилги солишгирма сарфининг эгри чизиқлари ҳавонинг ортиклик коэффициентига боғлиқ ҳолда 8.7-расмда

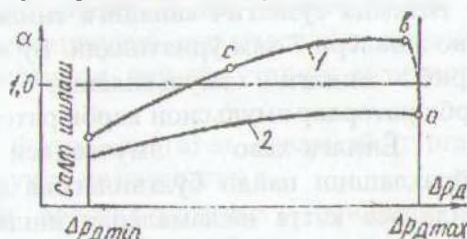
кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, катта қувват олиш учун зарур бўлган хавонинг ортиклик коэффиценти энг катти тежамлилиқ олинadиган қийматига қараганда бир оз кичик бўлиши керак. Графикларда α нинг бу қийматлари ($\alpha_{Ne\ max}$ ва α_{min}) штрих чизиклар билан кўрсатилган. Улар карбюраторнинг рационал ростланиш чегарасини белгилайди.

Маълумки, двигателдан энг катта қувват олиш учун процесс-заслонка тўла очилади. Бунда ёнувчи аралашма суюқлашиб тежамлилиқ бир оз ёмонлашади (a нукта). α нинг маълум қийматларидагина ($\alpha=1,05... 1,15$) двигател тежамли ишлайди, чунки α нинг бундай қийматларида ёнилгининг тўла ёниши таъминланади (b нукта). Шунини айтиш керакки, юклама қамийиши билан α нинг оптимал қийматлари ҳам кичиклашади. Юқоридагилар маълум бўлса, двигателнинг талабларига жавоб берадиган идеал карбюраторнинг характеристикасини куриш мумкин (8.8-расм, 1 ва 2 эгри чизиклар). Бу эгри чизикда a , b , c нукталардаги α нинг қийматлари катта қувват ҳосил қилиш ва тежамли ишлаш режимлари учун келтирилган.

Оддий карбюраторнинг характеристикасини двигателнинг



8.7-расм. Двигател қуввати ва тежамлилиқнинг a га қараб ўзгариши ($n=\text{const}$)



8.8-расм. Карбюраторнинг энг қулай характеристикаси:

- 1 — тежамкорлик режимда;
- 2 — қувват режимда.

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; қутоклаштиргич (экономайзер); тезлаштириш насоси; юргизиш юбориш жихози.

8.5. КАРБЮРАТОРНИНГ АСОСИЙ ДОЗАЛАШ ТИЗИМИ

Двигател с ва v 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: ёнилғини пневматик тормозлаш; компенсация жиклёри, диффузордаги сийраклашишни ростлаш ва жиклёрнинг ўтказиш кесимини ростлаш тизимлари.

Ёнилғини пневматик тормозлаш тизими

Ёнилғи пневматик усулда тормозланадиган (эмульсион) карбюратор ҳозирги пайтда энг кўп тарқалган. Бундай карбюраторнинг принципиал схемаси 8.9-расмда кўрсатилган. Бу тизимда түзитгич каналига ёнилғи жиклёри 5 дан ташқари ҳаво жиклёри 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 ишлашга тўғри келади. Кичик юкламаларда түзитгичдан 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 фақат қалқовучли камера ва диффузордаги босимлар фарқи Δh ҳисобига змас, балки h_1 — Δh баландлиги билан аникланадиган мусбат босим таъсирида

хам, худди туташ идишлардаги каби оқиб келади ва тўзитгичдан диффузорга тушади, бунда ёнилги тўзийди ҳамда ҳаво билан аралашиб цилиндрга тушади. Ёнувчи аралашманинг суюклашиш ёки суюклашиш даражаси диффузор орқали ўтаётган 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 кўпроқ очила бошлайди, натижада ёнувчи аралашма кўпроқ суюқлашади ва аксинча. Шу сабабли, эмульсион карбюраторнинг характеристикаси идеал карбюраторнинг характеристикасига мос келади.

Компенсацион жиклёрли тизим

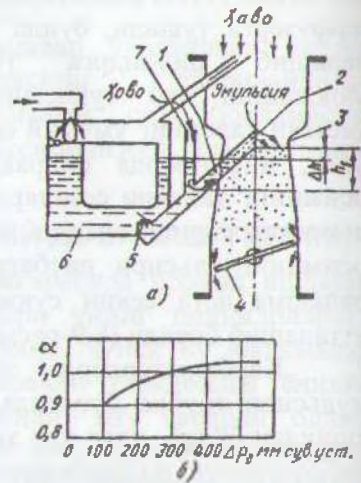
Компенсацион жиклёрли карбюраторнинг схемаси 8.10-расм, а да кўрсатилган. Бу карбюратор бош жиклёр 1, тўзитгич трубаси 5 ва компенсацион жиклёр 2 дан иборат бўлиб, у калковувчи камера ва компенсациялаш қудуқчаси 3 орасидаги каналга ўрнатишган. Компенсацион жиклёр ўзининг тўзитгичи 4 ни трубасига эга.

Расмдаги сатҳлар ва босим двигател ишламай турган пайтдаги калковувчи камера учун келтирилган.

Юклама оқиши, яъни дроссел-заслонка очилиши ва диффузордаги сийраклашиш ортиши билан бош жиклёр орқали ўтаётган 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_к 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.

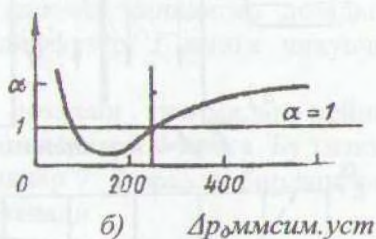
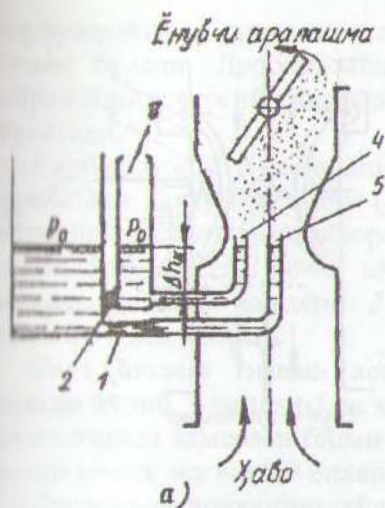
Дроссел-заслонка очила бошлаши билан иккала түзитгичдан чиқаётган ёнилгининг миқдори ошгани сабабли, ёнувчи аралашма аввал кескин қуюқлашади, сўнгра Δp_0 нинг ортиши билан суёқлашади. Бунга сабаб, компенсацион жиклёр орқали ўтаётган ёнилги сарфининг ўзгармай қолишидир. Жиклёрларнинг кесимини тўғри танлаб, 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 ташки деворларига сикилиб туради. Бундай карбюраторда ёнилги оддий карбюратордаги каби диффузорга түзитгич орқали тушади ва маълум сийраклашишга α пунктир чизик бўйича ўзгаради. Диффузордаги сийраклашиш $\Delta p_{0н}$ кийматга 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 суёқлашиб, унинг ўзгариши 8.11-расм, в даги каби бўлади.



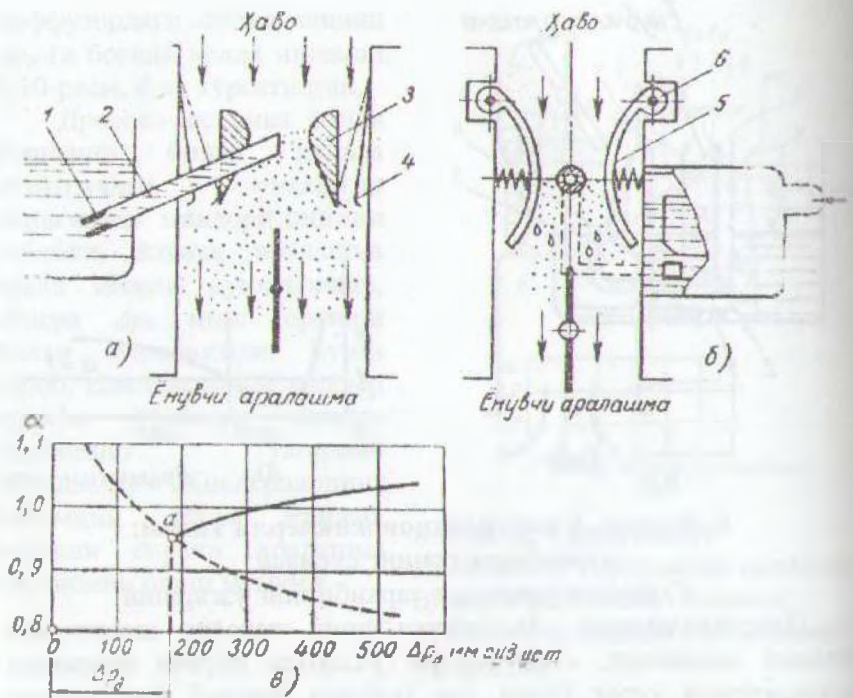
8.10-расм. Компенсацион жиклёрли тизим:

а) карбюраторнинг схемаси;

б) ёнувчи аралашма таркибининг ўзгариши

Пластиналарнинг эластиклиги ёниш жараёни шартларига биннон танланади, яъни қандай режимда ёнувчи аралашма суюқлаштири 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 тешиги ва сийраклашиши катта бўлади. Бундай шароитларда диффузорга нисбатан кўпроқ ёнилғи тушади ва ёнувчи аралашма қуюқлашади. 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 суюқлашади. Бундай карбюраторнинг характеристикаси идеал карбюратор характеристикасига мос келади.



8.11-расм. Диффузордаги сийраклик ростланадиган карбюраторнинг схемаси:

a — диффузор оркали ўтадиган ҳаво микдорини ростлаш тизими; *б* — диффузорнинг кесим юзасини ўзгартирадиган тизим; *в* — ёнувчи аралашма таркибининг характеристикаси

Жиклёрнинг ўтказувчи кесими ростланадиган тизим

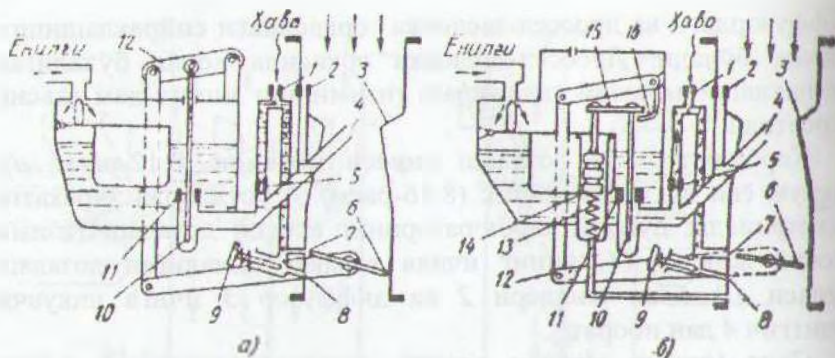
Ёнувчи аралашманинг керакли таркибини жиклёрнинг ўтказиш кесимини ростлаш билан ҳам олиш мумкин. Буни ҳаракатланувчи ниналар ёрдамида амалга оширилади. Ёнувчи аралашмани бу усулда компенсациялашни ўрганишда салт ишлаш тизимининг иш шароитларини ҳам эътиборга олиш керак. Агар салт ишлаш тизими асосий жиклёрдан кейин ўрнатилган бўлса, дроссел-заслонка ёпилганда реал характеристикалар идеал характеристикаларга катта аниқлик билан яқинлашади. Салт ишлаш тизимида ёпилгани дозалаш

диффузордаги ва дроссел-заслонка орқасидаги сийраклашишга боғлиқ бўлади. Дроссел-заслонка орқасида ҳосил бўладиган сийраклашиш асосий тақсимланг тизимининг ишига ҳам таъсир кўрсатади.

Карбюратордаги дозалаш нинаси механик (8.12-расм, а); вакуум ёки вакуум-механик (8.16-расм, 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 тўнгитич 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 довланг 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, бунда 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.

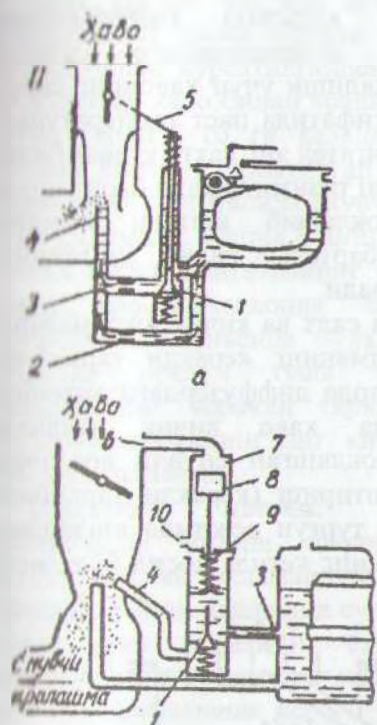


8.12-расм Карбюратордаги дозаловчи нингани
харакатга келтириш усуллари:
а) механик; б) вакуум-механик

8.6. КАРБЮРАТОРНИНГ ЁРДАМЧИ ТУЗИЛМАЛАРИ

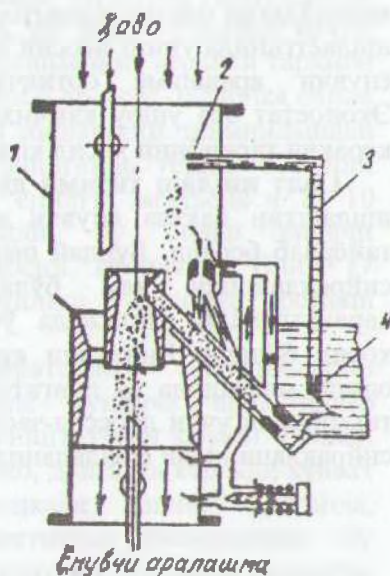
Ҳозирги замон тезюар двигателларга ўрнатиладиган карбюраторларда қуйидаги ёрдамчи тузилмалар: экономайзер, эконостат, салт ишлаш тизими, тезлатиш насоси ва юргизиш юбориш тизими мавжуд.

Экономайзер. Двигателдан энг катта қувват олиш учун ёнувчи аралашма қуюклаштирилиши 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 жикллари 3 асосий жиклёр 2 га параллел ва кетма-кет уланади; кичик юкламаларда экономайзер жикллари ёнилғи ўтмайди. Дроссел-заслонка каттарок очилганда рычаг 5 ёрдамида клапан 1 очилади ва экономайзер жикллари 3 ҳамда тўзигич 4 орқали диффузорга қўшимча ёнилғи тушади. Бу жиклёрда сарфланган ёнилғи миқдори асосий жиклёрда сарфланган ёнилғи миқдорининг 15... 20% ини ташкил қилади. Натижада, ёнувчи аралашма қуюклашади ва унинг талаб қилинган таркиби ҳосил қилинади.



8.13-расм. Экономайзерли карбюраторнинг схемалари:

а) механик ҳаракатга келтириладиган; б) пневматик ҳаракатга келтириладиган



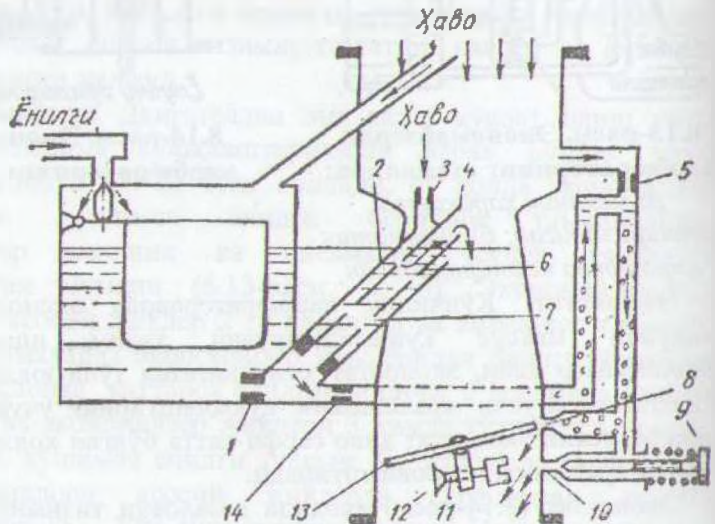
8.14-расм. Эконоустатли карбюраторнинг схемаси

Эконоустат. Кўпчилик карбюраторларда эконоустат деб аталувчи махсус қуюқлаштирувчи тизим ишлатилади. Экономайзер каби, эконоустат ҳам двигател тўла юкламаларда ишлаганда ёнувчи аралашмани қуюқлаштириш учун хизмат қилади, лекин эконоустат ҳаво сарфи катта бўлган ҳоллардагина ёнувчи аралашмани қуюқлаштиради.

Эконоустат (8.14-расм) алоҳида дозаловчи тизимни ташкил этади. У жиклёрлар 2, 4 ва трубка 3 дан иборат. Трубканинг бир учи ҳаво киритиш патрубогига чиқади, иккинчи учи эса қалқовучли камерага уланган.

Эконоустат тўзитиши хаво киритиш патрубогидан диффузордан катта масофада жойлашганлиги сабабли ёнилгининг эконоустат оркали пуркалиши учун хавонинг сарфи катта бўлиши керак. Агар ёнилги сифатида паст температурада қайнайдиган бензин ишлатилса, двигател энг катта қувват билан ишлаётганида унинг асосий дозалаш тизими оркали берилаётган ёнувчи аралашма ортикча 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 хавонинг сийраклашиши кам бўлади ва хаво кичик тезликда ҳаракатланади. Натижада ўта суюклашган ёнувчи аралашма ҳосил бўлади. Ёнилгини қуюклаштириш (керакли таркибини олиш) мақсадида ва двигателнинг турғун режимда ишлашини таъминлаш учун дроссел-заслонканинг кетида ҳосил бўладиган сийраклашишдан фойдаланилади.



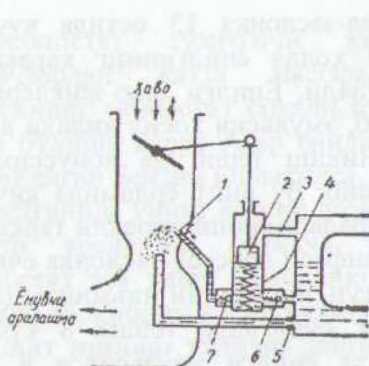
8.15-расм. Салт ишлаш тизими билан жиҳозланган эмульсион карбюраторнинг схемаси

Салт ишлаш тизими асосий жиклёрдан сўнг уланган эмульсион карбюраторнинг схемаси 8.15-расмда кўрсатилган.

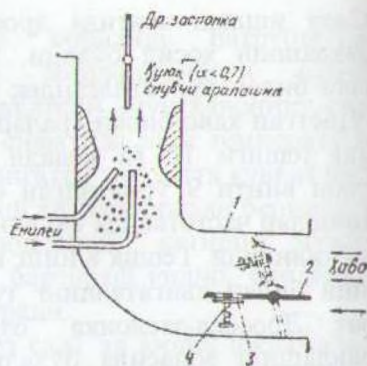
Сюлт ишлаш вақтида дроссел-заслонка 13 остида кучли сийраклашиш ҳосил бўлади. Бу ҳолда ёнилғининг ҳаракати стрелка билан кўрсатилгандек бўлади. Ёнилғи ҳаво жиклери 5 дан ўтаётган ҳаво билан аралашиб, эмульсия ҳосил қилади ва у чиниш тешиги 10 га келади. Чикиш тешигида конуссимон ростлаш винти 9 ўрнатилган бўлиб, бу винт ёрдамида кичик айланмалар 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 юкламани тез оширишга тўғри келади. Бундай ҳолларда ёнувчи аралашма суюклашиб, двигател керакли қувват ҳосил қила олмайди ёки бошқача қилиб айтганда, автомобилнинг “шигов” характеристикаси ёмонлашади. Бу қимчилик *тезлатиш насоси* деб аталувчи мослама ёрдамида бартараф қилинади. Тезлатиш насоси дроссел-заслонка тез очилганда ёнувчи аралашма ўта суюклашмаслиги учун ёнилғининг қўшимча порциясини тезлик билан етказиб бериш учун хизмат қилади. Тезлатиш насоси карбюраторнинг схемаси 8.16-расмда кўрсатилган. Тезлатиш насоси механик ёки пневматик усулда ҳаракатга келтирилади. Дроссел-заслонканинг ёшиқ ёки қисман очик ҳолатларида поршен остида албатта ёнилғи бўлади.

Дроссел-заслонка тез очилганда пастга тезлик билан ҳаракатланаётган поршен 2, сўриш клапани 7 ва тўзитгич 1 орқали ёнилғининг бир қисмини ҳаво окимига пуркаб, ёнувчи аралашмани қуюклаштиради ва двигателнинг иш режимиға мос аралашма ҳосил қилинади. Дроссел-заслонка аввалги ҳолатиға қайтишида поршен остида сийраклашиш ҳосил бўлади ва кўритиш клапани 6 орқали ёнилғи тезлатиш насосининг цилиндрига қиради.



8.16-расм. Тезлатиш насосли карбюраторнинг схемаси



8.17-расм. 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-расмда 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 қўш миқдорда ёнилғи келади, ёнувчи аралашма эса қуюқлашади. Ёнилгининг бутланган 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 боплаши билан очилади.

8.7. К-88А КАРБЮРАТОРИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ИШЛАШИ

Зимонавий автомобил двигателларида асосан ҳаво оқими юқоридан пастга йўналган карбюраторлар ўрнатилади, чунки улар киска, қаршилиги кам бўлган киритиш трубаларини қўлланга имкон беради, бу эса двигателни янги зарядга тўлдиришни яхшилади 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 кириш трубаси 10 бор. Трубадаги ҳаво заслонкаси 11 га пружинали клапан 12 ўрнатишган; ёнилғи қалқовучли камерага кириш теплиги 2 ва филътр 3 орқали тушади. Иккала камера учун тезлатиш насоси ва механик ҳаракатланувчи экономайзер умумийдир. Мувозанатлаш канали 9 ҳаво тозалагич ифлосланиб қолганда ёнувчи аралашма таркибининг ўзгармаслигини таъминлайди. Иккала камерада бир хил кичик диффузорлар 8, катта диффузорлар 30 ва дроссел-заслонка 31 жойлашган. Ушбу карбюраторларда юқорида кўриб ўтилган тизимларнинг барчаси манжуд.

Асосий дозалаш тизими асосий жиклёрлар 33, тўла қувват жиклёрлари 4 ва ҳаво жиклёрлари 5 дан иборат.

Сылт ишлаш тизими ҳаво жиклёри 16 ва ёнилғи жиклёри 15, каналлар 26, ростлаш винтлари 29 билан жиҳозланган чиқиш тепниклари 27 ва 28 ран иборат.

Тезлатиш насоси дроссел-заслонка орқали механик ҳаракатга келтирилади. Дроссел-заслонка 31 очилганда поршен 19 манжет 20 билан бирга ричаг 25 ва тортки 23 ёрдамида силжийди. Бунда поршен остида ёнилғининг босими ортади. Шарикли киритиш клапани 21 ёнилғининг қалқовучли камерага ўтишига тўсқинлик қилади, нинали чиқариш клапани 14 эса ёнилғини тезлатиш насосининг тўзатиш тепниклари 13 га ўтказиб юборади. Бу аралашманинг суюклашиб ва қувватнинг

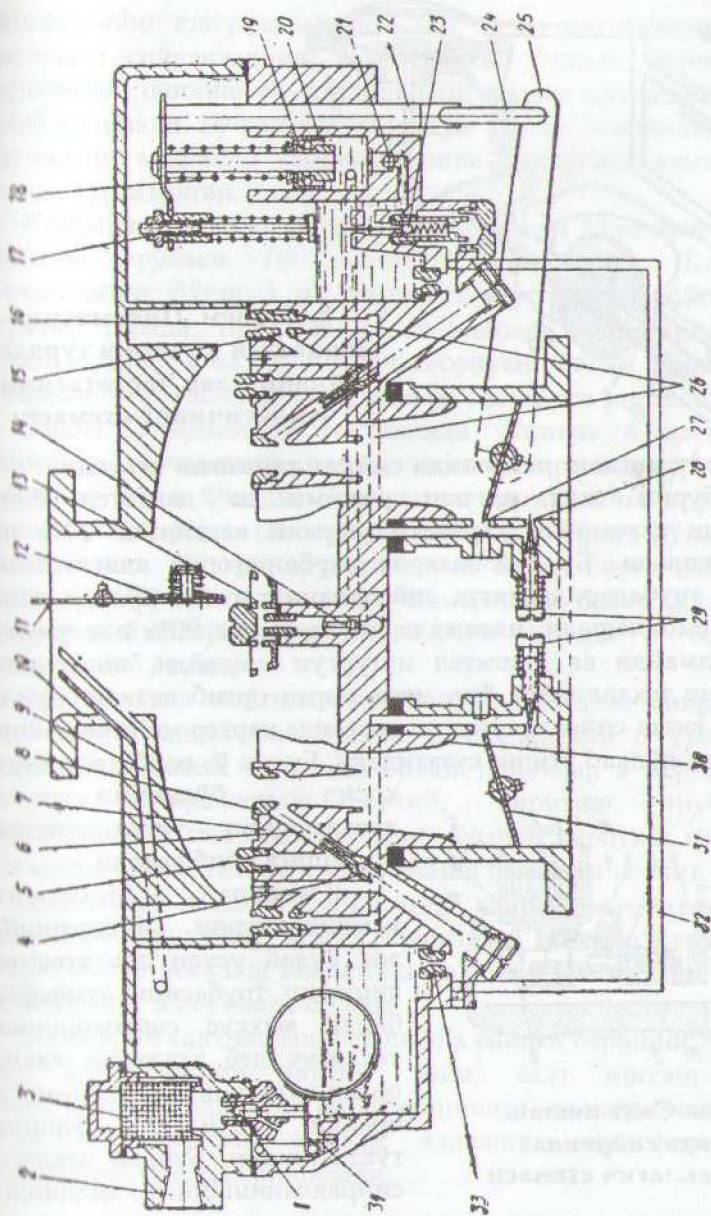
камайиб кетишига йўл қўймаслик учун зарур бўлган миқдорда ёнилғи беришни таъминлайди.

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 камерадан асосий жиклёрларга ўтмасдан тўла қувват жиклёрларига ўтади, қия 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.

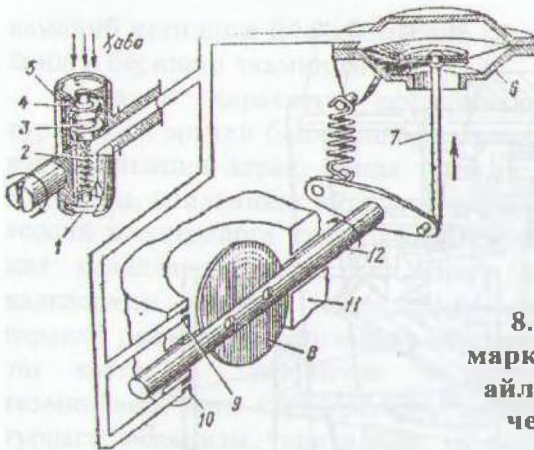
8.8. КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ЭНГ КАТТА ТЕЗЛИК РЕЖИМИНИ РОСТЛАШ

Карбюраторли двигателнинг энг катта тезлик режимини ростлаш учун айланишлар частотаси регулятори ёки чеклагич қўлланилади. Масалан, ЗИЛ-130 ва ГАЗ-53 автомобил двигателларининг карбюраторига пневматик марказдан қочирма турдаги айланишлар частотаси регулятори ўрнатиш (8.19-расм). Бу регулятор (чеклагич) ўриндик 4 ва пружина 2 ли клапан 3 ўрнатиш 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 кичрайдиган 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

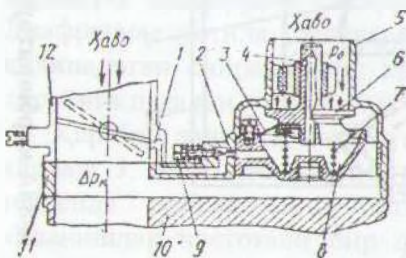


8.19-рasm. Пневматик марказдан қочирма турдаги айланишлар частотасини чеклагичнинг схемаси

Салт ишлаш режимида сийракланишни чеклаш

Мажбурий салт ишлаш режими ва двигател билан тормозлаш автомобил ҳаракати умумий вақтининг 20% иши ташкил килади. 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 қурум

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 трубабини атмосфера билан махсус сийракланиш 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 пиктидаги сийракланиши ҳам ҳар хил бўлади, шунинг учун клапаннинг очилиш ва ёпилиш 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 ораллигига 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 Ар, маълум кийматдан ошиши билан клапан 6 ўриндикдан четланади. 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 жисасининг олдидаги сийракланишни камайтириш керак. Бунга салт ишлаш тизими қашалини атмосфера билан туташтириш орқали эришилади.

8.9. ЁНИЛҒИ ПУРКАБ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Карбюраторнинг тузилиши мураккаб бўлиб, у қўшгина тизим ва тузилмалардан ташкил топган. Шу сабабли учқун 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 двигатель 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 оғирроқ фракцияли ёнилғиларни ишлатиш мумкин.

Учқун 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 ЁНИЛҒИ БЕРИШ АППАРАТУРАСИ

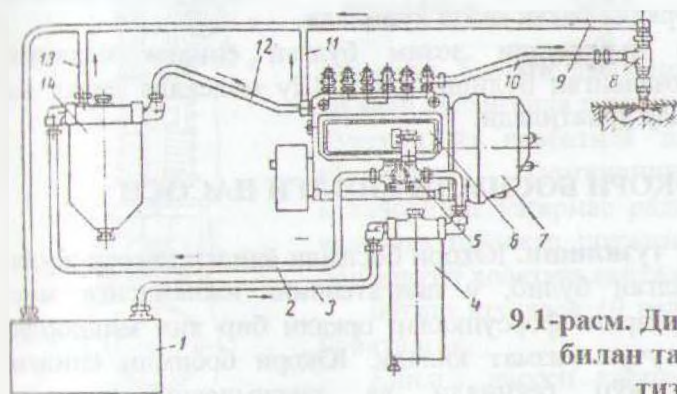
9.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Автомобил ва трактор дизелларида ёнилғи бериш аппаратурасининг асосан икки тури қўлланилади.

1. Ажратилган ёнилғи бериш аппаратураси. Бунда ёнилғи алоҳида юқори босимли насосдан трубкalar орқали форсункага берилади. 2. Ажратилмаган ёнилғи бериш аппаратураси. Бунда юқори босимли ёнилғи насоси ва форсунка ягона мослама тирзида ясалган бўлиб, у насос-форсунка дейилади.

Ёнилғини дозалаш усули бўйича золотникли дозалаш ва киритишда дросселлаш схемаси ишлатилади. Ёнилғи бериш аппаратурасига қуйидаги талаблар қўйилади:

1) ёнилғини цилиндрга юқори босим остида пуркаши. ёнилғи камерасининг шаклига боғлиқ бўлган ёнилғи тўзонини ҳосил қилиш ва ёнилғи жараёнини самарали кетишини таъминлайдиган пуркаш характеристикасини ҳосил қилиши лозим;



9.1-расм. Дизелни ёнилғи билан таъминлаш тизими

2) ёнилғини майда зарраларга тўзителиши ва ҳаво билан аралашиб оптимал ёнувчи аралашма ҳосил қилиши керак;

3) автомобилнинг барча режимларида керакли қувват билан ишлаш олишини таъминлайдиган миқдорда ёнилғи бериши, дизелнинг юкламаси ўзгарганда киска вақт ичида цилиндрларга

пуркалаётган ёнилгининг миқдорини юкламага қараб ўзгартира олиши зарур;

4) ҳамма цилиндрларга бир хил пуркаш характеристикасида ва бир хил миқдорда ёнилғи узатиши лозим. Бундан ташқари, ёнилғи бериш аппаратурасининг тайёрланиши ва эксплуатация қилиниши осон бўлиши ва узок муддат ишлаши таъминланиши лозим. Ёнилғи бериш аппаратураси қуйидаги асосий қисмлардан ташкил топган:

1) ёнилғи баки, дағал тозалаш фильтри, паст босимли ёнилғи хайдаш насоси ва трубкalar; 2) пуркаш пайтини ва ёнилғи миқдорини ростлаш тузилмалари билан жиҳозланган юқори босимли ёнилғи насоси; 3) майин тозалаш фильтри; 4) юқори босимли трубкalar; 5) форсункалар; 6) регулятор (тирсакли валнинг айланишлар частотасига мос равишда ёнилғи пуркашнинг илгарилатиш бурчагини ростлагич.)

Тўрт тактли дизелнинг ажратилган турдаги ёнилғи тизими 9.1-расмда кўрсатилган. Ёнилгининг цилиндрга тушгунча бўлган ҳаракат йўли стрелкалар билан кўрсатилган. Ёнилғи ёрдамчи насос 5 орқали (0,15... 0,17 МПа) босим остида юқори босимли насос 6 га берилади. Пуркалмай қолган ортиқча ёнилғи трубкalar 11 орқали бакка қайта қуйилади.

Цилиндрга пуркалиши лозим бўлган ёнилғи механик зарралардан тозаланган бўлиши шарт. Шу мақсадда дағал ва майин филтърлар ўрнатилади.

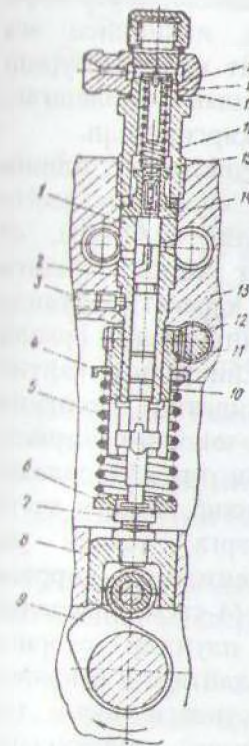
9.2. ЮҚОРИ БОСИМЛИ ЁНИЛҒИ НАСОСИ

Насоснинг тузилиши. Юқори босимли ёнилғи насоси жуда мураккаб тузилган бўлиб, у двигателнинг юкласига мос ҳамма цилиндрларига форсункалар орқали бир хил миқдорда ёнилғи бериш учун хизмат қилади. Юқори босимли ёнилғи насосларининг кўп секцияли ва тақсимловчи турлари ишлатилади. Кўп секцияли насосларда ҳар бир иш секцияси ёнилғини фақат бир цилиндрга етказиб беради. Тақсимловчи насосларда эса битта иш секцияси бир нечта цилиндрга ёнилғи етказиб беради. Бундай насослар бир ёки икки плунжерли бўлиши мумкин.

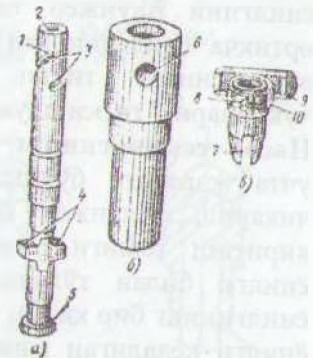
Кўп секцияли ёнилғи насосларида двигател цилиндрига берилаётган ёнилғи миқдори плунжернинг ҳолатига боғлиқ. Плунжернинг ҳолати эса двигателнинг юкламасига мос равишда рейка орқали марказдан кочирма регулятор ёрдамида ўзгартирилади.

ЯМЗ-236 дизелидаги юқори босимли ёнилғи насосининг битта секцияси 9.2-расмда кўрсатилган. Ҳар бир секциянинг иш элементи 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 дизелнинг 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 ўрнатиш.

Ёнилғи насоси корпусининг юқори қисмига ўриндик 14 га хайдаш клапани 15 ўрнатиш.

Насос секциясининг деталлари 9.3-расмда алоҳида-алоҳида кўрсатилган. Плунжернинг юқори қисмида иккита винтсимон арикча 3 бор. Улар плунжер

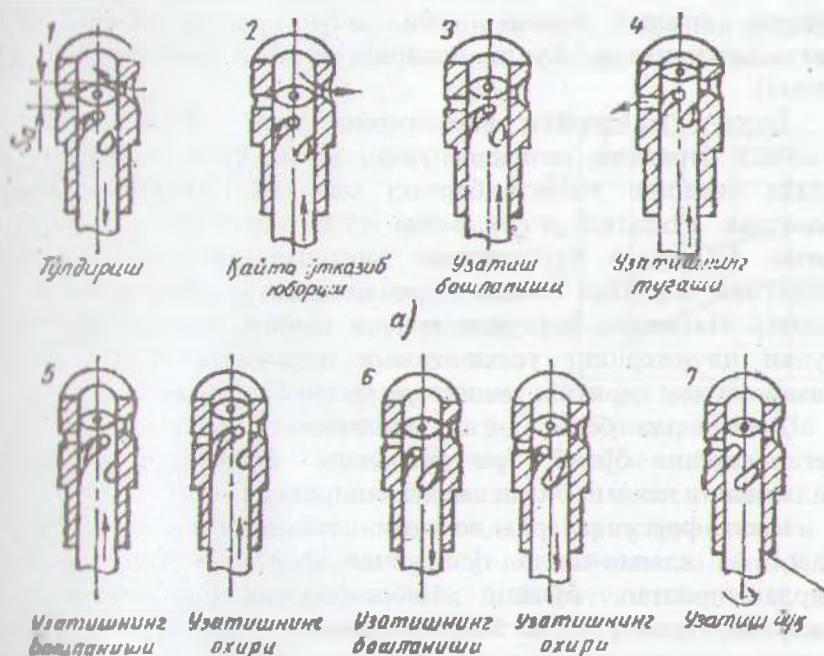
тореци билан марказий (2) ва кўндаланг каналлар орқали бирлашган. Ариқчалардан бирининг кирраси 1 жуда аниқ ишланган. Цилиндрга бериладиган ёнилги миқдори кирра 1 нинг ҳолатини ўзгартириб ростланади. Плунжернинг пастки қисмидаги иккита чиқик 4 уни буриш втулкаси билан бириктириш учун, айлана чиқик 5 эса қайтариш пружинасининг пастки тарелкасини ўрнатиш учун мўлжалланган. Прецизион жуфтлар жуда аниқ тайёрланган бўлиб, гильза—плунжер 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 плунжер тепасига ҳайдаш учун, иккинчиси эса ортқича ёнилгини қайта ҳайдаш учун хизмат қилади. Буриш втулкасининг тишли гардиши рейка билан бирлашган, чуқурлари 7 га эса плунжернинг чиқиклари 4 киргизилади.

Насос секциясининг ишлаши. Насос секциясининг ишини учта жараёнга бўлиш мумкин: тўлдириш, сўриш ва қайта чиқариш. Плунжер пастга ҳаракат қилганда (9.4-расм, а) киритиш тешиги очилади ва плунжернинг устки бўшлиғи ёнилги билан тўлади. Плунжер юқорига ҳаракат қилганда ёнилгининг бир қисми аввал гильзадаги киритиш тешиги орқали ёнилги келадиган каналга қайтиб чиқади. Ёнилгининг қайтиб чиқиши плунжернинг тореци гильзадаги киритиш тешигини беркитганда тугайди (3-схема). Плунжер юқорига ҳаракат қилишни давом этганда ёнилгининг босими тез кўтарилади. Натижада ҳайдаш клапани 15 (9.2-расм) очилиб, ёнилги катта босимли трубкалар орқали форсункаларга келади ва цилиндрларга пуркалади. Плунжернинг винтсимон кирраси гильзадаги қайта чиқариш тешигини очганда (4-схема) насосдан форсункага ёнилги юбориш тўхтайдиган ва плунжер юқорига ҳаракат қилишни яна давом эттиради. Ёнилги қайтариш каналига чиқариб юборилади. Натижада плунжер устидаги босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани эса пружина ва насос плунжеридagi босим таъсирида ўриндиққа ўтиради. Айни вақтда насос билан форсункага ёнилги ҳайдаш ва пуркан тўхтайдиган.

Киритиш тешиги ёнилган пайтдан бошлаб гильзадаги қайта чиқариш тешиги очилгунча бўлган давр ичида плунжернинг ўтган йўли плунжернинг актив йўли S_a деб аталади. Актив

Плунжи плунжер юзаси f_n га қўпайтирсак плунжер билан сиқиб чиқарилган ёнилгининг назарий миқдорини топамиз:

$$V_e = S_n \cdot f_n.$$



9.4-рasm. Плунжер жуфтнинг ишлаши (a) ва пуркалаётган ёнилғи миқдорини ростлаш схемаси (б)

Цикл давомида ёниш камерасига пуркаладиган ҳақиқий ёнилгининг миқдори қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{\text{ҳақ}} = V_e \cdot \eta_n = S_n \cdot f_n \cdot \eta_n,$$

бу ерда η_n — ёнилғи бериш коэффиценти, $\eta_n = 0,75 \dots 0,9$. Бу коэффицент плунжерли жуфтдаги ва тўзаткичдаги зазорлар орқали ёнилгининг сизишини, унинг сиқилувчанлигини ҳамда ёнилғи бериш тизимининг деформациясини ҳисобга олади.

Двигателнинг юқламаси ўзгариши билан цилиндрга унатилаётган ёнилғининг миқдори ҳам ўзгариши керак. Бунинг учун плунжер рейка ва марказдан қочирма регулятор ёрдамида

бурилади, натижада унинг актив йўли (9.4-рasm, б) ва ёнилги микдори ўзгаради.

Тезюрар дизелларда қўлланиладиган плунжерларда ёнилги бера бошлаш вакти жуда кам ўзгаради. Двигателга циклда кўпроқ ёнилги бериш учун плунжернинг актив йўли катталаштирилади. Бунда чиқариш тешиги кеч очилади (5-схема).

Ёнилги микдорини камайитириш учун плунжер тескари томонга буралади, натижада унинг актив йўли қисқаради. Бу ҳолда чиқариш тешиги барвақт очилади (6-схема). Ёнилги беришни тўхтатиш учун рейка тўла тортилиб чиқарилиши керак. Бу ҳолда плунжернинг винтсимон кирраси чиқариш тешигини киритиш тешиги беркилишидан олдинроқ очади (7-схема). Натижада форсунка орқали ёнилги пуркаш тўхтади, чунки плунжернинг устки ҳажми бир вақтнинг ўзида ҳам чиқариш, ҳам киритиш тешиклари билан боғланган бўлади.

Дизелларда бериладиган ёнилгининг максимал микдори чегараланган бўлиб, регулятордаги бошқариш ричагини силжишини чеклаш билан амалга оширилади.

Насос-форсункаларда золотник типдаги юқори босимли насос ва клапан-сопло тўзиткичли форсунка бир агрегатга бирлаштирилган бўлади. Насос-форсунканинг плунжерли юқорида кўриб ўтилган ЯМЗ насосининг плунжеридан иккита ишчи винтсимон кирраси борлиги билан фарк қилади. Юқоридаги қирра ёнилги пуркашнинг бошланиш вакти, иккинчиси (пасткиси) эса ёнилги пуркашнинг тугаш вақтини рейканинг ҳолатига қараб бошқаради. Пуркалаётган ёнилги микдори қирралар ёрдамида ўзгартирилади. Насос-форсунканинг плунжери ҳам рейка ёрдамида буралади. *AP-20A₃* насос-форсункадан пуркалаётган ёнилгининг микдори камайиши натижасида ёнилги бериш кечроқ, яъни ю. ч. п. яқинида бошланади. Ёнилги пуркаш эса илгарироқ тугайди. Бу ҳолда ёнишнинг эффективлиги яхши бўлади, натижада двигателнинг тежамлилиги ҳам ёмонлашмайди.

ЯМЗ-236 дизелининг ёнилги насосидан ҳар циклда бериладиган ёнилги Q_n нинг кулачокли вал айланишлар частотаси n_k га боғлиқлиги рейканинг уч ҳолати учун 9.5-расмда келтирилган.

Графикларнинг кўрсатишича кам юкламаларда айланишлар чықарилганда охиши билан циклда бериладиган ёнилғи миқдори (сул юкламадагига караганда кўпрок олади (2 ва 3 яри чигилар). Бу камчиликти йўқотиш мақсадида насосга поршень торлар ўрнатилади.

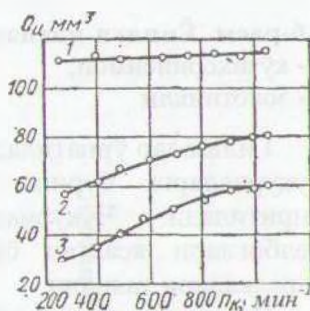
Ўзини жарасинининг олтимал кечиши учун ёнилғини пуркаш тугаллашга юкори босимли ёнилғи трубкасида босим тез билиниши керак. Акс холда қайта тугаллаш жарасини содир бўлиб, у кичик босимларда даном этади. Натижада ёнилғининг томчилари яхши тугалланмасдан, чала ёнади ва коке қилин килиди.

Ўзини беришни кескин тугаллаш ва юкори босимли трубкаларда босимни тез пасайтириш учун ёнилғи насосига хайдаш клапани ўрнатилади. Чықарини тешиги очилиши билан бу клапан ўз ўринидигига ўтириб плунжер юсти халсини юкори босимли трубкалардан ажратиб қўяди. Натижада поршень кескин тугайди. Қўзикаринсимон хайдаш клапани (9.6-расм, а) ичловчи конусели қалпоқ 1, бўшатувчи белбоғ 2 ва ёнилғи ўтказувчи тўртта арикчали хвостовик 3 дан иборат. Клапан нормал ҳолатда ўз ўринидиги 4 да ўтиради. Унинг иш жарасини юкорида кўриб ўтилган. Клапан ва ўриндик биргаликда янги геометрик ўлчамларда тайёрланади ва улардан биттаси пилдан цикел иккаласи янгиланади.

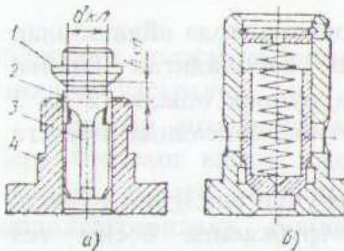
Толотиникли хайдаш клапани (9.6-расм, б) қўзикаринсимон клапанга ўхшаш ишлайди.

ЯМЗ-236 дизелининг ёнилғи насоси. ЯМЗ-236 дизелига ўрнатиладиган юкори босимли олти секцияли золотиникли ёнилғи насоси (9.7-расм) қуйидагича тузилган.

Олтинга секция — насос корпуси 14 нинг юкори кисмидаги қаварда жойлашган. Гильзалар стопорлаш винтлари 11 тарафидан бир хил ҳолатда ўрнатилади. Гильзалардаги киритиш ва чықарини тешиклари жойлашган сатҳда корпуснинг узунлиги бўлиб олган горизонтал канал ўтган: канал 3 орқали ёнилғи



**9.5-расм. ЯМЗ-236
дизели ёнилғи
насосининг
характеристикаси**



9.6-расм. Ёнилги клапанлари:

а - кўзикоринсимон;

б - золотники

плунжер секцияларига юборилади, канал 15 оркали эса ёнилги пуркаш тутаганидан 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 гарелкалари таянади.

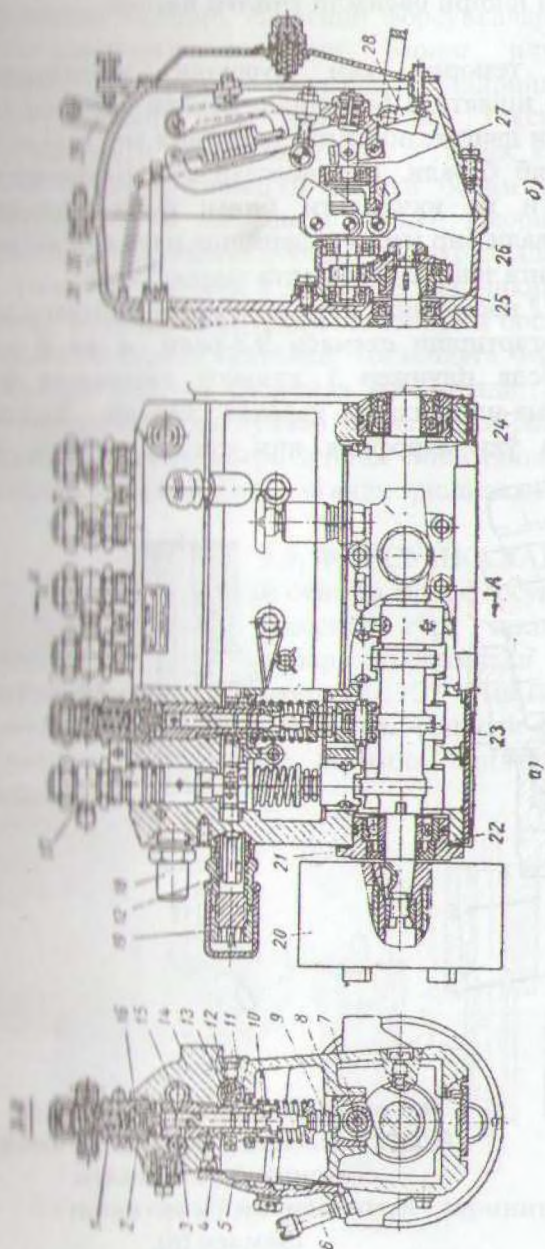
Насос секциялари бўшлиғини кулачокли вал бўшлиғидан ажратадиган тўсикда турткичлар 8 ни ўрнатиш учун махсус уялар ясалган. Насоснинг кулачокли вали 23 да олтита тангенциал профили кулачок ва эксцентрик бор. Кулачоклар турткичларни ҳаракатга келтиради; эксцентрик эса ёнилги ҳайдайдиган ёрдамчи поршеньли насосни ишга солади.

Насоснинг кулачокли валига пуркашниги илгарилаш муфтаси 20 ўрнатилган, унинг карама-қарши томонига 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 мм³ ёнилги беради.

Кўриб чиқилган юқори босимли ёнилги насосларида ҳайдаш секцияларининг сони двигател цилиндрининг сонига тенг.

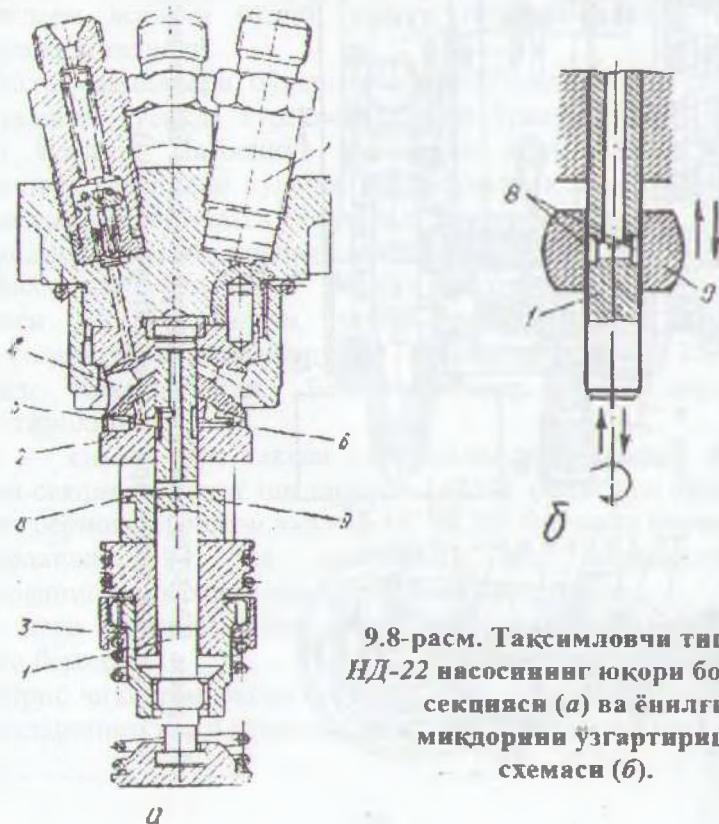


9.7-расм. ЯМЗ-236 дизелининг юқори босимли ёнишги насоси:
а – насоснинг кесимлари; *б* – регулятор (созлагич)

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 ви 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



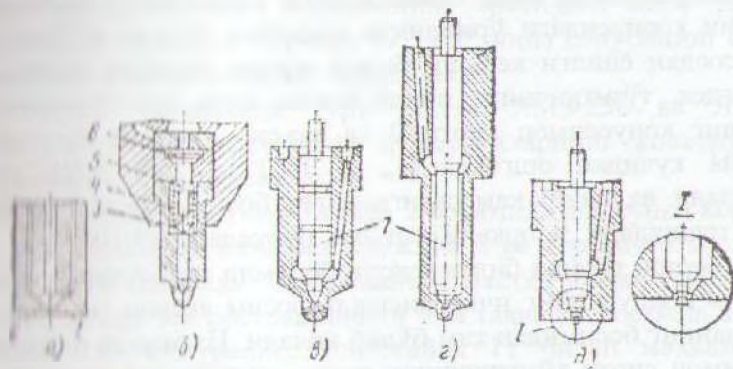
9.8-расм. Таксимловчи типдаги НД-22 насосининг юқори босимли секцияси (а) ва ёнилғи миқдорини ўзгартириш схемаси (б).

Боранида шланг, ёнилгини форсункаларга тақсимлаб беради. Форсункаларга ёнилгини бериш плунжернинг юқорига қаратадиган ўзини қирраси тўлдириш дарчалари 4 ни ёрдамчи билан сўнг бошланади. Тақсимлаш ариқчаси 5 плунжердаги қундалинг тешик 6 га мос келганда плунжернинг юқори қисмида сиқилган ёнилги босим остида форсунканинг ётувори 7 га ҳайдалади ёнилги юқори босимли трубкалар ёрдами форсункага боради ва пуркалади. Ёнилгини пуркаш плунжердаги тешик 8 дозатор 9 дан чиқиши билан тугайди. Бу қандай плунжернинг юқори қисмидаги босим кескин пасаяди ва ёнилгини бериш тўхтайди. Цилиндрга берилаётган ёнилгининг миқдори дозатор ёрдамида ростланади. Бунинг учун дозатор плунжернинг ўқи бўйлаб барча режимли регулятор ёрдамида қилинади. Циклда бериладиган ёнилгининг максимал миқдorigа дозатор юқориси жойлашганда эришилади.

9.3. ФОРСУНКАЛАР

Дизелларда асосан очик ва ёпик форсункалар ишлатилади.

Ажратилмаган камерали тўрт тактли дизелларда ёпик тузаткичли форсункалар ишлатилади. Форсунка нинаси дизелнинг сиқилиши 15 ... 22 МПа га мўлжалланган. Икки тактли ДДТ дизелларида клапан-соплони форсунка ишлатилади. Клапан 4 ... 5 МПа босимда очилади ва бунда пуркаш ботилади.



9.3-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 пуркан тўзиткич ичидаги цилиндрдаги босимлар фарқи сопло тешикларининг каршилигини енга олганда бошланади.

Насос-форсункада қўлланиладиган ёпик клапан-соплови 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 хос камчиликни (пуркаш охирида ёнилғининг томчилашини) йўкотади 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.

Ёпик тўзиткичларнинг схемаси 9.9-расм, в ва г да кўрсатилган. Нина ёпик 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 оркали ёнилғи пуркалади (9.10-расм, б). Ёнилғи бериш тугаши билан юқори босимли трубкаларда ҳамда тўзиткич корпусининг 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

қилиниши ва сопило тешикларининг коксулиниб қолишини йўқотиш мумкин. Бу вазифани эса ҳайдаш клапани бажаради.

Ажратилган камерали дизелларда қўлланиладиган форсуниканинг штифтли тўзиткичи 9.9-рasm, д да кўрсатилган.

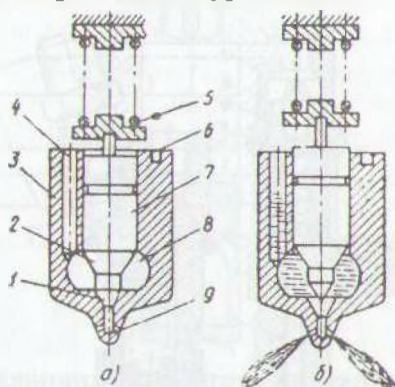
Пружининг бошланиш босқичини нина пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Пинанинг ишлаш нироятини яхшилаш ва мувофиқлини ошириш мақсадида нина камда тўзиткичнинг тортиқини узунроқ қилиб келтириш, чунки бу ҳолда деталларни совитиш шароити янча дуруст бўлади. Ажратилмиган камерали дизелларда 2... 11 га тешикли тўзиткичлар ишлатилади. Тешиклар диаметри 0,15... 0,45 мм бўлади. Ажратилган камерали дизелларда бир тешикли ёки штифтли тўзиткичлар ишлатилади. Тешикнинг диаметри нисбатан катта (1... 2 мм) бўлади.

Ёник тўзиткичларда нина-нинг юриш йўли 0,3...0,45мм, нина билан тўзиткич корпусининг орасидаги зазор 2,5 мкм, ўриндиқ конусининг бурчаги 59... 60°, нина конусининг бурчаги 70... 75° ҳолда катта қилиб тайёрланади.

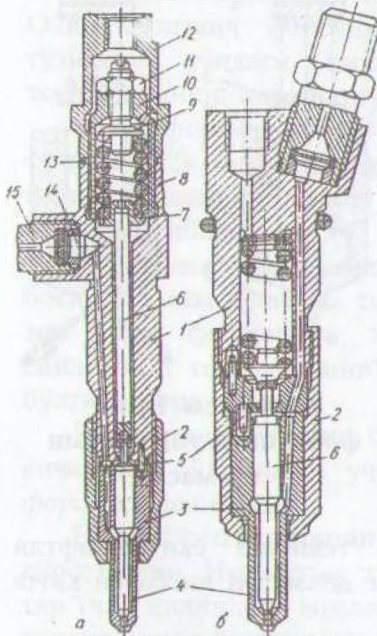
Мисол тариқасида тўрт тактли ЯМЗ-236 ва ЯМЗ-740 дизелларида ишлатиладиган форсункаларнинг конструкцияси 9.11-рasm а, б да кўрсатилган.

Пина 4 ли тўзиткич 3 гайка 2 ёрдамида форсунка корпуси 1 га маҳкамланади, нина эса пружина 8 ва турткич 6 воситасида ўриндиққа сиқилади. Пружинанинг пастки 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 қиспирма 13 бор. Пружинанинг таранглигини ростлаш винти ёрдамида ўзгартириш мумкин.



9.10-рasm. Ёник форсуниканинг ишлаш схемаси

Ёнилғи юқори босим остида форсункага штуцер 15 ва сым гўрлардан тузилган филтър 14 орқали келади. Сўнгра у тўзиткичга тушади ва нина кўтариладиганда 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 чиқиғига тиралади.

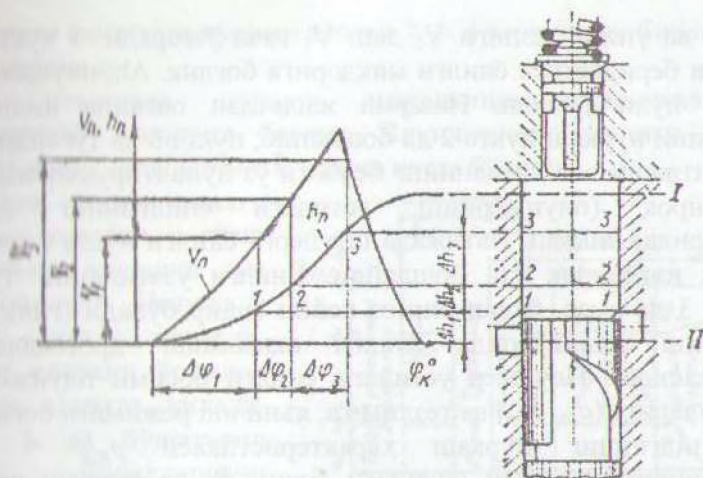
Нина ва пуркагич корпуси оралиғидан сизган ёнилғи штуцер орқали йиғиш каналига ўтади.

ЯМЗ дизелларига ўрнатиладиган форсункаларнинг тўзиткичида диаметри 0,34 мм ли тўртта тешик ҳар хил бурчак остида жойлашган бўлиб, ёниш камерасидаги ҳаводан тўла фойдаланишни таъминлайди.

Тўзиткич 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 бўладик, бунда ёнилғини цилиндрга пуркашнинг бошланиши ва тугаши плунжер актив йўлининг бошланиши ва тугашига тўғри келмайди.



9.12-расм. Плуижер ва хайдаш клапанининг бирга ишлаши:
1 ва 11 — плуижернинг юқори ҳамда пастки чекка ҳолатлари

Ғанинги насосидаги плуижер ва хайдаш клапанининг бирга ишлаши 9.12-расмда кўрсатилган. Графикда абсциссалар ўкига ёзилган насоси кулачок валининг бурилиш бурчаги φ_{κ} , ординаталар ўкига эса плуижер йўли $h_{пл}$ ва тезлиги $V_{пл}$ кўрсатилган. Плуижернинг 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. Плуижер Δh_1 йўлни босиб ўтади ва унинг тезлиги 0 дан V_1 гача ўзгаради.

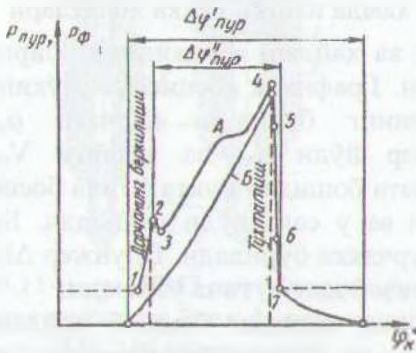
Киритиш тешиклари беркилган вақтдан бошлаб хайдаш клапани кўтарила бошлайди. Лекин бу даврда бўшатувчи белбоғ йўналиштирувчи каналдан чиқмагани учун ёнилги плуижернинг тетидаги бўшлиқдан хайдаш клапанининг штуцериға ўтмайди. Бу давр ичида (2 нуктагача) кулачокли вал $\Delta\varphi_2$ бурчакка бурилади, Δh_2 йўлни босиб ўтади, унинг тезлиги эса V_2 га етади.

Плуижер 2—2 ҳолатга келганда хайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи йўналиштирувчи каналдан тўла чиқади, натижада ёнилги юқори босимли трубкаларға ўта бошлайди. Плуижер ёрдамида ёнилги хайдаб чиқариш тешиги винтсимон кира билан очилгунча давом этади.

Бу давр эса плуижернинг 3—3 ҳолатига тўғри келади. Бунда кулачокли вал $\Delta\varphi_3$ бурчакка бурилади, плуижер 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 ёнилғини пуркаш нукта 2 да бошланиб, нукта 3 да тугайди. Реал шароитларда эса клапанининг 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 оқимининг дросселланиши натижасида). Плунжер устидаги ёнилғи босими плунжернинг ўлчамларига ($d_{пл}$, $h_{пл}$) ва тезлигига, яъни иш режимига боғлиқ.

Ёнилғининг пуркаш характеристикаси $p_{пур} = f(\varphi^{\circ}_к)$ тўзаткичнинг тешиги олдидаги босим p_T ва пуркаш даврида цилиндрдаги босим p_u нинг айирмаси билан аникланади, яъни



$p_{пур} = p_T - p_{ш}$. Бунинг учун ва $p_T = f(\varphi^{\circ}_к)$ ва $p_u = f(\varphi^{\circ}_{т.в.б.})$ 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

9.13-расм. Пуркаш босимининг ўзгариши:

- А - ёпик форсунка учун;
- Б - очик форсунка учун;
- $\Delta\varphi$ - пуркашнинг давом этиши;
- 1 - дарчанинг ёпилиши;
- 2 - узиш

бошлаб тўзаткич тешиклари орқали ёнилғи пуркаш бошланади, лекин босимнинг бир оз пасайиши кузатилади (нукта 3).

Нимандирга ёшилгани пуркаш асосан 3 — 4 эгри чизик билан
парас терланади.

Бу учёткада пуркаш жараёнининг ривожланиши пайдарпайнинг тезлигига боғлиқ. Плуңжернинг тезлиги қанча катта бўлса p_{ϕ} нинг қиймати шунча катта бўлади.

Пункт 4 да ёнилги барини узилади, яъни ёниладиги чикариш те- шини очилади. Натижада ёниш тез пасаяди, сайлаш клапани ўриндик ёмонга ҳаракат қилади. Пункт 5 да бўшатувчи ёнибди йўналтирувчи ёнилади киради ва юкори ёнишми трубка плунжер ёниш бўшлиғидан аяратилади. Лекин

канилук вақт давомида
 билиш бериш тўхталиб
 кўндалганига қарамай,
 келгори босимли грубкада
 келгани ёнилғи форсунка
 қорали цилиндрга

бўрилади. Нукта 6 да форсунканинг нинаси ўз ўрнига ўтиради
 ва P_F босимнинг бундан кейинги пасайишига ҳайдаш
 қисминининг ишлаши сабаб бўлади. Насос- форсункада эса
 юқори босимли трубкалар бўлмаганлиги учун ёнилгини пуркай
 бошлаш пайти плунжердан ёнилги бера бошлаш пайтига тўғри
 келади.

Ажратилган ёнилғи тизимларида ёнилғи насоси ва форсулка болосида босимнинг ўзгариши бир вақтда содир бўлмайди, чунки ёнилғи юқори босимли трубкalarda маълум йўлни маълум вақт ичида босиб ўтиши лозим.

Ажратилган ёнилғи тизими учун назарий ва реал пурқаш
характеристикалари 9.14-расмда кўрсатилган.



Графиклардан кўриниб турибдики, пуркашнинг бошланиши ва тугалланиши насос оркали ёнилғи бериш фазаларидан кейин содир бўлади.

Пуркаш жараёнининг давом этиш вақти насос валининг айланишлар частотасига, нинга пружинасининг сиқиш кучига, юқори босимли трубкаларнинг узунлигига, тўзиткич тешикларининг катталигига ва двигателнинг юкламасига, яъни ёнилғи миқдорига боғлиқ.

9.5. АЙЛАНИШЛАР ЧАСТОТАСИ РЕГУЛЯТОРЛАРИ

Дизелларнинг энг катта қуввати тирсакли валнинг номинал айланишлар частотасига тўғри келади. Бирор сабаб билан айланишлар частотаси номинал кийматидан ошиб кетса, механик ва термик юкламалар ошиб, двигателда авария содир бўлиши мумкин.

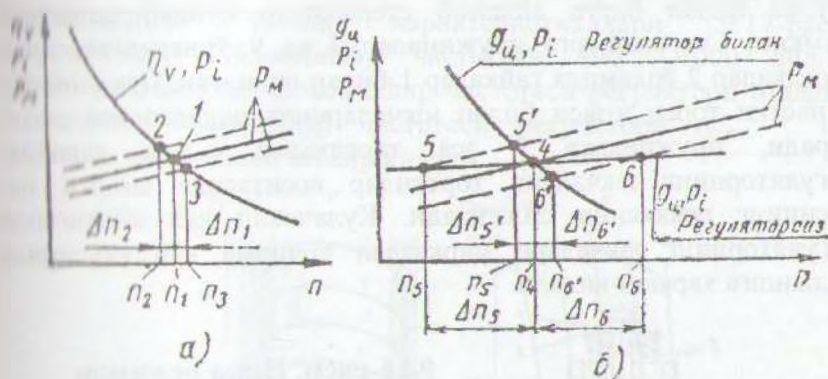
Дизел тезлик характеристикаларининг тахлилидан маълумки, рейканинг барча ҳолатларида двигател энг катта қувватга номинал тезликда эришади. Дизелларда юклама тез пасайтирилганда тирсакли валнинг айланишлар частотаси кескин ошиб кетади, бунда агар регулятор бўлмаса, ёнилғи кўп келиб дизел хаддан ташқари 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 раён 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 раён 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 камаяди (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 q_u , p_i нинг ўзгаришига боғлиқ.

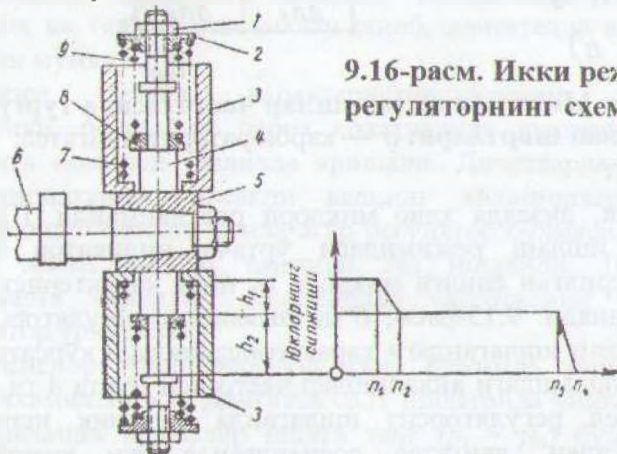


9.15-расм. Минимал айланишлар частотасида турғун салт ишлаш шартлари: а — карбюраторли двигател; б — дизел

Маълумки, дизелда ҳаво миқдори ростланмайди. Шунинг учун, салт ишлаш режимидаги ўртача индикатор босим p_m нинг берилган ёнилғи миқдори q_u нинг характеристикаси билан биқланади. 9.15-расм, б да дизелнинг регуляторсиз ва регулятор билан ишлагандаги характеристикалари кўрсатилган. Исқоламсиз ишлашдаги айланишлар частотаси нукта 4 га тўғри келади. Дизел регуляторсиз ишлаганда механик исрофлар ўнгарса (масалан, двигател совитилганда ёки кизиганда), нукта 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 тоқламсиз ишлашдаги минимал айланишлар частотасини теклайдиган 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 миқдорга ўзгаради. Автомобил дизелларида иккала регулятор бир агрегатга бирлаштирилиб, яхлит ясалган бўлади ва икки

режими регулятор деб аталади. Бундай марказдан қочирми регуляторнинг схемаси 9.16-расмда кўрсатилган.

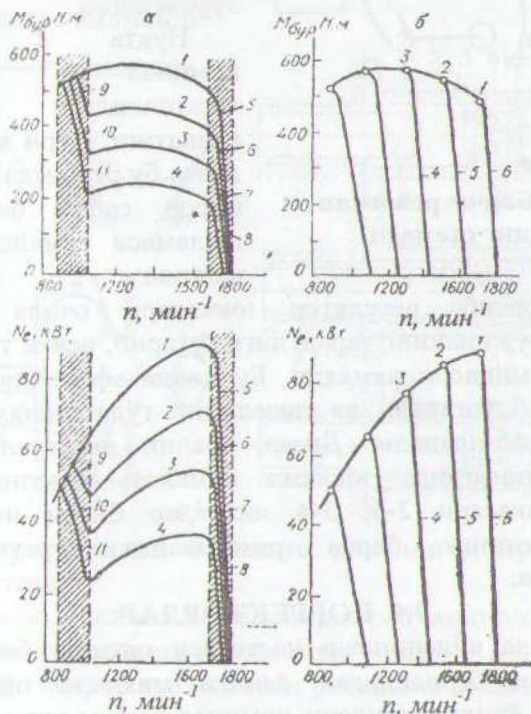
Ўнлиги насосининг кулачокли вали 6 охирига регуляторнинг втулкаси 5 ўрнатилган. Втулгага эса юкчалар 3 билан жиҳозланган иккита стержен 4 бураб киргизилган. Юкчалар втулка билан бирга айланиб стерженлар бўйлаб силжиши мумкин. Стерженларга пружиналар 7 ва 9 ўрнатилган, улар тарелкалар 2 ёрдамида гайкалар 1 билан сиқилган. Пружиналар 7 пастки торец юзаси билан юкчаларнинг чиқикларига тегиб туради, пружиналар 9 эса тарелкалар 8 га таянади. Регуляторнинг юкчалари торткилар воситасида ўнлиги насосининг рейкасини силжитилади. Кулачокли вал айланганда регуляторнинг юкчалари марказдан кочирма куч таъсириди силжишга ҳаракат қилади.



Пружина 7 нинг гаранглиги шундай танлаб олиндики, у юкчалар таъсирида салт ишлаш режимининг минимал айланишлар частотасида силжий бошласин. Айланишлар частотаси n_1 дан n_2 га кадар ошганда юкчалар силжиб тарелка 8 гача бўлган масофа n_1 ни босиб ўтади. Юкчалар силжиши натижасида рейканинг ҳолати ўзгаради ва салт ишлаш режим роствланади. Айланишлар частотаси n_2 дан $n_3 = n_{\text{ном}}$ гача ўзгарганда регулятор ишламайди. Бу режимларда двигателнинг ишлаши ҳайдовчи томонидан ўзгартирилади. n_3 дан бошлаб юклама камайиши ва айланишлар частотасининг n_3 гача ошиши

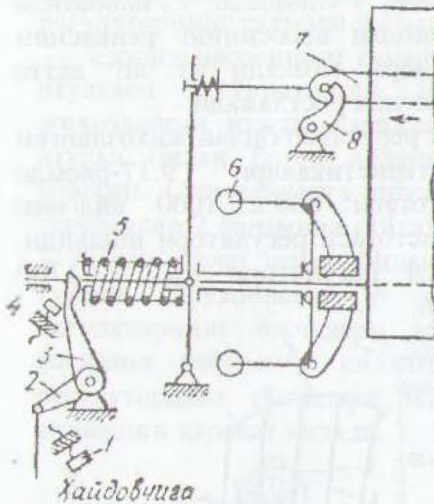
ётидан юзгачлар силжийди ва пружина 9 сиқилади. Ўз навбатида юзгачлар n_2 масофага силжиб ёнилғи насосининг рейкасини суреди, бунда ёнилғининг миқдори камаяди ва энг катта айланишлар частотаси $n_3 - n_4$ оралигида рoстланади.

Икки ва ундан ортик режимли регулятор билан жиҳозланган 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 жиҳозланган дизелларнинг тезлик характеристикалари

Дизелларнинг барча режимли механик регулятори (9.18-расм) уларнинг барча режимларда тургун ишлашини таъминлайди. Бу жараён пружина 5 шинг таранглигини хайдовчи



9.18-расм. Барча режимли регуляторнинг схемаси

частотаси ортиб, регулятор юкчалари очила бошлайди. Натижада пружинанинг таранглиги ўзгариб, рейка тортилади ва ёнилгининг миқдори камаёди. 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 циклда насос оркали 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 амалга оширилади. Демак режимда берилаётган ёнилғи-нинг миқдори пружина ёрда-мида бошқарилади.

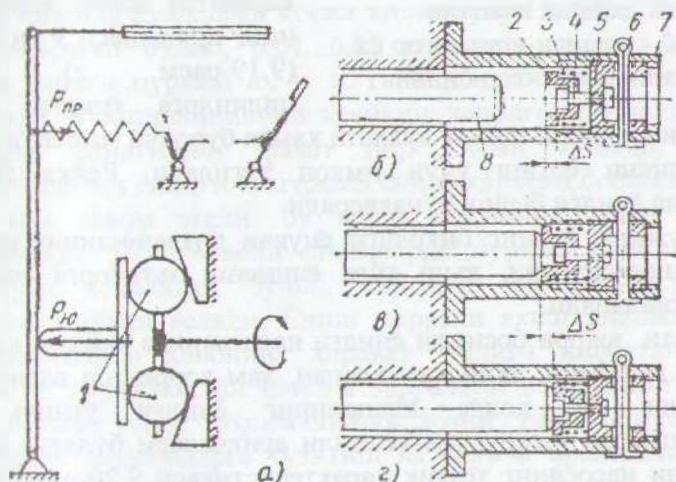
Дизелнинг барча режимли регулятор билан ишлагандаги ташқи тезлик характери-каси ва унинг регулятор тар-моқлари 9.17-расм, б да кўрсатилган.

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

ошириши 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.

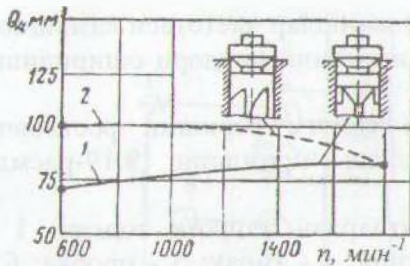
Корректор куйидаги элементлардан ташкил топган: 1 - юкчишар; 2 - қалпоқча; 3 - пружина; 4 - тирак; 5 - пробка; 6 - цилиндр; 7 - стакан; 8 - рейка. Корректор қалпоғи стаканда ҳаракат қилиши мумкин. Қолган деталлар эса (рейкадан ташқари), ҳаракат қилмайди.



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. Ёнилги 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 енгىш учун имкон туғилади. Рейка тиракка теккунча ёнилги бериш қўпаяверади.

Пружина 3 нинг бикрлиги ёнувчи аралашманинг ортикча қуюқлашмаслигини, яъни тўла ёнишини эътиборга оладиган қилиб танланади.

Баъзи юқори босимли ёнилги насосларида ҳайдаш клапани иккита вазифани, яъни ҳам клапан, ҳам корректор вазифасини бажаради. Бу ҳолда клапаннинг ёнилги ўтиши учун мўлжалланган ўзгарувчан кесимли арикчалари бўлади. Бундай клапанли насоснинг тезлик характеристикаси 9.20-расмда эгри чизик 2 билан кўрсатилган. Пружинали корректор ишлатилганда ҳам ёнилги микдорининг ўзгариши шу каби бўлади.

камаяди.

Натижада автомобил қаршиликни енга олмай тўхтаб қолиши мумкин. Корректор бўлган ҳолда эса, айланишлар частогаси 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 сикади (9.19-расм, z). Бунда цилиндрга ёнилги бериш

ДИЗЕЛЛАРДА ЁНУВЧИ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Дизелларда ёнилги тез ва тўла ёниши керак. Бу эса ёнилги аралашмасининг тайёрланиш сифатига боғлиқ. Катта ёқламаларда, 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 ёнилги пуркаш ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан бошланади. Алангаланишнинг кечикиш даврига тенг вақт ичида цилиндрга ёнилгининг фақат бир қисми тушади. Катта ёқламаларда эса ёнилгини пуркаш ёниш жараёни бошлангандан кейин ҳам давом этади. Бу ҳолда аралашма ҳосил қилиш қийинлашади. 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 ёнилги зарралари камеранинг ҳамма қисми бўйлаб текис тақсимланиши лозим. Ёнилгини пуркаш, яъни майда заррачаларга тўзатиш ва ёнувчи аралашма ҳосил қилиш усули ёнилги бериш аппаратурасига ҳамда ёниш камерасига кўп жиҳатдан боғлиқ.

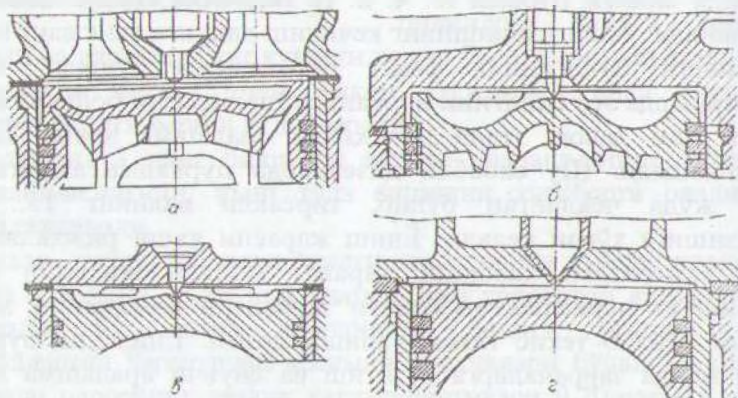
10.1. ЁНИШ КАМЕРАЛАРИ

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 қосим 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 камера деворлари температурасидан анча юқори бўлади. Ёнилги 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 соплосидаги кичик ($d = 0,15$ мм) тешиклардан пуркалади. Сопло тешиклари 5... 11 та бўлиши мумкин ва улар айлана бўйлаб текис жойлашади.

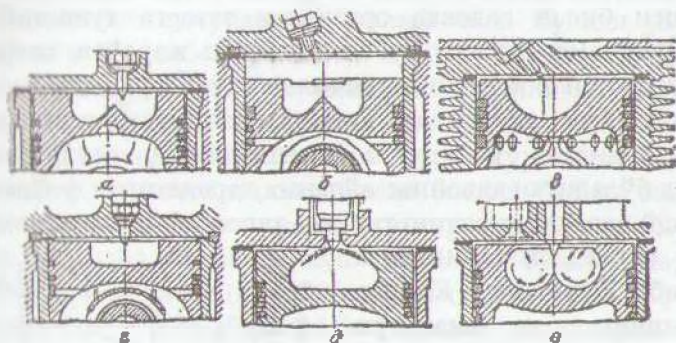


10.1-расм. Ҳажмий ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи камераси бор дизелнинг ёниш камералари:

*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

қисман сиқилган ҳавонинг энергиясидан фойдаланилади. Бундай камераларнинг диаметри катта бўлганлиги сабабли ғанининг ҳаракат тезлиги кичик бўлади. Шунинг учун ёнилғини пурқати босими катта (100,0... 140,0 МПа) бўлиши керак. Бундай катта босимни насос-форсункада ҳосил қилинади.



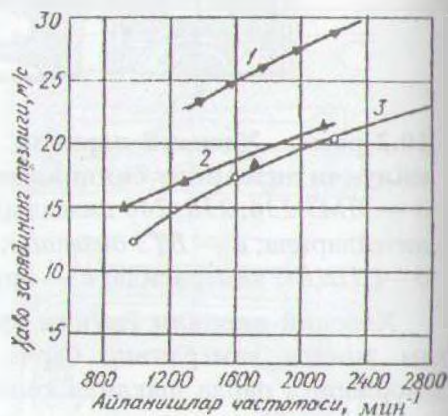
10.2-расм. Ҳажмий-пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилувчи дизелнинг ёниш камералари:

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 (пурқаш босими, сопло тешикларининг диаметри), камерадаги ҳавонинг зичлиги ва тешикчига, пурқаткичнинг 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 бўладики, бунда пурқалган ёнилғи камера деворларига етиб бормади ва камера ҳажмида тўпланади (бу ҳолда ёнилғи пардаси ҳосил бўлмайди). Бундай шароитларда ёнилғи жараёни юқорида келтирилган ҳажмий аралашма ҳосил қилиш усулидагидек бўлади. Бу группа дизелларга катта

юкламаларда ёнилгининг маълум қисми камера деворларига 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-рasm *a, e* да кўрсатилган. Пуркагич тешикларининг сони 3... 5 та бўлади. Пуркалаётган ёнилгининг поршен билан головка орасидаги зазорга тушиши мақсадли мувофиқ эмас, чунки бу ҳолда ёниш жараёни ҳамда циклдан иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилиш учун ёнилги 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 сиқини ва ёниш жараёнларида саклаб қолинади. Камера бўғзининг диаметри цилиндр диаметридан кичик бўлгани учун поршен сиқини 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° қолганда юқори (25... 35 м/с) тезликка эришади. Баъзи дизеллар учун ҳаво зарядининг тезлиги 10.3-рasmда кўрсатилган. Пуркалган ёнилгининг кўп қисми ёниш камерасининг ўзида, қолган қисми эса камера деворларидан бўғлиниб, ҳаво билан кескин аралашади ва ёнади.

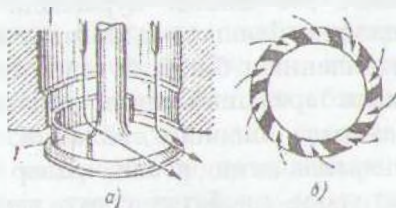


10.3-рasm. Ёниш камерасида заряд айланиш тезлигининг тирсакли вал айланишлар частотасига боғлиқлик графиги:

1 – Д-37М дизели; 2 – ЯМЗ-236 дизели; 3 – тез юрар дизел S/Д-96/115 (Гесельман типидagi камерали)

Баъзи тўрт тактли дизелларда ҳавонинг уюрма ҳаракатини ҳосил қилиш учун киритиш клапанига экран (10.4-расм) қўйилади ёки киритиш каналларининг айрим қисмлари торајтирилади 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 боғлиқ 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.

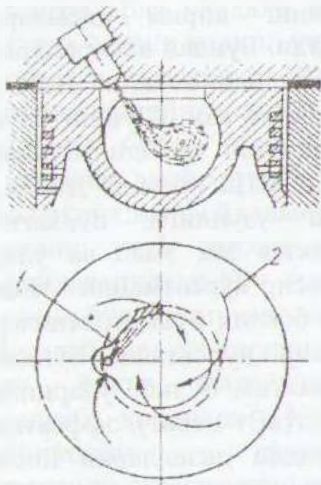
Пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилиш. Юқорида қайд қилинганимиздек, ҳажмий ва ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиш усулларида ёниш жараёни шиддатли бўлади. Бу қимчиликни бартараф қилиш ҳамда тутун чиқариб ишлашни қамқайтириш мақсадида пардали аралашма ҳосил қилиш усули қўлланилади. Бу усулда аралашма ҳосил қилиш учун қуйидагилар бўлиши шарт: а) алангаланишда қатнашадиган ёнилғи миқдорини қискартириш (5% дан ошмаслиги керак); б) ёнилғининг аста-секин оксидланишини ва кизишини таъминлаш; в) ёнилғини иссик 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 уюрма ҳаракатини ташкил қилиш усуллари:

а – клапанга экран ўрнатиш;
б – тешиклар орқали уринма ҳолда киритиш

(бирламчи алангаланишнинг жадаллигини пасайтириб, ёнилғининг аста-секин лекин тез ва тўла оксидланишини таъминлаш), циклда иссиқликдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш. Бу усулда аралашма ҳосил қилиш ва ёниш жараёнини ташкил қилиш М — жараёни номи билан маънур. М — жараёни ишлатилган MAN (ГФР) дизелининг ёниш камераси 10.5-расмда кўрсатилган.



10.5-расм. Пардали аралашма ҳосил қилинадиган камера:

- 1 — ёнилғи тузони;
- 2 — ҳавонинг йўналиши

Сфера шаклидаги камера поршенда жойлашган бўлиб, нисбатан кенг бўғизга эга ($d_0/D_c = 0,34...0,38$). Камерадаги ҳаво ҳаракатининг тезлиги 50... 60 м/с ни ташкил қилади. Поршен ю. ч. н га келганда ҳавонинг энг кўп (70% атрофида) қисми ёниш камерасида бўлади. Пурка-

гичда сопло тешиклари иккита бўлиб, улардан бири ёнилғини камера деворларига ўткир бурчак остида ҳаво оқимиға мос ҳолда пурқаб беради, натижада 15 мкм қалинликда суюқ ёнилғи пардаси ҳосил бўлади. Иккинчи тешиқ орқали камера ҳажмиға факат 5% ёнилғи пурқалади. Алангаланиш жараёни камера ҳажмида бошланади. Камера юзидаги ёнилғи пардаси пурқаш тугалланиши билан буглана бошлайди. Бугланган ёнилғи ҳаво билан аралашиб ёниш зонасига тушади ва ёна бошлайди. Камерада 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 шовқинсиз, равион боришини таъминлайди. Бу камераларда ҳам пурқаш характеристикалари ва кўрсаткичлари циклда иссиқликдан фойдаланишға кам таъсир кўрсатганлиги учун ёнилғи бериш аппаратурасига

қуйилган талаб катта эмас. Пуркашнинг давомлилиги $30... 40^\circ$ ни ташкил қилади. Бундай дизеллар тежамли ($q_{emin} = 210...215$ г/(кВт · соат) ишлайди. Эффектив босими эса $0,85$ МПа ($\alpha_{min} = 1,15...1,20$).

Ишлатилган газларнинг тутуни кам бўлади, чунки ёниш нискида бир хил таркибли аралашма ҳосил қилинади ва ёниш тула бўлади. Бундай ёниш камераларида турли хил дизел ёнилғиларини, 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 совук бўлганда эффектив аралашма ҳосил қилиш қийин бўлади. Бу эса двигателни тутун чиқариб ишлашига олиб келади ва уни юргизиб юбориш қийинлашади. 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 $E_{ap} = E_{ёнилғи} + E_{ҳаво}$. 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 бириктирилган (асосий ва ёрдамчи) камералардан иборат бўлади. Ёрдамчи камера асосан цилиндр головкасида ёки блокта жойлашган бўлиб, ўзгармас ҳажмга эга. Сикиш жараёни охирида ҳаво зарядининг асосий камерада ёрдамчи камерага канал орқали 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 қиритиш 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 алохида-лохида қўриб чиқамиз.

Уюрма камерали дизеллар. Бу турдаги камералар 10.6-расм, а, б, в, г ва д ларда тасвирланган.

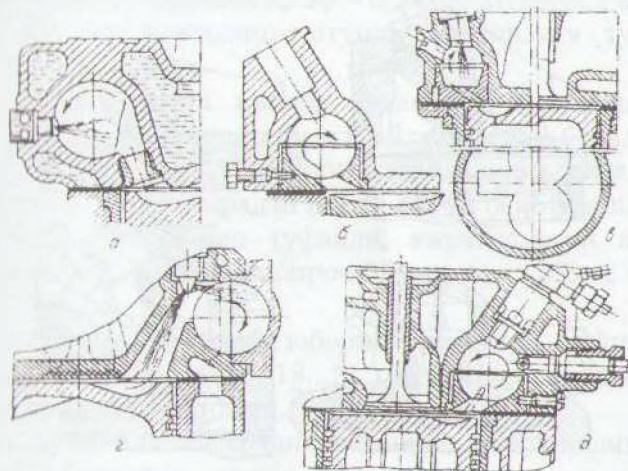
Поршен ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда заряднинг бир қисми поршеннинг устидаги бўшлиқдан бирлаштирувчи канал орқали уюрмали камера 3 га ўтади. Каналнинг йўналиши, шунингдек, уюрмали камеранинг шакли унинг ичида ҳаво зарядининг айланма ҳаракатга келишини таъминлайди. Оқиб ўтаётган заряднинг тезлиги 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 пгифт-соплони (бир тешикли) тўзаткич 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 аралашшига, 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 туплангани учун ёнилғи – ҳаво аралашмасининг тез ёниб кетиши таъминланади.

Бу камеранинг хусусияти шундаки, пастки ажраладиган ярим сфера 6 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 равон кетишини таъминлайди.

Қўғланиш свечаси 5 дизелни паст температураларда юргизиб юборишни осонлаштириш учун қўлланилади.

Ушунинин металл спирали аккумуляторлар батареясида ток оқиб кучли кизийди ва уюрмали камерадаги ҳавони киздиради. Натижада ёнилғи бугланади ва дизелни ишга тушириш тезлашади.

Дизелларнинг маълум конструкцияларидаги уюрмали камеранинг ҳажми ёнилғи камераси умумий ҳажмининг 0,4...0,55 қисmini ташкил этади.

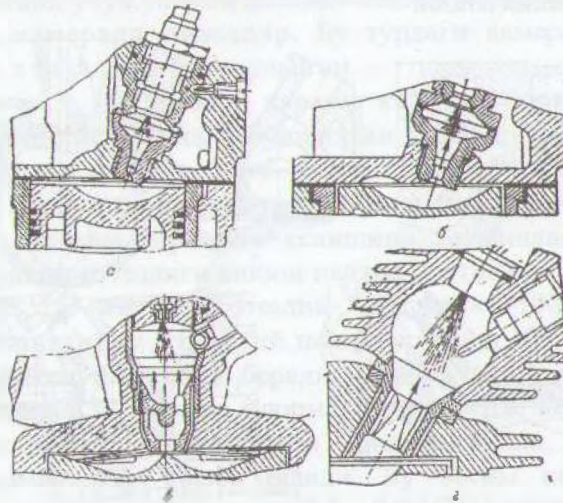


10.6-расм. Уюрмали камераларнинг турлари

Бу камераларда аралашма тайёрлаш жараёни мукамал бўлишлиги сабабли $\alpha_{\text{mix}} = 1,15 \dots 1,25$ оралигида бўлади ва дизел бу ҳолда тутун чиқармай ишлайди, эффектив босимнинг киймати катта бўлиши таъминланади.

Олд камерали дизелларда (10.7-расм) олд камеранинг ҳажми ёнилғи камерасининг 25...40% ини ташкил қилади. Олд камера доғоний ёнилғи камераси билан битта ёки бир нечта канал орқали биришади. Сиқиш жараёнида ҳавонинг бир қисми поршеннинг устки қисмидан олд камерага оқиб ўтади ҳамда унинг тезлиги 200 м/с ва ундан юкори бўлади. Заряд бу тезликка поршен ю. қ. н. га яқинлашганда эришади. Тахминан шу пайтда олд камерага бир сополли ($d = 1$ 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.

натижада бу камерада босим тез кўтарилади ва камералардаги босимлар фарқи 1,2 ... 1,5 МПа га етади, ёниб тутамаган 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 «юмшоқ» (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 пуркашга, шунингдек, битта катта тешикка эга бўлган тўзиткичи форсунка ишлатишга имкон беради.

2. Ажратилган ёниш камерали дизелларнинг ёрдамчи камераларида иссиқ зоналар борлиги сабабли алангаланишнинг кечикиш даври ажратилмаган камерали дизелларга нисбатан

аниш қол бўлади. Бу эса ҳеч қандай қийинчиликсиз бундай анжилларда ҳар хил ёнилғилар ишлатишга имкон беради.

1. Бу дизелларнинг асосий камерасидаги циклнинг энг юқори босими нисбатан кичик бўлиб, олд камералар учун 3,0...6,0 МПа, уюрмали камералар учун эса 6,0...7,0 МПа бўлади. Ёнилғи жарёёниининг шиддати $d_p/d\phi = 0,2...0,4$ МПа/град атрофида ўзгаради. Бу эса кривошип-шатунли механизмга тушаётган зўрчи киймайтиради.

4. Аралашма ҳосил қилиш мукаммал бўлганлиги учун қўлатилган газларнинг заҳарлилиги ва тутуни кам бўлади.

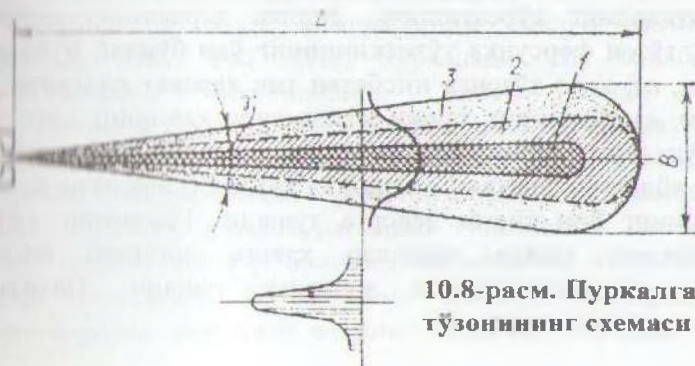
5. Ажратилган ёнилғи камерали дизелларнинг тежамлилиги қанча заридининг бир камерадан иккинчисига оқиб ўтиш пайтида ёнилғининг йўқотилиши туфайли, ажратилмаган камерали анжилларнингига қараганда ёмонроқ бўлади ($q_e = 258...288$ г/(кВт·с)).

6. Двигателни юргизиб юбориш нисбатан қийин. Буни таъминлаштириш учун $\epsilon = 18...21$ оралиғида танланади ва қўлатиш свечаси ўрнатилади.

Уюрмали ва олд камерали аралашма ҳосил қилиш усули ёнилғи автомобилларда, юқори айланишлар частотасига ($n = 1000...4500$ мин⁻¹) эга бўлган дизелларда, шунингдек, трактор анжилларида қўлланилади.

10.2. ЁНИЛҒИНИ ПУРКАШ

Ёнилғи ёнилғи камерасига форсункадаги тўзиткич (пуркагич) ёнилғининг тешиги орқали юқори босим остида пуркалади. Ўтказишда ёнилғи майда зарраларга парчаланиб, ёнилғи



10.8-расм. Пуркалган ёнилғи тўзонининг схемаси

тўзонини ҳосил қилади. Пуркалган ёнилғининг тўзиши ва тўзоннинг ёниш камерасига кириши ёнилғининг ковшоклигига, 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 ҳаракатлануши, 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 нотенз 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 — ўзак деб аталади ва у йирик томчилар, ҳамда парчаланиб улгурмаган ёнилғи окимларидан ташкил топади; 2-қисм — йирик зарралардан иборат; 3-қисм — майда зарралардан иборат. Тўзон кенглиги — 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.



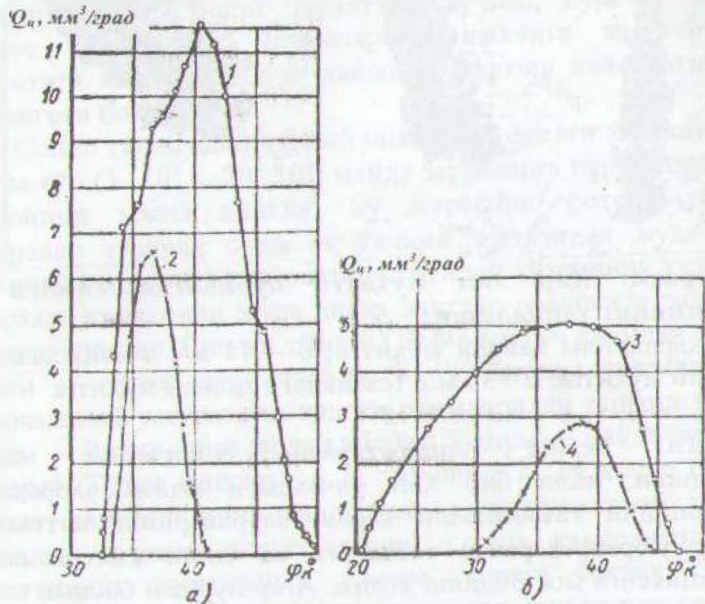
10.9-рسم. Ҳар хил муҳитга пуркалган ёнилги түюнининг тарқалиши:

а – ҳаракатсиз ҳаволи муҳитга; б – 15 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга; в – 35 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга

Ёнилги бериш аппаратураси ёнилгининг яхши бүрсалиниши, яъни бир хил ўлчамдаги майда зарраларга парчаланишини таъминлаши керак. Зарраларнинг катталиги қавонинг уюрма ҳаракат тезлигига ва ёниш камерасининг асосирукциясига мос бўлиши лозим. Агар пуркаш босими катта (140 МПа) бўлса, ёнилги жуда майда зарраларга парчаланати, асоси түюнининг узунлиги кискаради. Майда зарралар тезда бутланиб, түзиткич атрофида түпланиб қолади ва аралашма ҳосил қилиш ёмонлашади, натижада двигателнинг кўрсаткичлари пасаяди, пуркаш охирида ҳосил бўладиган ёмонлар ёниш жараёнининг ёмонлашишига ва двигателнинг түсуи чиқариб ишлашига сабаб бўлади.

Айратилмаган ёниш камераларига ёнилги нисбатан катта босимда (40... 140 МПа) пуркалади. Шу сабабли ёнилги форсунокнинг чиқабошлаши билан майда зарраларга парчаланати. Пуркаш босимининг маълум қийматгача ўсиши ёниш камерасининг майда зарраларга парчаланишига ижобий таъсир кўрсатиб, двигателнинг кўрсаткичларини яхшилади. Пуркаш босими ёнилги аппаратурасининг тузилишига, ёниш камерасининг түрига, двигател валинини айланишлар частотасига ва бир цикл давомида бериладиган ёнилги миқдорига боғлиқ. Айланмалар частотаси ва цикл давомида бериладиган ёнилги

миқдори канча катта бўлса, пуркаш босими ҳам шунча катта бўлади. Бу эса ёнилғининг 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 $Q_u = 115.5 \text{ мм}^3$; 2- $Q_u = 30.6$
 мм^3 ; 3- $Q_u = 83.6 \text{ мм}^3$; 4- $Q_u = 34.3 \text{ мм}^3$

босими нисбатан паст бўлгани учун ёнилғининг 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 лайтида 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 ёскин ёмонлашади. Пуркаш босимининг бундай характерда ўзгариши ёнилғи томчиларининг ҳар хил диаметрда ($0,01 \dots 0,03$ мм) парчаланишига сабаб бўлади.

Ёнилгининг тўзиш сифати пуркашнинг бошланиши ва охиридаги босимларга боғлиқ. Бу босимлар канча юкори бўлса, ёнилгининг парчаланиш сифати шунча яхши бўлади, яъни ёнилғи майда томчилардан иборат бўлади. Натижада дизел тоқмили ва тутун чиқармасдан ишлайди. Бу максалда ёнилғи насосида тангенциал профилли кулачоклар ишлатилади.

10.3. ПУРКАШ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Пуркаш характеристикаси ёнилғи бериш аппаратурасининг аниқ сифатини белгилайдиган асосий кўрсаткичлардан биридир, у ёниш камерасига берилаётган ёнилғи миқдорининг вақтга ёки кулачокли валнинг бурилиш бурчагига боғлиқлик графиги билан белгиланади (10.10-расм, *a* ва *б*). Бундай графиклар таъриба йўли билан олинади. Бунинг учун махсус мосламада форсункадан пуркалаётган ёнилғини кулачокли валнинг 1° бурчакка бурилишига мос миқдори аниқланади. Сўнгра ҳар бир градуcга мос ҳолда ёнилғи миқдорини қўйиб пуркаш характеристикасини кўриш мумкин. Бу характеристикадан алангаланишнинг кечикиш даврини ва пуркаш даврида берилган ёнилгининг умумий миқдорини, пуркашнинг давом этиш вақтини, бошланиш ва тугаш пайтларини аниқлаш мумкин. Бу характеристика ёнилғини тўзатиш сифатини, тўзоннинг янбоқланиши ва ёниш жараёнининг боришини белгилайди.

Ёниш жараёни шиддатсиз кетиши учун алангаланишнинг кечикиш даврида ёниш камерасига ёнилғини кам бериш керак. Шу сабабдан пуркаш бошланишида ёнилғи беришнинг тезлиги кичикроқ бўлиши керак. Ёнилғи бериш тезлиги кичик бўлса, пуркаш босими ҳам паст бўлади. Натижада ёнилгининг тўзиш

сифати жуда ёмонлашади, тўзоннинг узунлиги кискаради ва аланталанишнинг кечикиш даври узайиб кетади.

Ёнилғи микдорининг асосий қисми катта тезликда ва катта босимда берилиши керак, чунки бу ҳолда ёнилғи 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 ёнилғи тўзиткич атрофида тўпланиб қолиб ёниш жараёнини ёмонлаштиради ва двигател тутун чиқариб ишлайди.

Наддувсиз дизелларда ёнилғи беришнинг давом этиш вақти тўла юкламаларда тирсакли валнинг $26...30^\circ$, наддувли дизелларда эса $35...45^\circ$ бурчакка бурилишидан ошиб кетмаслиги керак. Ёнилғи 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 ёнилғи бериш аппаратураси элементларининг конструкциясига (кулачокли валнинг кулачоғига; плунжернинг конструкциясига, клапанларига ва х. к.) боғлиқ.

Графикларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, циклда берилаётган ёнилгининг микдори камайса, пуркаш эрта тугайди, пуркашнинг бошланиши эса, айниқса насос-форсунка учун, кечикиш томонга сийжийди, бу плунжернинг конструкциясига боғлиқ.

XI боб

ДВИГАТЕЛЛАРНИ СИНАШ

11.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Двигателнинг қуввати, буровчи моменти ва тежамлилиги унинг қандай транспорт воситасига ўрнатилиши билан белгиланади. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби, конструкцияси инжениерларнинг ҳисобга олиб танланади. Аввал двигателнинг экспериментал нусхаси ишлаб чиқарилади. Синов ва текширишлардан сўнг, яъни двигател яхши кўрсаткичларга эга бўлган ҳолдагина уни қўллаб ишлаб чиқаришга рухсат этилади.

Двигателнинг асосий кўрсаткичлари — ташқи тезлик ва юклама характеристикалари махсус синаш стендида олинади. Бу стенд турар ускуналар ва ўлчов асбоблари билан жиҳозланган.

Двигателларни автомобилни эксплуатация қилиш шaroитларига мос тургунланмаган режимларда синаш жуда мушaққил. Бунинг учун махсус жиҳозлар, асбоб-ускуналар тайёрланиши лoзим. Бу асбоблар ёрдамида двигателнинг вақт бўйича ўнгарувчи тезлик ва юклама режимларининг кўрсаткичлари ёзиб олинади. Бундан ташқари, двигател махсус эксплуатация шарoитларини имитация қилувчи тормоз билан уланган бўлиши шарт.

Двигателларнинг барча характеристикаларини синаш стендида олиш вақтида берилган турғун режим учун қуйидаги шaroитлар ўлчанади ва махсус баённомаларга ёзилади:

- буровчи момент — M_e ёки тормозлаш кучи — P_T ;
- тирсақли валнинг τ (сек) вақт ичидаги айланишлар санои — Δn ёки минутига айланишлар частотаси — n ;
- t (сек) вақт ичида сарфланган ёнилғи ва ҳавонинг ҳолатлари ΔG_e , ва ΔV_o ;
- ташқи ҳавонинг, двигателга кираётган ва ундан чиқаётган ҳавонининг, двигател мойининг, чиқариш трубасидаги айланишган газларнинг температуралари $^{\circ}\text{C}$ (t_o , t_k , t_{oc} , t_m ва t_T);
- ташқи муҳитнинг, мой магистрaлидаги мойнинг босими, муҳитнинг трубасидаги сийракланиш (p_o , p_m ва Δp_m);

— ёнишни ёки ёнилгини пуркай бошлашни илгарилан бурчаклари (θ_n , φ_e) ва бошқалар.

Кўпгина ҳолларда ёниш жараёнининг характериш ўрганишга тўғри келади, бу ҳолда двигателнинг индикатор диаграммаси махсус асбоб ёрдамида ёзиб олинади.

Баённомага ёзилган юкоридаги кўрсаткичлар асосида двигателнинг кўрсаткичлари формулалар оркали ҳисоблаб аникланади, сўнгра мос характеристикаларни график тарзда тасвирлаш кумкин. Графикларда ўлчанган кўрсаткичларнинг қиймати 2 мм ли нукта билан белгиланади, ҳисобланган кўрсаткичлар эса нукталар билан белгиланмайди.

11.2. ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИНИ АНИҚЛАШ

Двигателнинг эффектив қуввати қуйидагича аникланади:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{716,2}, \text{ о. к.}$$

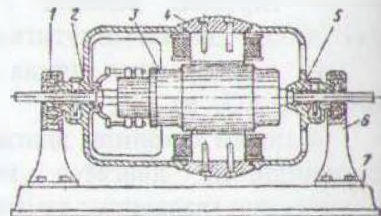
бу ерда n – тирсакли валнинг айланишлар частотаси, мин^{-1} . Тормознинг елкаси $l = 716,2$ мм килич олинади. Буровчи момент қуйидагича ҳисобланади: $M_e = P_{\text{тор}} \cdot l$, $\text{кГ} \cdot \text{м}$.

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 синов 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 валини айлантириб бериш; 2) двигател ишлаганида ҳосил бўладиган



11.1-рasm.
Балансирли
динамомашина

механик энергияни электр энергиясига айлантириб электр тармоғига ушатиш.

Гидравлик тормозларда двигателнинг механик энергияси суяни юздиришга сарфланадиган иссиқликка айланади. Тормознинг иш режимлари шундай танланиши керакки, синаш вақтида суянинг температураси $50-60^{\circ}\text{C}$ дан ошиб кетмаслиги керак аёс холда, 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-расм).

Электр тормоз икки режимда, яъни электр двигател ва генератор режимларида ишлайди. Тормоз сифатида ўзгарувчан ток генератори ишлатилганда, бундай тормоз генератор режимда 1460 мин^{-1} дан юкори айланишлар частотасида ишлайди. Шу сабабли бу тормозлар ёрдамида двигателнинг таълик теълик характеристикасини олиб бўлмайди.

Двигател одатда эластик муфта ёрдамида тормоз якорининг валига уланади. Двигателни тормозлаш якор ва статор магнит шайбачиларининг ўзаро таъсири натижасида амалга оширилади. Электр тормозларда айланишлар частотаси ва юклама тормознинг кўзгатиш чўлғамларидаги ток кучини ўзгартириш нули билан ростланади. Реактив буровчи момент тормоз статорига маҳкамланган маятникли механизм ёрдамида ўлчанади. Ички ёнув двигателлари юклама билан ишлаганида механик энергия ишлаб чиқаради. Бу энергия махсус асбоблар ёрдамида электр энергиясига айлантирилиб электр тармоғига ушатилади. Бу холда маълум иктисодий 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 қилгичдан иборат бўлиб, датчик (тахогенератор) двигател ёки тормознинг валига уланади, қабул қилгич эса бошқариш нуқтасига ўрнатилади. Бу механизм секундомер билан бир вақтда ишлаши 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:

$$p_i = C (P_{\text{тор}} + P'_{\text{тор}}), \text{ кг/см}^2;$$

бу ерда

$$C = \frac{225 \cdot 10^{-3} \tau}{i V_h};$$

$i \cdot V_h$ - 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. ЁНИЛГИ ВА ҲАВО САРФИНИ ЎЛЧАШ

Двигател ишлаганда сарфланаётган ёнилгининг соатли сарфи қуйидагича ҳисобланади:

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

Бу ерда: ΔG_s — ёнилги дозаси, г; τ — ΔG грамм ёнилгининг сарфининг вақти, с; 3,6 — г/с ни кг/соатга айлантириш коэффициент. Ёнилги сарфини масса ёки ҳажм усулда ҳисоблаш мумкин. Ҳозир асосан ёнилги массасини ўлчаш усули қўлланилади (11.2-расм). Бу схемада тарозининг бир палласига яна 2 ўрнатилиб, у бак 7 дан келадиган ёнилги билан тўлдирилади. Ёнилги насос 5 билан трубка 4 бўйлаб двигателга берилади. Двигател ишлаб турган вақтда ёнилги сарфи ўлчанмаса, маълум миқдордаги ёнилги сарфлангандан сўнг электр магнитли клапан 1 узгич 3 ёрдамида ишга тушади ва яна ишга бакдан ёнилги оқиб тушади, натижада унинг сатҳи бир ёнилга еқлланади. Ёнилги сарфини ўлчаш учун бакдан ёнилги берилиш тўхтатилади ва бошқариш пультадаги ўлчаш кнопкаси босилади. Тарозининг стрелкаси ҳисобни бошлаш керак бўлган паллага келганда секундомер автоматик равишда (масалан, фотоэлемент ёрдамида) ишга тушади.

Маълум миқдордаги (50, 100, 150 грамм) ёнилги сарф бўлгандан сўнг секундомер яна автоматик равишда тўхтади, у ΔG грамм ёнилгининг сарф бўлиши учун кетган вақтни кўрсатади.

Дизеллар учун қўшимча трубка 6 ўрнатилиши лозим, чунки форсуникадан пуркалмай қолган ёнилги идишга қайтиб туширилиши шарт.

Бу ҳолда дизел сарфланган ёнилгининг сарф миқдори ўлчанади. Айрим ҳолларда эса ёнилгининг сарфи қўл секундомери ёрдамида ўлчанади.

Ёнилги сарфи ҳажм усулда ҳисобланганда двигателнинг бир соатда

11.2-расм. Ёнилги сарфини ўлчаш мосламасининг схемаси



сарфлаган ёнилгиси куйидагига 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 куйи ёниш иссиқлиги H_u ни билган ҳолда ёнилгининг солиштирма сарфини, индикатор ва 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 куйидаги формуладан аниқланади:

$$G_x = \frac{V_x \cdot \rho_x}{\tau} 3600, \text{ кг/соат},$$

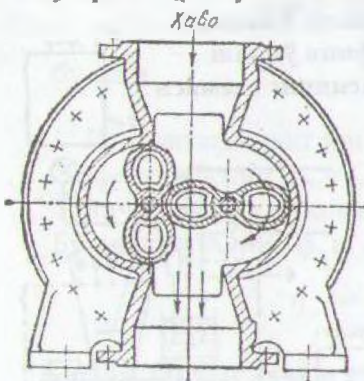
бу ерда: V_x — ўлчаш асбоби орқали τ (сек) вақт ичида ўтган ҳавонинг ҳажми, м^3 ;

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 ўлчагич схемаси

сарфини ўлчагичлар билан ҳисобланади. Двигателларни синашда, асосан, айланадиган роторли ҳажмий ўлчагичлар ишлатилади (11.3-рису). Унинг корпуси чўяндан ясалган бўлиб, ичида адиоминийдан ясалган иккита ичи бўш ротор жойлашган. Роторга кириш ва чиқишдаги босимнинг фарқи (15...30 мм сув устуни) таъсирида роторлар айланади. Натижада корпус ички резини билан роторнинг юзаси оралиғи ҳажмидаги ҳаво сиқиб чиқарилади.

Ҳаво ҳажмини ҳисоблаш механизми ротор ўқининг бирига ўрнатилади. Бу асбоб жуда пухта бўлиб, узоқ муддат аниқ ишлайди. Ротор ўқиға фотодатчик ўрнатиб, ҳавонинг сарфини масофада туриб ўлчаш мумкин. Бу ҳолда кўрсатиш асбоблари (вольтметрлар) 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 қуйидагича 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 қуйидагича 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 ортиклик коэффициентини аниқлаш учун цилиндрнинг соатли сарфи билан унинг элементар таркибини билиш керак:

$$\alpha = \frac{G_x}{G_c \cdot l_0};$$

бу ерда: l_0 — 1 кг ёнилгининг тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори, кг; бензин учун $l_0 = 14,9$ кг; дизел ёнилғиси учун эса $l_0 = 14,3$ кг.

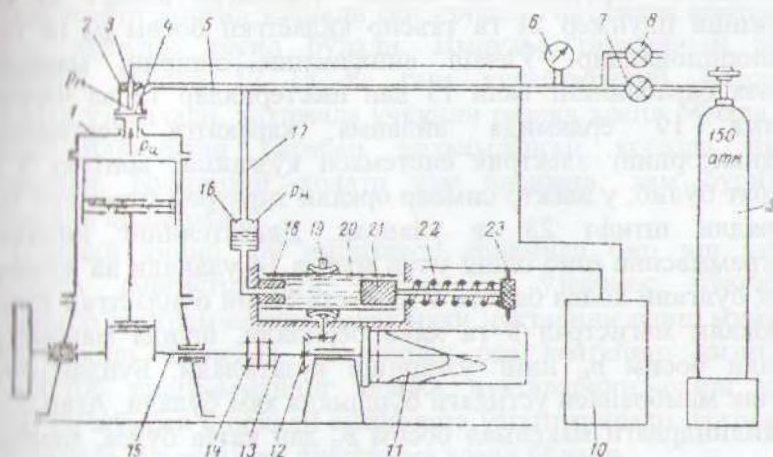
Температурани ўлчаш. Двигателларни синаш вақтида сув, мой, ишлатилган газлар ва деталларнинг температураси ўлчанади. Бу мақсадда, асосан, қаршилик термометрлари ишлатилади. Эксплуатацияга жўнатиладиган двигателларга эса манометрик термометрлар ўрнатилади. Деталлар ва ишлатилган газларнинг температураси термопаралар (темир-константан, мис-константан, хромел-копел ва бошқалар) ёрдамида ўлчанади. Термопаралар $^{\circ}\text{C}$ га даражаланган милливольтметрга уланади. Бу ҳолда термопаранинг қавшарланган қисми керамик қобикка жойлаштирилиб, чиқариш трубагининг 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 бурчига бўйича ўзгаришини $p - \phi$ 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

бирга ишлатилади ва улар ордамида бир цикли диаграммалар олинади.



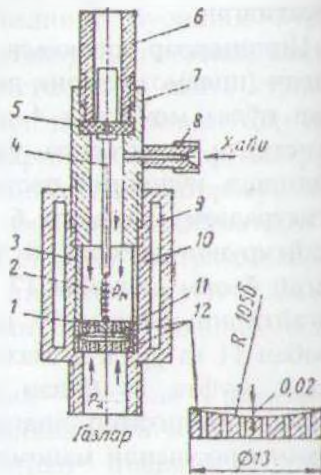
11.4-расм. МАИ-2 типдаги пневмоэлектрик индикаторнинг схемаси

Пневмоэлектрик индикаторлар кўп цикли диаграммани олиш учун ишлатилади. Бундай индикаторнинг ишлаш принципи ва тузилишини тушунтирувчи схема 11.4-расмда кўрсатилган.

Цилиндрлар головкаси 1 га сезгир элементли босим кабул қилгич (пневмоэлектрик датчик) 2 ўрнатилади. Сезгир элемент босим ифдат мембрана 4 дан иборат бўлиб, баллон 9 га ҳаво магистралли воситасида уланган датчикнинг юқори қисмини цилиндрга кўшилган пастки қисмидан ажратиб туради. Ҳаво магистраллига манометр 6, тўлдириш жўмраги 7 ва босимни кўрсаттирувчи жўмрак 8 ўрнатишган. Магистрал 5 да ҳосил бўлган босим шохобча 17 орқали суюқлик билан тўлдирилган кўрсаттириш 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 пружини-поршенли манометр ишлатилади. Бу манометр гильза 20 шаклида 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 нинг силжиши плунжер 21 га таъсир қилаётган босим p_m га тўғри пропорционалдир. Ўлча ш аниқлигини ошириш мақсадини гильза барабаннинг вали 13 дан шестернялар 12 ва червякни узатма 19 ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Индикаторнинг электрик системаси кўзгалмас 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 ёпиқ 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_u 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 бўладикки, бунда босим p_m бирмунча вақт босим p_u 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_u кескин ошади, аммо босим p_m цикл давомида жуда кам ўзгаради. Кенгайиш жараёнида босим p_u камаяди ва мембрана юқори ўриндикка қисилиши ҳамда босим p_m цилиндрдаги босим p_u дан катта бўлиши биланоқ мембрана тескари томонга ҳаракат қилиб, яна пастки ўриндикда сиқилади.

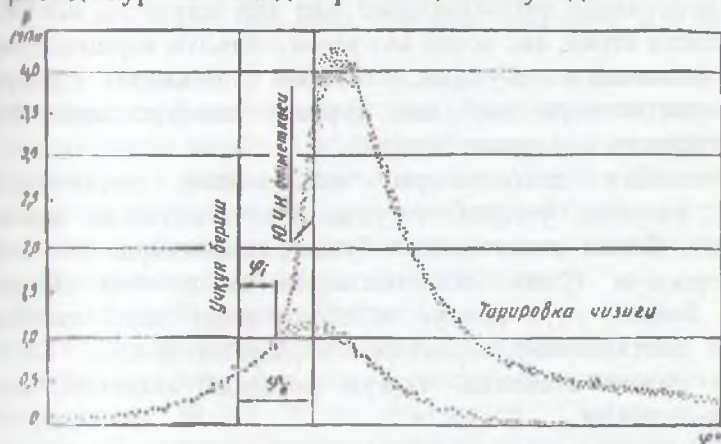
Мембрананинг юқори ўриндикка сиқилиш пайтини



11.5-расм. Пневмоэлектрик кабул қилгичнинг тузилиши

бу натижада контакт 4 билдиради. Мембрана, босимлар p_u ва p_m фарқида қараб контактга уринади ёки ундан узоқлашади. Бу натижада электр занжир уланади ёки узилади, натижада контактда электр импульс ҳосил бўлади. Импульс тиратронли реле-ўзгартгич орқали 12...18 кв гача кучайтирилиб, разрядли конденсаторга узатилади, натижада учқунли разряд ҳосил бўлади. Бу учқун айланаётган барабан маҳкамланган қоғозда нукта қолдирилади. Нуктанинг ҳолати ҳам босимни, ҳам бурилиш бурчигини билдиради.

Шундай қилиб, бу индикатор ёрдамида бир иш цикли давомида (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-рисмда кўрсатилган диаграмма ҳосил бўлади.



11.6-рисм. Пневмоэлектрик индикатор ёрдамида ёзилган двигателининг индикатор диаграммаси

Тиратрон ўзгартгич ёрдамида ю. ч. н., атмосфера ва тарировка чизиқларини олиш мумкин.

$p - \phi$ координаталар системасида олинган индикатор диаграммадан циклнинг максимал босими p_z , босимнинг ўсиш суръати $dp/d\phi$, сиқиш босими p_c , ўт олдиришнинг илгарилаш

бурчаги φ_e ларни ва иш циклининг кетишини характерлайдиган бошқа кўрсаткичларни аниқлаш мумкин. p — V координаталар системасида қайта қурилган диаграммалардан эса ўртачи индикатор босим, индикатор қувват ва φ . и. к. ларни аниқлаш мумкин.

11.5. ДВИГАТЕЛНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Автомобил транспортини эксплуатация қилиш шунинг кўрсатадики, улар иш вақтининг 80 фоизи давомида тезлик ва юклама режимларининг кенг диапазонда ўзгариши билан ишлайди. Тирсакли валнинг ҳар қандай айланишлар частотасида ҳам двигател барча юкламаларда тургун 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 келиши 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 тургунлашмаган режимда ишлайди. Лекин двигателнинг бундай режимларда ишлашнинг характерловчи тўлиқ маълумотларни олиш анча мураккаб бўлиб, бунинг учун махсус асбоблар ясаш талаб қилинади. Амалда двигателнинг характеристикаларини махсус ГОСТ га биноан синаш стендида, тургун режимда ишлатиб, синаш пайтида олинади.

Двигателни синаш пайтида тезлик, юклама, ростлаш ва махсус характеристикалар олинади.

Тезлик характеристикалари

Тезлик характеристикалари икки турга: ташки ва қисмий тезлик характеристикаларига бўлинади.

Ташки тезлик характеристикаси. Двигателнинг ташки тезлик характеристикаси деб, айланишлар частотаси n га боғлиқ бўлган эффектив қувват N_e , эффектив буровчи момент M_e , ёнилгининг соатли сарфи G_e ва эффектив солиштирма сарфи g_e

нинг эгри чизикларига айтилади. Бундай характеристика лабораторияли двигателларда дроссел-заслонка тўла очик ёки ағдада 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 кетини характерини тушунтириш мумкин.

Ташки тезлик характеристикаларини олиш шартлари: ҳар бир двигател учун тирсакли вал айланишлар частотасининг суви 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 нотурғун ишлайди (юкламани қабул қила олмайди) ва тўхтаб қолади. Бунга асосий сабаб тўлдириш коэффициентининг кескин пасайиб кетиши ва натижада, ёниш жараёнини турғун ҳолат қилиб бўлмаслигидир. Ташки тезлик характеристикасида: M_m — максимал эффектив буровчи моментга мос келувчи максимал айланишлар частотаси; n_{ge} — ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи минимал бўлган айланишлар частотаси; $n_{ном}$ — двигателнинг номинал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси; n_e — двигателнинг максимал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси; $n_{cu, max}$ — двигателнинг регулятор билан санг ишлаш айланишлар частотаси ва $n_{разн}$ — хаддан ташқари етган айланишлар (разнос) частотаси бўлади.

Юк автомобиллари двигателларида $n_e = n_{ном}$, енгил автомобиллар двигателларида эса $n_{ном} > n_e$ бўлади.

Двигателни синашдан олдин киздирилади, яъни сув ва мой температураси 80...85 °C га етказилади. Сўнгра двигателга минимал айланишлар частотасида энг катта юклама берилади (дроссел-заслонка тўла очилади). Бу ҳолда қуйидаги 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:

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

ΔG_e — ўлчанадиган ёнилги дозаси, г;

τ — ёнилги сарфланган вақт, с;

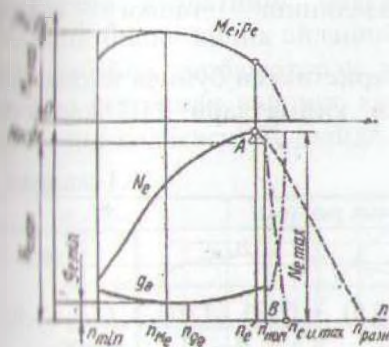
в) ёнилгининг эффектив солиштирма сарфи:

$$g_e = \frac{G_e}{N_e} 10^3, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)};$$

г) эффектив буровчи момент:

$$M_e = \frac{716,2 N_e}{n}, \text{ кГ} \cdot \text{м}.$$

11.7-расмда двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси келтирилган. Енгил автомобиллар двигателларида $n_{\text{ном}} > n_e$ бўлганидан, двигател максимал тезлик режимида тургун ишлайди. Айланишлар частотаси $n_{\text{ном}}$ кийматдан ортиши билан ҳавонинг гидравлик қаршиликлари ҳам ортиб кетади. Натижада тўлдириш коэффициентини η_v ва ўртача эффектив босим p_e кескин камайиб, $n_{\text{разн}}$ 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 дастлаб бир оз камаяди, лекин кейинчалик механик ва индикатор ф. и. к. ларнинг пасайиши натижасида у кўпаяди.



11.7-расм. Двигателнинг ташқи тезлик ва қувват харақтеристикаси

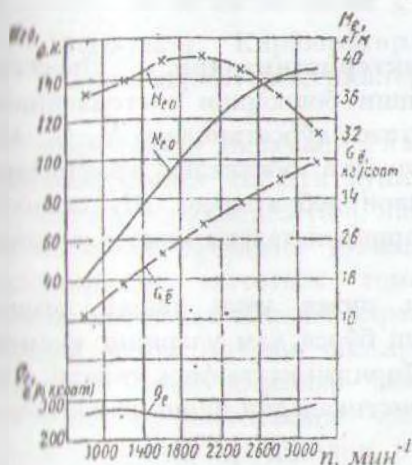
қалтирилган ($p_0 = 760$ мм. сим. уст. ва $t = 15^\circ \text{C}$):

$$N_{e_0} = AN_e;$$

$$M_{e_0} = AM_e.$$

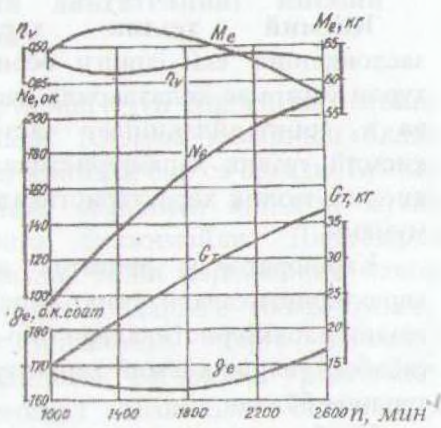
Коэффициент A қуйидаги ифода орқали топилади:

$$A = \frac{P_0}{P_w} \frac{530 + t_w}{545}.$$



11.8-расм. ЗИЛ-130

двигателнинг ташқи тезлик ва қувват харақтеристикаси



11.9-расм. ЯМЗ-740

дизелнинг ташқи тезлик ва қувват харақтеристикаси

Бу ерда t_x ва p_x ташқи мухитнинг температураси ва босими.

11.9-расмда ЯМЗ-740 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси кўрсатилган.

Двигател ташқи тезлик характеристикаси бўйича ишлагани айланишлар частотасининг чекка қийматлари 11.1-жадвалда келтирилган.

11.1-жадвал

Двигател тури	Тезлик режими				
	$n_{ном}$	n_{max}	$n_{с.г.}$	$n_{с.и.}$	n_{max}
Дизел	2000...				
	3300	350...	(0,4...0,6)	(1,05...1,07)	(1,4...1,6)
	3600...	700	$n_{ном}$	$n_{ном}$	$n_{ном}$
	4500+				
Карбюраторли двигател	3000...				
	4200++	300...	(0,4...0,6)	(1,05...1,1)	(1,7...2,0)
	4000...	600	$n_{ном}$	$n_{ном}$	$n_{ном}$
	6000++				
	+				

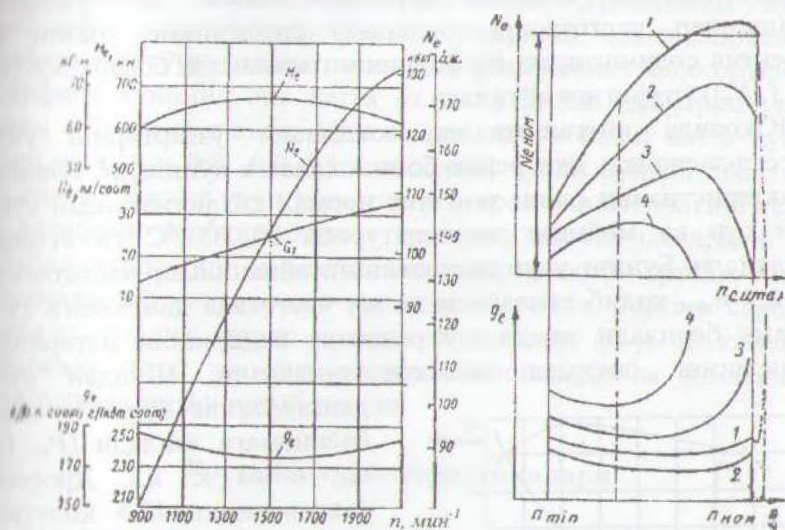
- + энгил автомобилларга ўрнатиладиган дизеллар;
- ++ юк автомобиллари;
- +++ энгил автомобиллар.

Кисмий тезлик характеристикалари. Дроссел-заслонканинг ёки ёнилғи беришни бошқариш системасининг турли ўзгармас ҳолатларида двигател кўрсаткичлари N_e , G_e , M_e ва g_e нинг айланишлар частотасига боғлиқлик графиклари кисмий тезлик характеристикалари деб аталади. Шу сабабли кисмий тезлик характеристикаларини исталган миқдорда олиш мумкин.

Карбюраторли двигател ва дизел учун ташқи тезлик характеристикалари ўзаро ўхшаш бўлса ҳам уларнинг кисмий тезлик характеристикалари бир-биридан катта фарк қилади. Шу сабабли уларда кисмий характеристикаларни олиш шароитлари турлича бўлади.

Карбюраторли двигателда кисмий характеристикалар (11.10-расм) дроссел-заслонканинг ҳар хил ҳолатларида олинганлиги сабабли унинг тўлдириш коэффициенти кескин ўзгаради. Натижада эффектив қувват ҳам ўзгаради. Шуниси характерлики,

эффектив қувватнинг максимуми дроссел- заслонка ёпила боғлини билан кичик айланишлар частотаси томонга силжийди. Шу сабабли карбюраторли двигателларда юклама камайганда ретинос (тирсакли валнинг хаддан ташқари катга тезлик билан айланиш ходисаси) бўлмайди.



11.10-расм. Карбюраторли двигателнинг қисмий тезлик характеристикалари

Дизелларда юкламани ўзгартириш учун ёпилги насосининг рейкаси бошқа ҳолатга қўйилади. Юклама камайиши билан гулдириш коэффициенти η_e нинг қиймати бир оз ортади. Бунинг натижасида эффектив қувватнинг максимал қиймати кичик айланишлар частотаси томонга силжимади. Дизелларда юкламанинг камайишига қарамасдан ёниш жараёнининг давом этини 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.

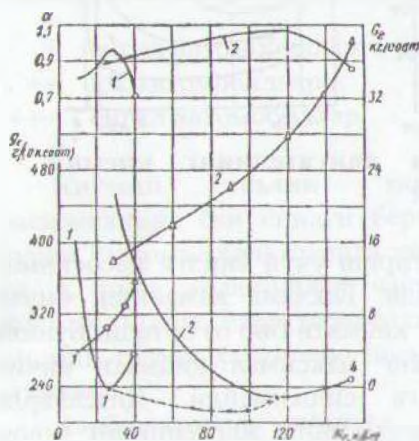
Дизелларнинг регуляторли характеристикасини олиш учун регуляторни бошқариш органини ўзгармас ҳолатда ушлаб туриб юкламани салт ишлашдан максимал қийматгача оширилади ва

маълум юклама оралигида двигател кўрсаткичларининг (n , N_e , G_e , ва g_e) ўзгариши ёзиб борилади.

Юклама характеристика

Двигателнинг юклама характеристикаси деб ўзгармав айланишлар частотасида ($n = \text{const}$) ёнилгининг соатли на эффектив солиштирма сарфларининг юкламага боғлиқлик (G_e , $g_e = f(N_e)$) графигига айтилади.

Юкорида айтганимиздек, юкламани ўзгартириш учун дроссел-заслонка ёки рейка бошка ҳолатга қўйилади. Юклама характеристикани олиш двигател нормал киздирилгандан сўнг, яъни сув ва мойнинг температураси $80 \dots 85^\circ \text{C}$ га етганида 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_t , G_e , G_x , n ва ҳ. к.). Дроссел-заслонканинг 4...5 ҳолатида двигателнинг кўрсаткичлари қайтадан ёзилади ва юкорида келтирилган формулалар орқали ёнилгининг соатли на 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

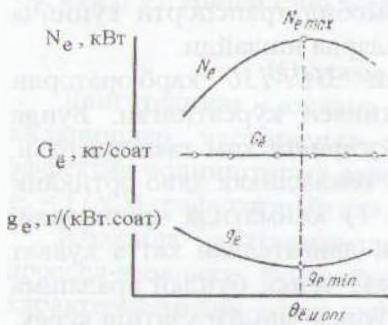
частотасида тезлик характеристикаларини бирор тик чизик билан кесилади (масалан, 11.10-расмдаги штрихли ордината чизигига қаранг) ва кесишиш нуқтасидаги маълумотлардан фойдаланилади. Двигателнинг юклама характеристикасини олишдан асосий мақсад двигател тўла, қисмий юкламаларда ва

тант ишлаганда ёнилгининг соатли ва солиштирма сарфи қандай бўлишини ўрганишдир, чунки автомобил транспорти кўпинча (75% нақт давомида) қисмий юкламаларда ишлайди.

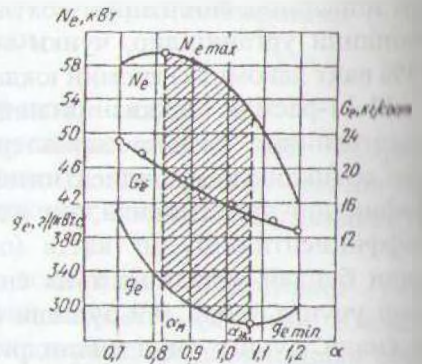
11.11-расмда саккиз цилиндрли *ЗИЛ-130* карбюраторли двигателининг юклама характеристикаси кўрсатилган. Бунда ҳаво ортиклик коэффициентининг ўзгариши ҳам тасвирланган. Графикнинг кўрсатишича, энг яхши тежамликка ҳаво ортиклик коэффициентининг энг катта ($\alpha > 1$) қийматида эришिलाди, чунки бундай 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 шифрани карбюраторнинг тезлатиш насоси бажаради. Шу сабабли ёнилгининг эффектив солиштирма сарфи ортади. Кичик юкламаларда эса дроссел-заслонка беркила борган сари η_v ошмишди, қолдиқ газлар ортади ва механик ф. и. к. камайди. Натижада ёниш жараёни кескин ёмонлашади ва ёнилғининг солиштирма сарфи ортиб кетади.

Ростлаш характеристикалари

Ростлаш характеристикалари орқали ёниш жараёнига таъсир килувчи омиллар (ёндиришни илгарилаш бурчаги, ёнувчи аралашма таркиби, дизелларда эса ёнилғи пуркай бошланиши илгарилаш бурчаги ва аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган рейканинг ҳолати) таҳлил қилинади. Двигателнинг оптимал кўрсаткичларини шу кўрсаткичга боғлиқ равишда танлаш учун олинадиган характеристикалар ростлаш характеристикалари дейилади. Бундай характеристикалар дроссел-заслонканинг ёки рейканинг ўзгармас ҳолатларида олинишиди. Бу шароитларда двигателнинг қуввати ва тежамлиги ёндиришни илгарилаш бурчагига ёки ёнилғи пуркай бошланиши илгарилаш бурчагига боғлиқ равишда ўзгаради. Бундай характеристикалар турли юкламаларда ва тирсакли валнинг ҳар қанча 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, шикни 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 (дроссел-заслонка тўлиқ очик, $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$)

Тирсакли валнинг бир хил айланишлар частотасида иш дроссел-заслонканинг тўла очик ҳолатида ёндиришни илгарилатиш бурчагининг $\theta_{e.и}$ бўйича олинган ростлаш характеристикаси 11.12-расмда кўрсатилган. Графикли ёндиришни илгарилатиш бурчагининг оптимал қиймати $\theta_{e.и.опт}$ штрих 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 камайди, g_e эса ошиб кетади.

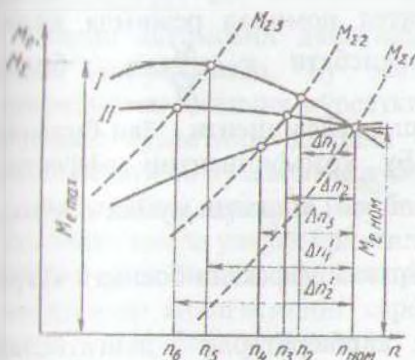
11.6. ДВИГАТЕЛ ИШ РЕЖИМИНИНГ ТУРГУНЛИГИ

Двигател тирсакли валида ҳосил бўлгандиган эффектив буровчи момент автомобилнинг юришига қаршилик қилувчи моментлар йиғиндисига тенг ёки ундан бир оз ортиқ бўлиши

керек. Автомобилга таъсир қилувчи қаршиликлар моменти шатор омилиларга боғлиқ (йўл профили ва унинг ҳолати, ҳаво қаршичилигининг ўзгариши ва ҳоказолар) бўлиб, улар кенг ўқимда ўзгариши мумкин. Шу сабабли двигателга қўйиладиган талаблардан бири унинг буровчи моменти, автомобилга таъсир қилувчи қаршиликларнинг қандай ўзгаришидан қатъи назар, турғун ишлаш режимини таъминлаши лозим. Бу ҳолда двигателнинг тезлик режими жуда кичик микдорда ўзгариши керак.

Қуйида (11.14-расм) учта двигателнинг эффектив буровчи моментларининг эгри чизиклари келтирилган. Шуниси харақтерлики, барча двигателлар номинал режимда бир хил буровчи момент $M_{e \text{ ном}}$ ҳосил қилади.

Фараз қилайлик, автомобилнинг ҳарақатига ҳар хил қаршилик моментлари $M_{\Sigma 1} < M_{\Sigma 2} < M_{\Sigma 3}$ таъсир қилсин. Барча двигателлар тирсақли валнинг номинал айланишлар частотасида



11.14-расм. 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 $\Delta n'_1$ микдорга, иккинчи двигател учун эса $\Delta n'_2$ микдорга камаяди. Агар буровчи

момент тикрок кўтарилган эгри чизик бўйлаб ўзгарса (биринчи двигател учун) у ҳолда, автомобил ҳаракатига қаршилик ўзгарганда двигателнинг айланишлар частотаси қисқа чегарани ўзгаради. Биринчи двигателнинг қуввати қаршилик кескин ортганда ҳам уни енгилш 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_c эгри чизиги тўла юкламадагига қараганда тикрок бўлади. Бу ҳолда қаршиликлари ўзгарганда айланишлар частотаси қисқа чегарада ўзгаради. Автомобилнинг ҳаракат қаршилигига қараб дизелда M_c нинг ўзгариш характери юкламага боғлиқ эмас, чунки унинг ташқи ва қисмий характеристикалари деярли бир хил.

Автомобил двигатели иш режимининг турғунлиги максимал буровчи моментнинг двигател номинал режимда ҳосил қиладиган буровчи моментига нисбати $K = \frac{M_{c \max}}{M_{c \text{ ном}}}$ билан

аникланади. Бу нисбат мослашиш коэффициенти 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 камчилиكنи йўқотиш мақсадида айланишлар частотаси камайиши билан ёнилғи беришни кўпайтирадиган махсус мослама (барча режимли марказдан қочирма регулятор) дан фойдаланилади.

ДВИГАТЕЛЛАРНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

12.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Автомобил ва бошқа транспорт воситаларида куч манбаи шифатида поршенли ички ёнув двигателлари ишлатилмоқда. Автомобил транспорти таракқиётининг асосий йўналишларидан бири уларга ўрнатиладиган двигателлар қуввати диапазонини кенейтиришдир.

Оғир юк автомобиллари ва автопоездлар учун қуввати 450 кВт бўлган двигателлар керак, келажакда эса уларнинг қувватини 750 кВт га етказиш ва ундан ҳам ошириш кўзга ташланадиган.

Ёнгил автомобил двигателларининг қуввати ҳам кундан-кунга оширилмоқда. Бу эса уларнинг ҳаракат тезлигини оширишга ва динамик кўрсаткичларни яхшилашга олиб келди. Двигател қувватини ошириш билан бир вақтда унинг ишга қўйиладиганлиги ва пухталигини ҳам яхшилаш лозим.

Автомобил, трактор ва бошқа транспорт воситаларининг қўлайлигини ҳамда уларга ўрнатиладиган двигателлар қувватининг ошишини суяк ёнилғи истеъмолини янада оширди. Шунинг учун двигателлар ёнилғисининг сарфини камайтириш масалаларига катта эътибор бериш керак. Двигателнинг янги конструкцияларини яратишда уларнинг массаси ва таъмирланишларини камайтиришга ҳам эътиборни кучайтириш лозим.

Ёриқ шаҳарларда транспорт воситаларининг қўлайлигини натижасида ташқи муҳитнинг заҳарланиши ва умумий шовкин кучаяди. Шу сабабли двигател 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 солишгирма массаси ва ўлчамлари камаяди. Айланишлар частотасининг ошиши билан цикл давомидаги 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 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 цилиндрни ишлатилган газлардан тозалаш қийинлашади. Дизелларда ёнилғини пуркаш даври узайиб кетади ва ёниш жараёни кенгайиш йўлида амалга ошиб, унинг эффективлиги пасаяди.

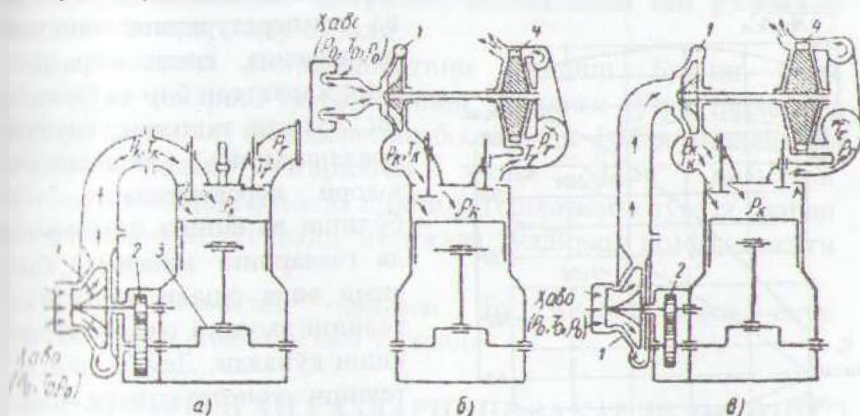
Механик исрофларни камайтириш мақсадида поршен йўли кичик бўлган ($S/D < 1$) двигателлар ишлаб чиқариш мақсадга мувофиқдир. Карбюраторли двигателларда асосан $S/D \leq 1$ қўлланилади.

Айланишлар частотаси оширилган двигателларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат: катта кесим юзали қиспан ўрнатиб тўлдириш коэффициенти катталаптирилади; 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 қувватини оширишнинг ккинчи 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 қувонинг зичлиги ρ_0 ошиб ρ_k га етади. Натижада, двигател цилиндрига кираётган заряднинг масса миқдори атмосферадан киргандাগига 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 қуввати ортади. Наддув усули билан двигател қувватини 50...70% гача ошириш мумкин.



12.1-расм. Наддув схемалари:

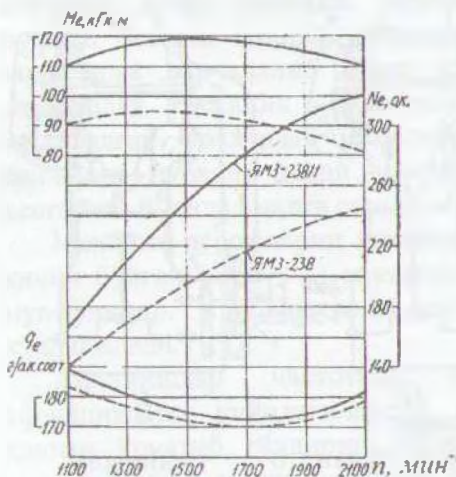
а — юритмали компрессор билан; б — турбинали компрессор билан; в — аралаш усулда ҳаво берадиган

Агар компрессор ҳаракатни тирсакли валдан олса (12.1-расм, а), двигател қувватининг 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-расм, б). Бу ҳолда чиқариш трубасидан чиқаётган газлар соплоли аппарат орқали турбинанинг куракчаларига урилади, турбина катта тезликда айлана бошлайди ва компрессорни ҳаракатга келтириб, фойдали иш бажаради. Ҳаво ташки муҳитдан компрессорга келади ва p_c босимгача сиқилиб, двигателнинг цилиндрларига ҳайдалади. Бу усул *ЯМЗ-238Н* двигателида қўлланилади.

12.2-расмда наддувли ва наддувсиз *ЯМЗ-238Н* дизелларининг ташқи тезлик характеристикалари келтирилган. Локомотивларга ўрнатиладиган дизелларда комбинацияланган турбиналар қўлланади. Бу ҳолда ҳавони сиқиш учун тирсакли вал ёрдамида ишлайдиган компрессордан ҳамда ишлатилган газларнинг энергиясидан фойдаланилади. Бунда цилиндрга тушаётган ҳавонинг босими катта бўлади, чунки ҳавони сиқиш ҳам биринчи ҳам иккинчи компрессорда амалга оширилади.

Наддув қўлланилганда сиқиш 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-расм. Наддувли ва наддувсиз двигателнинг ташқи тезлик характеристикалари

Карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши сабабли уларда наддув қўллаш чекланган. Дизелларда наддув қўлланилганда ёниш насосининг *прецизион* жуфтлари ва газ таксимлаш фазалари мос танланиши керак.

Россияда наддув, асосан, дизелларда қўлланилади, бунда цилиндр 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 кўтариладиган автомобилларга ва кучли тракторларга ўрнатилмоқда, 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);

— сиқиш даражасини ошириш. Бу усул карбюраторли двигателларда қўлланилиб, ϵ нинг маълум кийматларигача ($\epsilon = 8...9$) двигателга ижобий таъсир кўрсатади, лекин ϵ нинг киймати, жуда ошириб юборилса, детонацияли ёки ўз-ўзидан ёниш жараёнлари содир бўлади;

— тўлдириш коэффициенти η_v ни 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_v/α нисбатни ошириш. Бу нисбат ички ёнув двигателларида нисбатан кам ўзгаради.

12.3. ИШЛАТИЛГАН ГАЗЛАРНИНГ ЗАҲАРЛИЛИГИНИ КАМАЙТИРИШ

Ички ёнув двигателлари таъқи 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

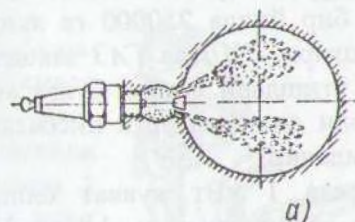
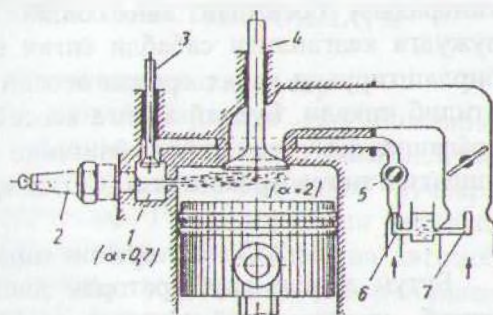
Жадвалдан кўриниб турибдики, дизелларда захарли моддалар нисбатан кам. Шу сабабли 3 т. ли ва ундан юкори к. автомобилларига дизеллар ўрнатиш мўлжалланган.

12.4. ЁНИЛГЕНИ ТЕЖАШ УСУЛЛАРИ

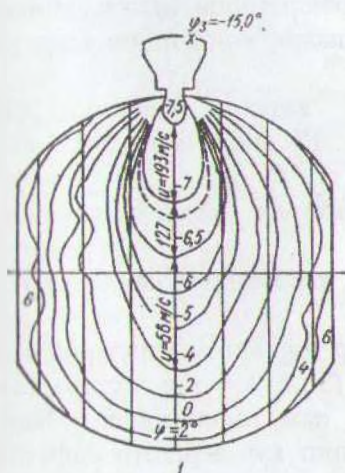
1. Аланга билан ўт олдириш

Юкорида 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 мақсадида мувофик. 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 собик 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 оркали осон алангаланадиган куюк ($\alpha = 0,7...0,8$) ёнувчи аралашма келади. Асосий камерага эса карбюратор 7 дан

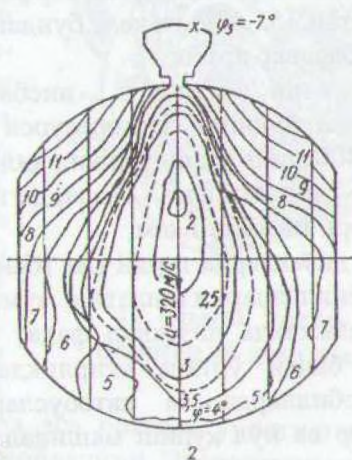
суёқ ($\alpha = 1,4 \dots 1,8$) ёнувчи аралашма киритиш клапани 4 орқали келади. Бунда ёндириш свечаси 2 ёндош камерада жойлашган



a)



b)



12.3-рasm, a) аланга билан ўт олдириш схемаси; б) аланга билан ўт олдирилдиган двигателнинг асосий камерасида аланганинг тарқалиши:

- 1 – «домшок» ишлайдиган камерада ($d_c = 8 \text{ мм}$);
- 2 – «көттик» ишлайдиган камерада ($d_c = 4 \text{ мм}$); $\alpha = 0,9$

бўлиб, свечадан учқун чиқиши билан қуюқ ёнувчи аралашма ёнади. Ёниш натижасида ёндош камерадаги босим асосий камерадаги босимдан анча ошиб 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 газ (CO) деярли бўлмайди.

2. Дизелларнинг ишлатилиши

Бугун 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 қувват олиш учун сарф бўладиган ёнилғининг солиштирма сарфи карбюраторли двигателникига нисбатан 35...40% га кам, бундан ташқари, ёнилғининг таннархи 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 қўламда ишлатилади. Бу мамлакатларда дизеллар ҳатто енгил автомобилларга (асосан таксиларга) ҳам ўрнатилади. Бунга асосий сабаб бензин ёнилғисининг камлиги ва қимматлигидир.

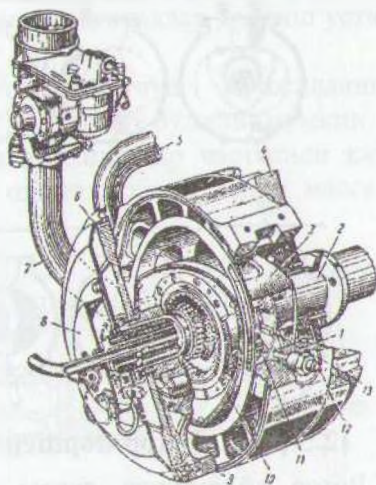
12.3. ВОШҚА ТИПДАГИ ДВИГАТЕЛЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

1. Ротор-поршенли двигателлар

Поршенли ички ёнув двигателларининг камчиликларидан бири уларда қайтма-илгариланма ҳаракатнинг мавжудлиги ва шунинг натижасида ҳосил бўладиган инерция кучларини минималлаштиришнинг қийинлигидир. Ротор-поршенли двигателда бундай камчилик йўқ. Шу сабабли кейинги пайтда автомобил двигателларининг янги тиши, жумладан, ротор-поршенли двигателлар (РПД) ни ишлаб чиқариш йўлга қўйилди (ГФР ва Японияда).

Ротор-поршенли карбюраторли двигателнинг схемаси 12.4-расмда кўрсатилган. Двигателнинг циклоида шаклли цилиндрлари бўлган корпуси 1 билан. Корпуснинг бўшлиғи икки ён корпуси икки ён цилиндрларнинг текис юзала-рига қўшилдиб, иш бўшлиғини ҳосил қилади. Иш бўшлиғида кайрак учбурчак шаклли ротор 3 (поршен) ҳаракат қилади. Ротор 3 билан бир ўқга икки гидрок шестерня 10 ўрнатилган. Бу шестернянинг икки тишлари корпуснинг кўккаси 9 га маҳкамланган бўладиган шестерня билан шўланган. Қўзғалмас шестерня эса роторга ўрнатилган экс-центрик вал 2 билан бир ўқда жойлашган. Эксцентрик валнинг ўқи иш бўшлиғининг марказидан ўтади. Ротор шестерняси цилиндрларнинг қўзғалмас шестерня тишлари сонига нисбати 1:2 га тенг. Шунинг учун ротор кувват олинадиган эксцентрик валдан 2 марта секин айланади.

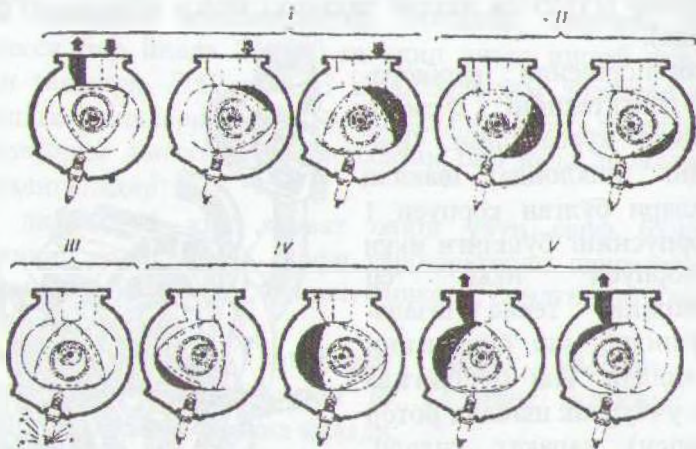
Двигателни ишга тушириш учун эксцентрик вални стартёр қўғилди ҳаракати келтирилади ва ротор эксцентрик вал билан



12.4-расм. Ротор-
поршенли двигател

бирга айлана бошлайди. Натижада ротор циклоида бўйлаб ҳаракат қилади, чунки роторнинг шестерняси қўзғалмас шестерняга иланиади. Ротор ҳаракат қилганда унинг учала 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 сиқиб жараёни; III иш аралашмасини свеча ёрдамида ёндириш; IV кенгайтиш 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 факат марказдан кочирма инерция кучи ҳосил бўлади. Бу куч осонгина, валдаги иккита посанги билан мувозанатланади.

Ротор-поршенли двигател ўртача эффектив босим, ёнилғининг тежамлилиги, литрли қувват каби кўрсаткичлар билан ҳозирги замон карбюраторли двигателларига яқин туради. Бу двигателлар поршенли двигателларга караганда анча оддий тузилган бўлиб, унда факат иккита детал, яъни ротор ҳамда вал

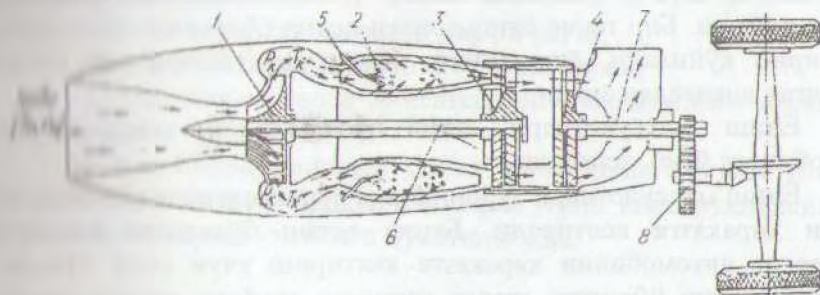
Унинг айланми ҳаракат қилади. Унинг массаси ва габарит ўлчамлари поршеньли двигателникдан кичик ва ундан тўла қувватланаётганлиги ҳамда тебранишларнинг йўқлиги билан фарқланади. РПД нинг асосий камчилиги роторнинг айланмига ўрнатилган ҳалқаларнинг тез ишдан чиқишидир. РПД нинг дизел типى ҳам ишлаб чиқарилган.

2. Газ турбинали двигателлар

Кавказда оғир (100...120 т) юк автомобилларга дизеллар ўрнатиш мўлжалланган. Бундай ички ёнув двигателларнинг габарит ўлчамлари жуда ҳам катта бўлади. Шу сабабли кейинги йилларда инебатан 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 қўрилма агрегатлардан ташкил топган: 1 - марказдан қочирма компрессор; 2 - ёниш камераси; 3 - компрессорли турбина; 4 - қўри турбинаси; 5 - форсунка; 6 - биринчи вал; 7 - иккинчи вал; 8 - редуктор. Бундан ташқари, у айланишлар частотаси редуктори, мўл насоси, стартер ва бошқа ёрдамчи ускуналар

билан жиҳозланган. 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 $\alpha = 1,0 \dots 1,5$ кийматларда содир бўлса ҳам, ҳавонинг умумий сарфи нисбатан кўп бўлганлиги сабабли $\alpha = 4 \dots 6$ га етади. Бу эса поршенли двигателлардагига қараганда анча кўп.

Турбиналар тайёрлаш учун вольфрам, молибден, никей қотишмалари ишлатилади.

Газ турбинали двигател куйидагича ишлайди: компрессорнинг вали стартер ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Валнинг айланишлар частотаси ками билан номинал айланишлар частотасининг 25...30% ини ташкил қилгандагина компрессор сиқилган ҳавони ёниш камерасига узата бошлайди. Бу пайтда форсунка орқали ёниш камерасига ёнилги пуркалади. Сиқилган ёнувчи аралашма электр чўгланиш свечаси ёрдамида ёндирилади. Бир текис ёниш зонаси ҳосил бўлгандан сўнг свеча ўчириб қўйилади, ёнилгининг 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, чунки унда вал подшипникларидаги ишқаланишдан бошқа ишқаланишлар йўқ, шунинг учун мойлаш системаси соддадир. Ёр двигателларда ёнилги узлуксиз узатилганидан ёнилги бериш аппаратураси содда тузилган.

Газ турбинали двигател ўрнатилган автомобил учун ёнилгини муфтаси керак бўлмайди, чунки двигателни ишга қўйишда фақат компрессорнинг вали айлантирилади, тортиш қўғирмаи эса ҳаракат қилмайди. Шу сабабли турбинанинг турлини хarakterистикаси жуда қулай. Автомобилнинг жойидан қўқолаётган буровчи моменти номинал режимдагидан 2 баравар катта бўлади. Натижада узатмалар қўтисининг конструкцияси соддалашади ва ҳайдовчининг иши осонлашади. Ҳайдовчи узатмаларни жуда кам улайди, двигателни эса фақат ёнилги узатиш педалига таъсир қилиб боқиб туради.

Газ турбинали двигателлар бир қанча камчиликларга эга:

- номинал режимда поршенли двигателга нисбатан тежамсиз ишлайди;
- бир хил қувватда ҳавонинг сарфи катта;
- сўрилаётган ҳаво жуда тоза бўлиши керак;
- кичик юкламаларда двигателнинг тежамлилиги кескин ёмонлашади;
- автомобилни двигател билан тормозлаш мумкин эмас. Двигателнинг бу камчиликлари ҳозирда унинг конструкциясини мураккаблантириш ҳисобига йўқотилмоқда.

II – қисм

АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

ҚАБУЛ 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 коэффициентини;
- йўловчилар сони, одам;
- йўловчилар сонидан фойдаланиш коэффициентини;
- автомобилнинг олд ўкига тушадиган оғирлик, Н;
- автомобилнинг орқа ўкига тушадиган оғирлик, Н;
- тиркаманинг олд ўкига тушадиган оғирлик, Н;
- тиркаманинг орқа ўкига тушадиган оғирлик, Н;
- автомобилнинг массаси, кг;
- автомобилнинг олд ўкига тўғри келадиган масса, кг;
- автомобилнинг орқа ўкига тўғри келадиган масса, кг;
- тиркаманинг олд ўкига тўғри келадиган масса, кг;
- тиркаманинг орқа ўкига тўғри келадигаа 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 ўтагонлигининг бўйлама радиуси, м;
- автомобил ўтагонлигининг кўндаланг радиуси, м;
- дилгител 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_q - автомобил етакчи гилдиракларининг бурчак тезлиги, с^{-1} ;
- $\omega_{\text{т.с.}}$ - двигател тирсакли валининг бурчак тезланиши, с^{-2} ;
- U_a - автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги, м/с (км/соат);
- U_0, U - автомобилнинг бошланғич ва охириги ҳаракатланиш тезликлари, м/с (км/соат);
- i_k - узатмалар қутисининг узатиш сони;
- $i_{\text{кк}}$ - узатмалар қўшимча қутисининг узатиш сони;
- i_0 - асосий узатманинг узатиш сони;
- $i_{\text{тр}}$ - трансмиссиянинг узатиш сони;
- r_a - гилдиракнинг гилдираш радиуси;
- F_a - гилдиракнинг йўлдаги контакт юзаси, м^2 ;
- P_u - уринма тортиш кучи, Н;
- P_t - гилдиракларни тормозлаш кучи, Н;
- $P_{\text{жк}}$ - илмок (крюк) даги тортиш кучи, Н;
- P_x, P_y, P_z - гилдиракка таъсир этувчи горизонтал, ён ёки нормал (тик) кучлар, Н;
- P_t - гилдирашга қаршилик кучи, Н;
- P_{ψ} - йўлнинг қаршилик кучи, Н;
- P_i - кўтарилишга қаршилик кучи, Н;
- P_{ω} - ҳавонинг қаршилик кучи, Н;
- P_j - шиғовланишга қаршилик кучи (илгарилама ҳаракатланувчи массаларнинг инерция кучи) Н;
- $P_{\text{ит}}$ - трансмиссиядаги ишқаланиш кучи, Н;
- $P_{\text{иа}}$ - двигателнинг етакчи гилдиракларга ўтказилган, ишқаланиш кучи, Н;
- P_{z1} - йўлнинг олд гилдиракларга кўрсатадиган нормал (тик) реакцияси, Н;
- P_{z2} - йўлнинг орқа гилдиракларга кўрсатадиган нормал (тик) реакцияси, Н;
- M_e - двигателнинг тирсакли валидаги самарадор буровчи момент, Нм;
- $M_{\text{ит}}$ - етакчи гилдираклардаги тормозлаш моменти, Нм;
- V_b - двигателнинг ишчи ҳажми, $\text{дм}^3(\text{л})$;
- S_n - поршен йўли, м;
- M_e - етакчи гилдираклардаги буровчи момент, Нм;

- M_0 - автомобилнинг гилдирашга қаршилик моменти, Нм;
- M_{tr} - трансмиссиядаги ишқаланиш кучлари моменти, Нм;
- M_{mot} - двигателдаги ишқаланиш кучлари моменти, Нм;
- M_{gtr} - гилдирак тормозларидаги ишқаланиш моментларининг жами, Нм;
- N_s - двигателнинг самарадор қуввати, кВт;
- N_1 - етакчи гилдиракларга келтириладиган қувват, кВт;
- N_2 - гилдирашга қаршилик кучларини енгишга сарфланадиган қувват, кВт;
- N_3 - йўлнинг қаршилик кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_4 - баландликка чиқишга қаршилик кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_5 - ҳавонинг қаршилик кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_6 - шигов билан ҳаракатланишга қаршилик кучларини енгиш (инерция кучларини) учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_{mot} - двигателдаги ишқаланиш кучларини енгиш учун сарфланадиган қувват, кВт;
- N_{eng} - энг катта қувватда ёнилғининг солиштирма сарфи, кВт;
- k_a - двигател тирсакли валининг айланиш частоталаридан фойдаланиш коэффиценти;
- k_N - двигател қувватидан фойдаланиш коэффиценти;
- D - динамик омил;
- D_{av} - етакчи гилдиракларнинг ер билан илашиши бўйича динамик омил;
- η_{tr} - трансмиссиянинг фойдали иш коэффиценти;
- η_m - двигателнинг механикавий фойдали иш коэффиценти;
- G_s - двигателнинг йўлда ёнилғи сарфлаши, л/100 км;
- G_k - двигателнинг соатлик ёнилғи сарфи, кг/соат;
- G_{tr} - транспорт иши бирлигига ёнилғи сарфи, л/т км;
- ρ_k - ёнилғи зичлиги, кг/л;
- g - эркин тушиш тезланиши, м/с²;
- f - гилдирашга қаршилик коэффиценти;
- f_0 - кичик тезликда ҳаракатланганда гилдирашга қаршилик коэффиценти (≤ 14 м/с);
- φ - йўл қаршилиги коэффиценти;
- φ - гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффиценти;
- η_m - автомобилнинг ён тургунлик коэффиценти;

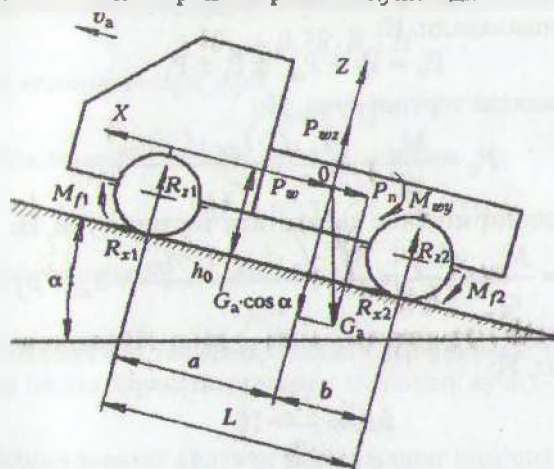
- $b_{ш}$ - шина профилининг баландлиги, мм;
- b_s - шина профилининг эни, мм;
- $\lambda_{ш}$ - шинанинг деформация коэффиценти;
- d - шина ободининг диаметри, мм (дюйм)ларда;
- $D_{ст}$ - шинанинг статик диаметри, м;
- α - йўлнинг қиялик бурчаги, град;
- β - йўлнинг ён қиялик бурчаги, град;
- γ_1, γ_2 - автомобилнинг солинган олдинги ва орқадаги бурчаклари, град;
- δ - гилдиракларнинг шатаксияш коэффиценти;
- $\delta_{вм}$ - айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти;
- δ_1, δ_2 - автомобилнинг олдинги ва орқа гилдираклари шиналарининг ёнаки сурилиш бурчаклари, град;
- j, j_c - автомобилнинг тезланиши ва секинлашиши, м/с²;
- k_{ω} - автомобилнинг суйрилиш коэффиценти, Н·с²/м⁴;
- F_{ω} - автомобилнинг олд юзаси (миделев кесими), м²;
- $W_{\sigma} = k_{\omega} \cdot F_{\omega}$ - суйрилиш (обтекаемость) омили, Н·с²/м²;
- m_1, m_2 - автомобилни тормозлашда юкламаларнинг олдинги ва орқадаги гилдиракларга қайта тақсимланиш коэффицентлари;
- $J_{дв}$ - двигател айланувчи қисмларининг инерция моменти, Н·м·с²;
- j_r - автомобил гилдирагининг инерция моменти, Н·м·с²;
- θ_t - ташки бошқариладиган гилдиракнинг бурилиш бурчаги, град;
- θ_n - ички бошқариладиган гилдиракнинг бурилиш бурчаги, град;
- θ - бошқариладиган гилдиракларнинг ўртача бурилиш бурчаги, град;
- θ_{max} - бошқариладиган гилдиракларнинг энг катта ўртача бурилиш бурчаги, град;
- $\theta_{рг}$ - автомобил рул чамбарагининг бурилиш бурчаги, град;
- λ_0 - бурилиш гапфаларининг ўқлари орасидаги масофа, град;
- $i_{pm} = i_{pp} \cdot i_{p\omega}$ - рул механизмининг узатиш сони;
- i_{pp} - рул редукторининг узатиш сони;
- $i_{p\omega}$ - 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;
- $R_{шб}$ - шатакчи автомобилнинг бурилиш марказидан энг узоқда

- $R_{\text{ж}}$ - жойлашган нуктасининг энг кичик бурилиш радиуси, м;
- $R_{\text{т}}$ - тиркеманинг бурилиш марказига энг яқин нуктасининг энг кичик бурилиш радиуси, м;
- Δ_1 - автомобилнинг бурилиш марказидан энг узокда жойлашган нуктасидан ташқи бошқариладиган гилдирак изининг марказигача бўлган масофа, м;
- Δ_2 - ташқи бошқариладиган гилдирак изининг марказидан автомобилнинг бурилиш марказига энг яқин нуктасигача бўлган масофа, м;
- $R_{\text{г}}$ - гилдиракларнинг изи бўйича бурилиш эни, м;
- B_1 - ҳаракатнинг габарит ўлчами, м;
- $R_{\text{а}}$ - автопоезд бурилиш йўлагининг эни, м;
- β_{180} - автопоезднинг 180 градусга бурилиш полосасининг эни, м;
- $k_{\text{г}}$ - гилдиракларнинг ёнаки сурилиб кетишига қаршилик коэффициенти;
- $\omega_{\text{б}}$ - автомобилнинг бурилишдаги бурчак тезлиги, с^{-1} ;
- $\omega_{\text{б}}/0$ - автомобилнинг бурилишга сезгирлиги, с^{-1} ;
- $\beta_{\text{г}}$ - бурилишнинг ўртача радиуси билан автомобил оғирлик маркази ўртасидаги бурчак, град;
- $\omega_{\text{бг}}$ - бошқариладиган гилдиракларнинг бурилишдаги бурчак тезлиги, с^{-1} ;
- $l_{\text{ап}}$ - автопоезд траекториясининг нисбий силжиши, м;
- $P_{\text{а1}}, P_{\text{а2}}$ - бурилишда автомобилнинг олдинги ва орқадаги гилдиракларига таъсир этувчи ёнаки кучлар, Н;
- $P_{\text{а}}$ - бурилишда автомобилнинг оғирлик марказига таъсир этувчи марказдан қочма куч, Н;
- δ_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;
- $K_{\text{т}}$ - тормозланиш самарадорлигининг пасайиш коэффициенти;
- $\gamma_{\text{а1}}, \gamma_1$ - етакчи автомобил ва тиркеманинг солиштирма тормоз кучи;
- $F_{\text{а2}}$ - етакчи автомобил ва тиркема ўртасидаги тиркагич куч, Н;
- $l_{\text{а}}, l_1$ - тиркеманинг оғирлик марказидан олдинги ва орқа гилдиракларнинг айланиш ўқи ўртасигача масофа, м;
- θ_1 - тиркемаларнинг умумий сони;
- $\theta_{\text{а1}}$ - тормоз тизимига эга бўлган тиркемаларнинг умумий сони;

- m_1 - тиркаманинг тормозловчи гилдираклари учун юкламани қайта тақсимлаш коэффициенти;
 G_{10} - тиркаманинг тормозловчи гилдираклари ўқига тўғри келадиган илашил оғирлиги, Н;
 $p_{ш}$ - шинадаги ички босим, Па;
 p_0 - $p_{ш}=0$ бўлганида ер билан контакт юзадаги босим, Па;
 $C_{п(p)}$ - пружина (рессор)нинг бикрлиги, Н/м;
 $C_{р0}$ - рессор остлигининг бикрлиги, Н/м;
 $C_{ш}$ - шинанинг бикрлиги, Н/м;
 h_x - ҳандақнинг баландлиги, м;
 F_r - гилдиракнинг йўл билан туташуш юзи, м²;
 $F_{пр}$ - протектор нақши чиқиқларидаги туташуш юзи, м²;
 k_r - протекторнинг тўйинганлик коэффициенти;
 $f_{п}$ - пружинанинг статик эгилиши, м;
 $f_{ш}$ - шинанинг статик эгилиши, м;
 f_0 - автомобил оғирлиги таъсирида османинг статик деформацияси, м;
 ε - массаларнинг тақсимланиш коэффициенти;
 $\rho_{ш}$ - автомобил рессор остлиги массасининг у-у ўқларига нисбатан инерция радиуси, м;
 m_d - автомобилнинг рессорланмаган қисмларининг массаси, кг;
 m_p - автомобилнинг рессорланган қисмларининг массаси, кг;
 m_0 - юксиз автомобилнинг рессорланган массаси, кг;
 m_y - юк массаси, кг.

1. АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР. АВТОМОБИЛНИНГ ТОРТИШ ДИНАМИКАСИ

Автомобилнинг тўла оғирлик кучи G_a шартли равишда олдинги ва орқа масофада, орқа ўқдан b - масофада ва йўл текислигидан h_0 масофада жойлашган оғирлик марказига қўйилади.



1-расм. Автомобилга таъсир этувчи кучлар

Автомобилнинг статик ҳолатида олдинги ва орқа ўқларга таъсир этувчи нормал реакциялар, Н:

$$R_{x1} = G_a \cdot \frac{b}{L}, \quad R_{x2} = G_a \cdot \frac{a}{L}.$$

Автомобилнинг нотекис ҳаракатида нормал реакциялар ўзгаради ва йўлнинг уринма реакциялари юзага келади, Н;

• олдинги гилдираклар учун

$$R_{x1} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b - \varphi \cdot h_0}{L - \varphi \cdot h_0},$$

$$R_{y1} = f \cdot R_{x1} = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b - \varphi \cdot h_0}{L - \varphi \cdot h_0};$$

• орқа гилдираклар учун

$$R_{x2} = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{a}{L - \varphi \cdot h_0},$$

$$R_{y2} = \frac{M_u}{r_u} - f \cdot R_{x2} = \frac{M_u}{r_u} - f \cdot G_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{a}{L - \varphi \cdot h_0}.$$

Автомобилга таъсир этувчи асосий ҳаракатлантирувчи куч

етакчи гилдиракларга қўйилган тортиш кучи P_t дан иборат бўлади. Тортиш кучи етакчи гилдиракларнинг йўл билан ўзаро илашишидан ҳосил бўлади.

Нотекис тўғри чизикли ҳаракатда қаршилик килувчи кучлар таъсир қилади.

Умумий ҳолда автомобилнинг ҳаракат тенгламаси қуйидагидек кўринишда ифодаланади, Н:

$$P_{\Sigma} = P_f + P_{\omega} \pm P_i \pm P_j.$$

Текис ҳаракатда тортиш кучи, Н:

$$P_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{r_{\Sigma}} = \frac{M_e \cdot i_{\Sigma} \cdot i_{ДК} \cdot i_0 \cdot \eta_{ТР}}{r_{\Sigma}}.$$

Автомобилнинг нотекис ҳаракатида тортиш кучи, Н:

$$P_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{r_{\Sigma}} + \frac{M_j}{r_{\Sigma}} = \frac{M_e \cdot i_{\Sigma} \cdot i_{ДК} \cdot i_0 \cdot \eta_{ТР}}{r_{\Sigma}} + \delta_{айл} \cdot P_j.$$

Двигателнинг тирсакли валида ҳосил бўладиган самарадор 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 коэффициенти:

$$\delta_{айл} = 1 + \frac{J_{ДВ} \cdot i_{ТР}^2 \cdot \eta_{ТР} + \sum J_{\Sigma}}{m_a \cdot r_{\Sigma}^2}.$$

Тақрибан айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти:

$$\delta_{айл} = 1,05 + 0,07 \cdot i_{\Sigma}^2.$$

Гилдиракнинг гилдираш радиуси, м:

$$r_{\Sigma} = 0,0254 \cdot (0,5 \cdot d + \lambda_{ш} \cdot b_{ш})$$

ёки

$$r_{\Sigma} = (0,5 \cdot d + \lambda_{ш} \cdot b_{ш}) \cdot 10^{-3}.$$

Гилдирашга қаршилик кучи, Н:

14 м/с дан ортиқ тезликда ҳаракатланганда гилдирашга қаршилик коэффициенти:

$$f = f_0 \cdot \left(\frac{v_a^2}{1500} \right).$$

Автомобилнинг тўла оғирлиги, Н:

$$G_a = G_0 + G_H + 750 \cdot n_v.$$

Хивонинг қаршилик 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;

- снгий 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 қаршилик кучи (-), Н:

$$P_i = G_a \cdot \sin \alpha.$$

Айланма ҳаракат килувчи 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 (қутарилишга қараб)
ҳаракатланганида унинг шигов олиш вакгидаги 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:

$$P_e = P_f + P_i = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = G_a \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = G_a \cdot \psi.$$

Қувват баланси тенгламаси, кВт:

- умумий ҳолда

$$N_u = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_u \pm N_i \pm N_j;$$

- ёйилган ҳолда

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{f \cdot G_a \cdot v_a \cdot \cos \alpha}{1000} + \frac{k_w \cdot f_w \cdot v_a^3}{1000} \pm \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot v_a}{1000} \\ \pm \frac{G_a \cdot j \cdot \delta_{айл} \cdot v_a}{g \cdot 1000}.$$

Автомобилнинг горизонтал равон йўлдаги текис ҳаракатида етакчи гилдиракларга бериладиган қувват ($f = \psi$), кВт:

$$N_{\text{IT}} = N_e \cdot \eta_{\text{ITP}} = N_v + N_a = \frac{\psi \cdot G_a \cdot v_a + k_w \cdot F_w \cdot v_a^3}{1000}.$$

Динамик омил (фактор) катталиги

$$D = \frac{P_u - P_e}{G_a} = \psi + \frac{\delta_{\text{айз}}}{g} \cdot j = (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + \frac{\delta_{\text{айз}}}{g} j.$$

Автомобилнинг оғирлиги 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 гилдиракларнинг йўл билан илашиш шароитлари бўйича тортиш кучининг чегаравий қиймати:

$$D_{\text{ш}} = \varphi_x \cdot \frac{G_x}{G_a}.$$

$D_{\text{ш}} \geq D \geq \psi$ бўлгандагина автомобиль етакчи гилдираклари шатаксирамасдан ҳаракатланиши мумкин.

Динамик омилнинг максимал қиймати:

- енгил автомобиллар учун

$$D_{\text{max}} = 0,3 \dots 0,4;$$

- нормал ўтағон юк автомобиллари учун

$$D_{\text{max}} = 0,26 \dots 0,36;$$

- ўтағонлиги юқори юк автомобиллари учун

$$D_{\text{max}} = 0,57 \dots 0,8.$$

Автомобилнинг тезланиши, м/с^2 :

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{\text{айз}}} \cdot g$$

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 кўпимча тезланишга эга бўлса, максимал

■ ўзгариш бурчаги катталашади:

$$\sin \alpha = D - f + \frac{\delta_{\text{оғир}}}{g} \cdot j; \quad \alpha = \arcsin \left(D - f + \frac{\delta_{\text{оғир}}}{g} \cdot j \right).$$

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 ўқиғача бўлган масофа 2,4 м, орқа гилдираклар ўқиғача бўлган масофа 1,6 м. Оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Йўл горизонтал, илашиш коэффициенти 0,7.

Мисаланинг 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 автомобилининг тўла оғирлиги ҳисоблансин. Шайланган юк коэффициенти 0,75, одамнинг оғирлиги 750 Н, бир одам учун бағрикитини оғирлиги 30 кН.

Мисаланинг ечилиши. Автомобилнинг шайланган оғирлиги

$$G_0 = G_H \cdot K_r = 80000 \cdot 0,75 = 60000 \text{ Н}.$$

Автомобилнинг тўла оғирлиги

$$G_a = G_0 + G_H + (G_y + G_\theta) \cdot n_{\text{о.д.м}} =$$

$$60000 + 80000 + (750 + 50) \cdot 3 = 142400 \text{ Н}.$$

1.3-масала. Юк автомобили тирсакли валининг 1 км узунликдаги йўлда, 4,1 ва 1,47 узатиш сониغا 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

$$i_{\text{ТР1}} = i_{\text{ш}} \cdot i_{\text{о}} = 4,1 \cdot 6,32 = 25,91.$$

Тўрттинчи узатмада трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{\text{ТР4}} = i_{\text{ш4}} \cdot i_{\text{о}} = 1,47 \cdot 6,32 = 9,29.$$

Биринчи узатмада тирсакли валнинг айланишлари сони

$$n_{\text{e1}} = n_{\text{г}} \cdot i_{\text{ТР1}} = 320,5 \cdot 25,91 = 8304.$$

Тўрттинчи узатмада тирсакли валнинг айланишлари сони

$$n_{\text{e4}} = n_{\text{г}} \cdot i_{\text{ТР4}} = 320,5 \cdot 9,29 = 2998.$$

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 айл/мин бўлганида 450 Нм га тенг. Асосий узатманинг узатиш сони 6,45; трансмиссиянинг ФИК 0,85; гилдирак тўтинининг диаметри 0,508 м; гилдирак профилининг эни 0,260 м.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг етакчи гилдирак-ларига бериладиган максимал буровчи момент

$$M_{\text{г}} = M_{\text{е}} \cdot i_{\text{ш}} \cdot i_{\text{о}} \cdot \eta_{\text{ТР}} = 450 \cdot 1 \cdot 6,45 \cdot 0,85 = 2467 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

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

$$P_{\text{г}} = \frac{M_{\text{г}}}{r_{\text{г}}} = \frac{2467}{0,517} = 4800 \text{ Н}.$$

Максимал боровчи моментда ғилдиракларнинг айланиш частотиси

$$n_u = \frac{n_e}{i_u \cdot i_0} = \frac{1400}{1 \cdot 6,45} = 217,1 \text{ айл/мин.}$$

Ғилдирак айланасининг узунлиги

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r_u = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,514 = 3,23 \text{ м.}$$

Автомобилнинг ҳаракат тезлиги

$$v_a = \frac{n_u \cdot S}{60} = \frac{217,1 \cdot 3,23}{60} = 11,7 \text{ м/с.}$$

Бтакчи ғилдиракларга бериладиган қувват:

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{4800 \cdot 11,7}{1000} = 56,2 \text{ кВт.}$$

1.5-масала. Агар ғилдирашга қаршилик коэффициенти кичик тезликда ҳаракатланишда 0,014 га тенг бўлса, оғирлиги 17,9 кН бўлган енгил автомобилнинг 10 ва 20 м/с тезликда ҳаракатланишида ғилдирашга қаршилик кучи ва қуввати аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Ғилдирашга қаршилик кучи

10 м/с тезликда

$$P_u = f_0 \cdot G_a = 0,014 \cdot 17900 = 250,6 \text{ Н};$$

20 м/с тезликда

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_a^2}{1500}\right) = 0,014 \cdot \left(1 + \frac{400}{1500}\right) = 0,018,$$

$$P_u = f \cdot G_a = 0,018 \cdot 17900 = 322,2 \text{ Н.}$$

Ғилдирашга қаршилик моменти:

10 м/с тезликда

$$N_u = \frac{P_u \cdot v_a}{1000} = \frac{250,6 \cdot 10}{1000} = 2,51 \text{ кВт;}$$

20 м/с тезликда

$$N_u = \frac{322,2 \cdot 20}{1000} = 6,44 \text{ кВт.}$$

1.6-масала. Массаси 48 т бўлган автопоезднинг горизонтал йўлда 18 км/соат тезлик билан ҳаракатланишида унинг ғилдирашга қаршилигини енгил учун сарфланадиган қувват 82,4 кВт га тенг. Пушмиқ қаршилик кучи нолга тенг қисмидаги қиялик аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Ғилдирашга қаршиликни енгил учун сарфланадиган қувват

$$N_{\text{ц}} = N_{\text{в}} = N_f + N_i \text{ кВт.}$$

Горизонтал йўлда ҳаракатланишида

$$N_{\text{ц}} = N_f = \frac{f \cdot G_a \cdot v_a}{1000} \text{ кВт,}$$

бу ерда $G_a = 480000 \text{ Н}$;

$$v_a = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ м/с.}$$

Бундан

$$f = \frac{N_{\text{ц}} \cdot 1000}{G_a \cdot v_a} = \frac{82,4 \cdot 1000}{480000 \cdot 5} = 0,034.$$

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 қопланган, коникарли ҳолатда, ғилдирашга қаршилик коэффициенти $0,02$ 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 коэффициенти

$$\psi = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha = 0,02 \cdot 0,998 + 0,061 = 0,081.$$

Йўлнинг қаршилик кучи

$$P_{\psi} = \psi \cdot G_a = 0,081 \cdot 17900 = 1450 \text{ Н.}$$

Йўлнинг қаршилигини ечиш учун сарфланадиган қувват

$$N_{\psi} = \frac{P_{\psi} \cdot v_a}{1000} = \frac{145^{\circ} \cdot 10}{1000} = 14,5 \text{ кВт.}$$

1.9-масала. Автомобил 10 ва 20 м/с тезлик билан ҳаракатланганида ҳавонинг қаршилик кучи ва қуввати аниқлансин. Ҳавонинг қаршилик коэффиценти 0,25 Н с²/м⁴. Миделев асосининг юзи 2,3 м².

Масаланинг ечилиши. Ҳавонинг қаршилик 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 топилсин. 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:

$$n_u = \frac{n_e}{i_{TP}};$$

биринчи узатманики

$$n_u = \frac{2000}{40,29} = 49,64 \text{ айл / мин};$$

иккинчи узатманики

$$n_u = \frac{2000}{20,61} = 97,04 \text{ айл / мин};$$

учинчи узатманики

$$n_u = \frac{2000}{11,27} = 177,46 \text{ айл / мин};$$

тўртинчи узатманики

$$n_u = \frac{2000}{6,67} = 299,85 \text{ айл / мин}.$$

Гилдирак айланаси узунлиги

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r_u = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,44 = 2,76 \text{ м.}$$

Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги:

$$v_a = \frac{S \cdot n_u}{60} \text{ м/с;}$$

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 қопқоғи тўла очилгани ҳолда, гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025 билан тавсифланадиган йўлнинг горизонтал қисмида ҳаракатланаётган автомобилнинг максимал ҳаракатланиш тезлиги топилсин. Бунда илгарилама ҳаракатланиш учун фойдаланиш мумкин бўлган тортиш кучи катталиги нолга тенг. Автомобилнинг оғирлиги 48 кН, ҳавонинг қаршилик босими $2,6 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 1,7 кН га тенг.

Масаланинг ечилиши. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи куйидаги ифодадан топилиши мумкин

$$P_u = P_f + P_w = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 H.$$

Бундан автомобилнинг ҳаракат тезлиги

$$v_a = \sqrt{\frac{P_u - f \cdot G_a}{W_a}} = \sqrt{\frac{1700 - 0,025 \cdot 48000}{2,6}} = 13,87 \text{ м/с.}$$

1.13-масала. Автомобил 54 кН тўла оғирлиги билан гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,25 га тенг бўлган йўлнинг горизонтал участкасида текис ҳаракатланмоқда. Агар етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 1,59 дан 1,89 кН гача ўзгарса, автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги неча марта ўзгаради?

Масаланинг ечилиши. Ушбу ҳол учун етакчи гилдираклардаги тортиш кучи куйидаги ифодадан топилади

$$P_u = P_f + P_w = f \cdot G_a + W_a \cdot v_a^2 \cdot H.$$

$P_u = 1,59 \text{ кН}$ 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 оламиз

$$\frac{W_a \cdot v_{a2}^2}{W_a \cdot v_{a1}^2} = \frac{540}{240} = 2,25$$

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 коэффиценти 0,25 Н·с²/м⁴; миделев кесимининг юзи 2,3 м². Гилдиракларнинг йўл билан илашшиш коэффиценти 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 огирлик:

$$G_{a2} = \frac{G_a \cdot \alpha}{L} = \frac{17900 \cdot 1,46}{2,8} = 9334 \text{ Н}.$$

Етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашшиш бўйича динамик оми:

$$D_{\text{из}} = \varphi \cdot \frac{G_{a2}}{G_a} = 0,1 \cdot \frac{9334}{17900} = 0,052.$$

Автомобилнинг тўхтовсиз ҳаракатланиш шарти $D_{\text{из}} > D$.

$D_{\text{из}} = 0,052 < D = 0,109$ бўлганлигидан етакчи гилдираклар аниқлаштирилган сабабли автомобилнинг кўрсатилган тезликда аниқлаштирилишининг иложи йўқ.

1.15-масала. Юқланган автомобил гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 бўлган йўлнинг асфалтланган участкасида қараб кўтарилишга қараб аниқлаштирилмоқда. Автомобилнинг динамик омили топилинсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг текис ҳаракатида динамик омил йўл қаршилиги коэффициентига тенг

$$D = \psi.$$

Йўл қаршилиги коэффициентини 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 юқланган автомобилнинг гилдирашга қаршилик кучи йўлнинг горизонтал участкасида 1,77 кН га тенг. Гилдирашга қаршилик коэффициентини топилинсин.

Масаланинг ечилиши. Йўлнинг горизонтал участкасида аниқлаштирилган гилдирашга 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. Юқ автомобили етакчи гилдиракларининг аниқлаштирилиш коэффициентини аниқлансин, автомобилнинг реал тезлиги двигател тирсакли валининг бурчак тезлиги 150 с^{-1} бўлганида 10 м/с га тенг. Узатиш сонлари: узатмаларни алмашлаб кўчириш узатманики 0,81; асосий узатманики 7,22. Гилдиракларнинг гилдираш радиуси 0,5 м.

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги (м/с) двигател тирсакли валининг бурчак тезлиги 150 с^{-1} да аниқлаштирилиши керак

$$v_{a1} = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_{\text{ц}}}{i_{\text{ТР}}},$$

бу ерда n_e - двигател тирсакли 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 гилдирак гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,25 бўлган намиққан грунт йўлда гилдираб кетмоқда. Гилдирак, агар кўрсатилган йўл шароитларида, илашиб шартлари бўйича, 0,4 кН·м моментни узата олса, унинг ҳаракатланиш имконияти аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Юкланган гилдиракнинг гилдирашга қаршилик кучи

$$P_u = f \cdot G_{a2} = 0,025 \cdot 8600 = 2150 \text{ Н}.$$

Худди шу гилдиракнинг гилдирашга қаршилик momenti

$$M_u = P_u \cdot r_u = 2150 \cdot 0,31 = 666,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$M_u = 666,5 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_u = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$ бўлганлигидан гилдирак ҳаракатлана олмайди.

1.19-масала. Оғирлиги 79 кН бўлган автомобил горизонтал йўлда ҳаракатланаётганда унинг гилдирашга қаршилик кучи 1,94 кН га тенг. Автомобил қиялиги 25% бўлган кўтарилишга қараб ҳаракатланганида йўлнинг қаршилик коэффициенти қанчага тенг?

Масаланинг ечилиши. Горизонтал йўлда ҳаракатланишда гилдирашга 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 шароитларида сынаб кўришларда синов йўлининг айпан битта горизонтал участкасида 2 марта 5 ва 15 м/с тезликлар билан юргизиб кўрилган. Ҳаракатланиш вақтида узатмалар кутисининг иккинчи валидаги буровчи моментларнинг катталиги ёзиб олинган эди, улар юқорида кўрсатилган тезликларда текис ҳаракатланишда 17,52 ва 25,93 Н·м ни таъкил этди. Автомобилнинг суйриланиш омили ва ғилдирашга тортишлик коэффиценти аниқлансин. Асосий узатманинг узатиш омили 3,9; трансмиссиянинг ФИК 0,96; ғилдиракларнинг динамик радиуси 0,29 м; автомобилнинг оғирлиги 14,45 кН.

Мисаланинг 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 ортиқ) 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; узатмалар кутиси иккинчи узатмасиники 2,3. Ғилдиракнинг радиуси 0,278 м.

Мисаланинг ечилиши. Автомобилнинг тезланиши

$$j = \frac{\omega_{\text{ш}} \cdot r_{\text{ш}}}{i_{\text{ш}} \cdot i_0} = \frac{50 \cdot 0,278}{2,3 \cdot 4,3} = 1,41 \text{ м/с}^2.$$

1.22-масала. Автобус учинчи узатмада 0,64 м/с тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Агар двигател тирсакли валининг бурчлик тезланиши $15,74 \text{ с}^{-2}$; 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 ғилдирагининг радиуси $r_{\text{ш}} = (0,5 \cdot d_{\text{ш}} + b_{\text{ш}}) \cdot \lambda_{\text{ш}} = (0,5 \cdot 0,508 + 0,204) \cdot 0,88 = 0,434 \text{ м}$; автомобилнинг тезланиши

$$j = \frac{\omega_{\text{ш}} \cdot r_{\text{ш}}}{i_{\text{ш}} \cdot i_0} \text{ м/с}^2,$$

бундан асосий узатманинг узатиш сони

$$i_0 = \frac{\omega_{\text{ш}} \cdot r_{\text{ш}}}{j \cdot i_{\text{ш}}} = \frac{15,74 \cdot 0,434}{1,71 \cdot 0,64} = 6,24.$$

1.23-масала. Оғирлиги 27,1 кН бўлган автобус ғилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 бўлган йўлда 20 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Бунда етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи 2,48 кН га тенг. Суйриланувчанлик омили $1,28 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,06. Автомобилнинг тезланиши топилсин.

Масаланинг ечилиши. Автомобил ҳосил қиладиган уринма тортиш кучи, Н:

$$P_{\text{ш}} = P_f + P_{\omega} + P_j.$$

Ғилдирашга қаршилик кучи

$$P_{\text{ш}} = f \cdot G_{\text{ш}} = 0,02 \cdot 27100 = 542 \text{ Н}.$$

Ҳавонинг қаршилик кучи

$$P_{\omega} = W_{\text{а}} \cdot v_{\text{а}}^2 = 1,28 \cdot 20^2 = 512 \text{ Н}.$$

Инерциянинг қаршилик кучи

$$P_j = \delta \cdot \frac{G_{\text{ш}}}{g} \cdot j = 1,06 \cdot \frac{27100}{10} \cdot j = 2873 \cdot j \text{ Н}.$$

Бинобарин, куч баланси тенгламасидан тезланиш қуйидагига тенг бўлади:

$$j = \frac{P_u - P_f - P_o}{\delta \cdot \frac{G_a}{g}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

1,24-мисала. Оғирлиги 160 кН бўлган автомобил қиялиги 0,06 бўлган кўтарилишда ҳаракатланмоқда. Ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,025. Двигател 587 Н·м га тенг момент ҳосил қилади. Узатиш сонлари: асосий узатманики 7,78; узатмаларни айлантириб кўшиш қутиси биринчи узатмасиники 7,73; иккинчи узатманики 5,52. Трансмиссиянинг ФИК 0,88. Ғилдиракларнинг айналм радиуси 0,535 м. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти: биринчи узатмада 3,32; иккинчи узатмада 2,20. Биринчи ва иккинчи узатмалардаги тезланиш аниқлансин. Қаровнинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

Масаланинг ечилиши. Куч баланси тенгламаси

$$P_u = P_f + P_i + P_j = f \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha + \delta \cdot \frac{G_a}{g} \cdot j \text{ Н}.$$

Уришма тортиш кучини қуйидагича топиш мумкин:

$$P_u = \frac{M_u}{r_u} = \frac{M_e \cdot i_u \cdot i_o \cdot \eta_{TP}}{r_u} \text{ Н}.$$

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 $\operatorname{tg} \alpha = 0,06$ қиялик шартидан-кўтарилиш бурчаги

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,06 = 3^\circ 30'.$$

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

$$j = \frac{P_n - P_f - P_w}{\delta \cdot \frac{G_a}{g}};$$

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: тўғи (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

$$\delta_{a\bar{u}1} = 1 + \frac{j_{ДВ} \cdot i_{ГР}^2 \cdot \eta_{ГР} + \sum j_u}{m_a \cdot r_u^2};$$

биринчи узатмада ҳаракатланганда

$$\delta_{a\bar{u}1} = 1 + \frac{0,28 \cdot 44,3^2 \cdot 0,9 + 83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,42;$$

тўртинчи узатмада ҳаракатланганда

$$\delta_{a\bar{u}4} = 1 + \frac{0,28 \cdot 6,83^2 \cdot 0,9 + 83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,07;$$

б) илашиш муфтаси узиб қўйилганида

$$\delta_{a\bar{u}3} = 1 + \frac{\sum j_u}{m_a \cdot r_u^2};$$

$$\delta_{a\bar{u}3} = \delta_{a\bar{u}4} = 1 + \frac{83,7}{7400 \cdot 0,43^2} = 1,06.$$

1,26-мисали. Узатмаларни алмашлаб қўшиш кутисининг биринчи узатмасида айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти тўғри узатмадагига қараганда неча фоиз кагга бўлади? Автомобилнинг массаси 7400 кг; двигател айланувчи шемаларининг инерция моменти 0,55 кг·м²; ҳамма гилдираклар-нинг йитишда инерция моменти 53,2 кг·м²; трансмиссиянинг ФИК 0,88; гилдиракларнинг радиуси 0,465 м. Узатиш сонлари: асосий узатманики 6,83; узатмаларни, алмашлаб қўшиш кутиси биринчи узатмасиники 6,55.

Мисалнинг ечилиши. Трансмиссиянинг узатиш сони

$$i_{TP} = i_n \cdot i_o;$$

узатмаларни алмашлаб қўшиш кутиси биринчи узатмаси кутисиникида

$$i_{TP1} = 6,65 \cdot 6,83 = 44,67;$$

узатмаларни алмашлаб қўшиш кутиси тўртинчи узатмаси кутисиникида

$$i_{TP4} = 1,0 \cdot 6,83 = 6,83.$$

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти

$$\delta_{\text{айл}} = 1 + \frac{J_{\text{дв}} \cdot i_{TP}^2 \cdot \eta_{TP} + \sum J_{\text{гд}}}{m_a \cdot r_n^2};$$

узатмалар кутисининг биринчи узатмасида ҳаракатланганда

$$\delta_{\text{айл1}} = 1 + \frac{0,55 \cdot 44,67^2 \cdot 0,88 + 53,2}{7400 \cdot 0,465^2} = 1,64;$$

узатмалар кутисининг тўртинчи узатмасида ҳаракатланганда

$$\delta_{\text{айл4}} = 1 + \frac{0,55 \cdot 6,83^2 \cdot 0,88 + 53,2}{7400 \cdot 0,465^2} = 1,05;$$

айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентининг ўзгариши

$$\frac{\delta_{\text{айл1}} - \delta_{\text{айл4}}}{\delta_{\text{айл4}}} \cdot 100\% = \frac{1,64 - 1,05}{1,05} \cdot 100\% = 56,2\%.$$

1,27-мисали. Автомобил бурчаги 3°30' га тенг кўтарилишда 30 км/соат тезлик билан ҳаракатланётганда кўтарилишга қаршилиқ қувватини қиймати аниқлансин. Автомобилнинг оғирлиги 17,9 кН.

Мисалнинг ечилиши. Ҳар қандай тезликда кўтарилишга қаршилиқ қуввати

$$P_i = G_a \cdot \sin \alpha = 17900 \cdot 0,06 = 1074 \text{ Н}.$$

Тезлик 36 км/соат бўлганда кўтарилишга қаршилиқ қуввати

$$N_f = \frac{P_f \cdot v_a}{3,6 \cdot 1000} = \frac{1074 \cdot 36}{3,6 \cdot 1000} = 10,7 \text{ кВт.}$$

1.28-масала. Автомобил олдиндан шиғов олиб, ғилдирашга 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 коэффициенти 1,07 бўлса, кўтарилишнинг чегаравий бурчаги аниқлансин.

Масаланинг ечилиши. Шиғов олиб ҳаракатланаётган автомобил енгиб ўтадиган чегаравий кўтарилиш бурчаги:

$$i_{\text{чег}} = i_{\text{max}} + i_{\text{кўш}},$$

бу ерда i_{max} - авгомобил текис ҳаракатланганида максимал кўтарилиш,

$$i_{\text{max}} = D_{\text{max}} - f = 0,089 - 0,025 = 0,064;$$

$i_{\text{кўш}}$ - шиғов ҳисобига автомобил енгиб ўтадиган қўшимча кўтарилиш,

$$i_{\text{кўш}} = \frac{\delta \cdot (v_n^2 - v_k^2)}{2 \cdot g \cdot S} = \frac{1,07 \cdot (25^2 - 8,5^2)}{2 \cdot 9,81 \cdot 200} = 0,151;$$

чегаравий кўтарилиш қуйидагига тенг бўлади

$$i_{\text{чег}} = 0,064 + 0,151 = 0,215 \text{ или } \alpha_{\text{чег}} = 13,8^\circ.$$

1.29-масала. Автомобил ғилдирашга 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 ғилдирақларидаги тортиш кучи 1390 Н; суйриланувчанлик омили 1,3 Н·с²/м².

Масаланинг ечилиши. Автомобилнинг куч баланси тенгламасидан

$$P_u = P_f + P_i + P_o,$$

ёки ёйилган ҳолда

$$P_u = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha + k_o \cdot F_o \cdot v_a^2.$$

Бундан

$$\sin \alpha = \frac{P_u}{G_a} - f \cdot \cos \alpha - \frac{k_o \cdot F_o \cdot v_a^2}{G_a},$$

бурчаклар кичик бўлганида $\cos \alpha \approx 1$ деб қабул қиламиз.

Ҳаракатлаш тезлиги

$$v_a = \frac{70 \cdot 1000}{3600} = 19,44 \text{ м/с.}$$

У қавми

$$\sin \alpha = \frac{1390}{15000} - 0,02 - \frac{1,3 \cdot 19,44}{15000} = 0,04,$$

Шинанинг $\alpha = 2,55^\circ$.

1.10 масала. Шинасининг ўлчами 260-508 бўлган гилдирак шинасининг йўлга тегиб турмаганда ўлчанган узунлиги 3,228 м. Шина профиллининг унинг ёнига нисбатининг қийматлари 1) 0,9; 2) 1,0; 3) 1,17 бўлганда гилдиракнинг ўлчаш йўли билан олинган йўлуни ҳисоблаб топилган қийматларидан неча фозизга фарк қилади?

1.11 масала. 175/70R13 шинали гилдиракнинг эркин ва статик радиустарни топилсин. Шина вертикал деформациясининг коэффициенти 0,82.

1.12 масала. 1600×600×685 ўлчамли кенг профилли шинали гилдиракнинг динамик радиуси вертикал деформация коэффициенти 0,84 га тенг бўлганда аниқлансин.

1.13 масала. 300-508P шинали юк автомобилининг гилдираги 10 йилларда 31,4 метр йўлни босиб ўтди. Гилдиракнинг гилдираш радиуси аниқлансин. Синашларда олинган думалаш радиуси ҳисоблаб топилган радиусдан неча фозиз фарк қилади? Статик радиуси 0,605 м.

1.14 масала. Олдинги (1.5) масала шартидан фойдаланиб, шинанинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5 бўлганда орқа гилдиракларга таъсир қиладиган реакция кучларининг ўзгариш коэффициенти катталиги қандай ўзгариши аниқлансин.

1.15 масала. Олдинги (1.5) масала шартидан фойдаланиб, орқа гилдиракка таъсир қилувчи реакция кучлари катталиги автомобил йўлдан 11°20' бўлган кўтарилишда ҳаракатланган ҳолда қандай ўзгариш аниқлансин.

1.16 масала. Автомобил илашиш коэффициенти 0,6 билан ҳаракатланган йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланганда реакция кучларининг ўзгариш коэффициентлари топилсин.

Ҳисоблашда статик ҳолатда олдинги ўқка тушадиган оғирлик 18000 Н, орқа ўқка тушадиган оғирлик 18000 Н, оғирлик қавқовнинг баландлиги 1,0 м, автомобил базаси 3,3 м деб қабул қилинсин.

1.17 масала. Тўла юкланган автомобил асфалт йўлнинг горизонтал участкасида текис тезлик билан, шиналарнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7 бўлганда ҳаракатланишида

йўлнинг гилдиракларга нормал реакциялари аниқлансин. Ҳисоблашда қуйидагилар қабул қилинсин: автомобилнинг тўла оғирлиги 95250 Н; базаси 3,8 м; орқа гилдираклар ўқиғача 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 ўққича бўлган масофа 2,75 м; орқа ўққача бўлган масофа 1,45 м, йўл сиртигача 1,5 м. Ҳавонинг қаршилик коэффициенти 0,37 Н·с²/м⁴. Миделев кесимининг юзи 6,6 м². Елканлик марказининг баландлиги 1,7 м. Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02. Гилдиракларнинг радиуси 0,5 м. Автобуснинг олдинги ва орқа гилдиракларига таъсир қилувчи нормал реакциялар ҳисоблансин.

1.39-масала. 80 одам сиғадиган шаҳар автобусининг тўла оғирлиги аниқлансин. Шайланган юкдан фойдаланиш коэффициенти 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 ўқиғача 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 коэффициенти 0,02; суйриланувчанлик омили 2,4 Н·с²/м². Автомобилнинг оғирлиги аниқлансин.

1.43-масала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 билан тавсифланадиган йўлда бирор ўзгармас тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффициенти 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

1.00 мисоли. Тўла юкланган, оғирлиги 54 кН бўлган автомобил гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,02 билан тавсифланадиган йўлда 36 км/соат тезлик билан ҳаракатланиши учун зарур бўлган тортиш кучи қанчага бўлиши ҳисоблансин.

1.01 мисоли. Етакчи гилдирак унга 1,0 кН·м боровчи момент билан текис гилдирайди. Гилдиракка тушадиган нормал куч 12,25 кН. Нормал реакциянинг силжиш елкаси 8,8 мм. Нормалнинг статик радиуси 0,44 м. Гилдирак ҳосил қиладиган тортиш кучи аниқлансин.

1.02 мисоли. Статик радиуси 0,31 м бўлган, нормал куч 8,6 кН билан юкланган гилдирак гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,25 билан таърифланган бўккан грунт йўлда гилдираб кетмоқда. Агар етакчи шарти бўйича у максимал 0,4 кН·м моментни бера олса, гилдиракнинг широнгларида ҳаракатланиш имконияти борлиги аниқлансин.

1.03 мисоли. Автобус 85 км/соат тезлик билан ҳаракатланиб кетмоқда. Бунда двигател 97,1 кВт қувват ҳосил қилади. Автобуснинг ФИК 0,86. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи қанчага бўлиши.

1.04 мисоли. Гилдирагининг формуласи 4×2 бўлган автобуснинг тезланиш $2,9 \text{ м/с}^2$ билан шигов олади. Автобуснинг оғирлиги 78 кН. Массалар марказидан олд ўқкача бўлган масофа 1,16 м, орқа ўқкача 1,5 м. Агар гилдиракнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,67 га тенг бўлса, гилдираклардаги масимал тортиш кучи аниқлансин.

1.05 мисоли. Оғирлиги 20 кН бўлган автомобил бурчаги $3,5^\circ$ билан кўчалдан 72 км/соат текис тезлик билан гилдираб кетмоқда. Ҳисо қаршилиқ омилининг катталиги топилсин.

1.06 мисоли. Автомобил йўлнинг горизонтал участкасида $1,5 \text{ м/с}^2$ тезлик билан текис ҳаракатланмоқда. Етакчи гилдиракларга қўйиладиган қувват 18,4 кВт га тенг. Суйриланиш омили 2,7 га тенг. Автомобилнинг гилдирашига қаршилиқ кучи аниқлансин.

1.07 мисоли. 54 кН оғирлик билан тўла юкланган автомобил гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,025 билан тавсифланган қуруқ грунт йўлда бурчаги 14° бўлган кўтарилишга ҳаракатланишида қаршилиқ кучи аниқлансин.

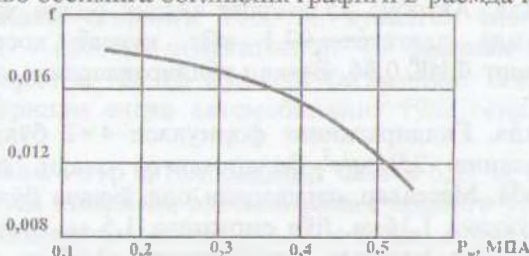
1.08 мисоли. Автомобил тўғри узатмада, двигател тирсакли билан 1700 ва 2700 айл/мин га тенг айланиш частоталарида ҳаракатланишида ҳавонинг қаршилиқ кучи ҳисоблансин. Асосий

узатманинг узатиш сони 7,68; гилдирак радиуси 0,48 м; суйриланиш омили $3,0 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

1.54-масала. Автомобилнинг $0,5 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан илгарилама ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлган ҳаракатга қўшимча қаршилик кучи аниқлансин. Автомобилнинг тула оғирлиги 49 кН. Узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисининг узатиш сони 2,828. Шигов олишга қаршилик кучларини ҳисоблашда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти-нинг катталиги $1,05 + 0,07 \cdot \frac{v}{v_0}$ га тенг қилиб қабул қилинсин.

1.55-масала. Нормал куч 238 кН билан юкланган етакланувчи гилдирак текис ҳаракатланиши учун 3,57 кН га тенг итарувчи куч қўйиш керак. Агар гилдиракнинг динамик радиуси 1,85 м га тенг бўлса, куч коэффиценти ва гилдирашга қаршилик моменти аниқлансин.

1.56-масала. Агар шинадаги ҳавонинг 0,2 Па га тенг босими уч барабар ортса, гилдиракнинг гилдирашга қаршилик кучи неча фозга камаяди? Гилдирашга қаршилик коэффиценти-нинг шинадаги ҳаво босими-га боғлиқлик графиги 2-расмда келтирилган.



2-расм. Гилдирашга қаршилик коэффиценти-нинг шинадаги ҳаво босими-га боғлиқлиги

1.57-масала. Етакчи орқа гилдиракларга 0,2 ва 0,5 кН·м момент берилганда гилдирак формуласи 4×2 бўлган автомобилнинг гилдирашга қаршилик қилувчи умумий кучи ва қуввати аниқлансин. Гилдирашга қаршилик коэффиценти-нинг гилдиракка берилган моментга боғлиқлиги 3-расмда келтирилган. Автомобилнинг тезлиги 100 км/соат. Олдинги ва орқа гилдиракка тушадиган оғирлик 7 ва 10 кН.

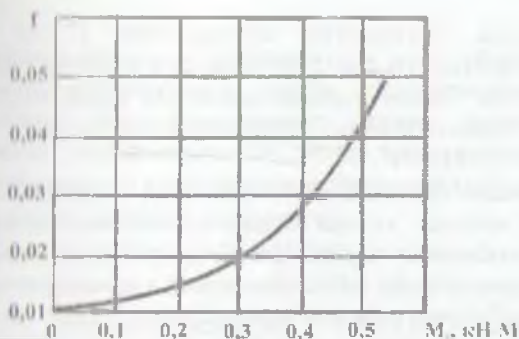


Рис. 1. Гилдирашга қаршиллик коэффициентининг гилдиракка берилган моментга боғлиқлиги

1.88-масала. Тўла массаси 1445 кг бўлган енгил автомобил гилдирашга қаршиллик коэффициенти 0,025 ва илашиш коэффициенти 0,3 бўлган йўлди максимал 40 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг етакчи орқа ўқиға статик ҳолатда тўла массанинг 55,6% туғри келади. Йўл билан илашиш шартлари бўйича етакчи гилдираклардаги тортиш кучи ҳисоблансин. Сўйрилик коэффициенти 0,3 йўл/с² миқдoрeв кесимининг юзи 1,78 м², елканлик марказининг радиусини 0,6м, гилдирак-ларнинг динамик радиуси 0,3 м; база 2,0 м.

1.89-масала. Карбюратор двигателли автомобилнинг етакчи цилиндрларига тирсакли валнинг 1600, 2400 ва 2800 айл/мин га тенг айланиш частоталарида бериладиган қувват аниқлансин. Двигател тирсакли валнинг 3200 айл/мин га тенг айланиш частотасида максимал, 58,8 кВт қувват ҳосил қилади. Механикавий етказиш коэф. 0,9 га тенг қилиб қабул қилинсин. Ҳисоблашларда Карбюраторнинг қуйидаги формуласидан фойдаланилсин:

$$N_e = N_{e, \max} \cdot \left(\frac{n}{n_{\max}} + \frac{n^2}{n_{\max}^2} - \frac{n^3}{n_{\max}^3} \right),$$

бу ерда N_e - двигателнинг тирсакли валнинг айланиш n , айл/мин га тенг частотасида ҳосил қиладиган қуввати.

1.90-масала. Тўла оғирлиги 54 кН бўлган автомобилнинг гилдирашга қаршиллик коэффициенти 0,02 га тенг йўлнинг ҳар қандай участкасида 50 км/соат ўзгармас тезлик билан ҳаракат қилишда сирф қиладиган қуввати ҳисоблансин.

1.91-масала. Автомобилнинг тезлиги 50 дан 63 км/соат гача ўсган, 2000 м қаршилчилиги енгилш учун зарур бўлган қувват қандай бўлишини аниқлансин.

1.62-масала. Автомобил кўтарилиши 1° ва ғилдиралиши қаршилик коэффициенти 0,025 бўлган йўл участкасида 40 км/соат ўзгармас тезлик билан ҳаракатланганида сарфлайдиган қувватни аниқлансин. Автомобилнинг тўла оғирлиги 81 кН. Сўйрилган учмачилик 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 олинши учун зарур бўлган қувват ҳисоблансин. Асосий узатманинг узатиш сонини 6,67. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $\delta = 1,05 + 0,07 i_{\text{ш}}^2$ ифодадан топилисин.

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. Ғилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025.

1.65-масала. Тўла оғирлиги 54 кН бўлган автомобиль 36 км/соат тезлик билан кўтарилиш бурчагини 3° ва ғилдирашга қаршилик 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 қаршилик кучини коэффициентини билан тавенфланадиган 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 топилисин. 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. Ғилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025. Автомобилнинг 65 км/соат тезлик билан равион ҳаракатланиши учун зарур бўлган двигател қуввати аниқлансин.

1.68-масала. Тўла юкланган 72,5 кН автомобилнинг учинчи узатмада трансмиссиянинг 11,69 га тенг узатиш сонини кўтарилиш бурчагини 5° бўлган қуруқ грунт йўлда текис ҳаракатланишида йўл қаршичилигининг кучини ва қуввати аниқлансин. Ғилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025 га тенг қилиб қабул қилинсин. Двигател тиреактин валининг айланиш частотасини 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 ФНҚ 0,88. Узатмалар қутисининг узатиш сонини 2,64, асосий узатманики 5,125. Двигател айланувчи киемларининг инерция моменти $0,275 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, ғилдирақларнинг статик радиусини 0,37 м. Автомобилнинг етакчи ғилдирақларидаги қувват

Мисаллар

1.70-мисала. 18 м/с тезликда $0,6 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланган аятомобилда стакчи 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 $0,15 \text{ кг·м}^2$ бўлса, трансмиссиянинг ФИК аниқлансин.

1.71-мисала. Оғирлиги 14,27 кН бўлган аятомобилнинг қиялиги 8% бўлган иншабликда ҳаракатланишида йўлнинг қаршилик кучи 0,18 кН га тенг. Агар аятомобилнинг тезлиги 10 м/с бўлса, худди шу иншабликдаги йўлнинг кўтарилишдаги қаршилик кучи ва қуввати аниқлансин.

1.72-мисала. Юк аятомобили йўлнинг горизонтал участкасида бир-бир тезлик билан ҳаракатланмокда. Агар ҳавонинг қаршилик коэффициенти 25% га ортиб, кучи ўзгармасдан қолса, унинг тезлиги неча қанча камаяди?

1.73-мисала. 13,5 кН оғирликдаги енгил аятомобил 25 м/с тезлик билан гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлган горизонтал йўлда, шамол эсиб турганида ҳаракатланмокда. Агар двигачи гилдиракларга 461 Н тортиш кучи берилаётган бўлса, аятомобилнинг текис ҳаракатида шамолнинг йўналиши ва унинг тезлиги аниқлансин. Суйриланувчанлик омили (фактор афтеканиости) $0,49 \text{ Н·с}^2/\text{м}^2$.

1.74-мисала. Тула юкламалли юк аятомобили гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлган йўлда 16 м/с тезлик, $0,1 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмокда. Шайланган аятомобилнинг оғирлиги 130 кН, юкнинг оғирлиги 90 кН; суйриланувчанлик омили $0,62 \text{ Н·с}^2/\text{м}^2$, айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,03. Трансмиссиянинг ФИК 0,8. Двигателнинг аятомобил ҳаракатланиши учун зарур бўлган қуввати аниқлансин.

1.75-мисала. Аятомобил трансмиссиясининг узатиш сони 6,83 бўлган турпинчи узатмада, двигател тирсакли валининг номинал айланиш частотаси 3200 айл/мин га тенг бўлганда, ҳаракатланишидаги назарий тезлиги ҳисоблансин. Шиналарнинг ўртача тўгин (обод)нинг ўтказилиш диаметри 20 дюйм, профилнинг баландлиги 8,25 дюйм.

1.76-мисала. Ўтагонлиги юкори аятомобилнинг минимал ва максимал ҳаракатланиш тезликлари аниқлансин. Узатиш сонлари: аятомобил участкасиники 8,9; узатмаларни алмашлаб қўшиш кўтиси биринчи ва бешинчи погоналариники 6,17 ва 0,78; қўшимча аятомобилнинг паст ва юкори узатмалариники 2,15 ва 1,3;

гилдиракларнинг гилдирашга радиуси 0,595 м; двигател тирсақли валининг минимал ва максимал бурчак тезликлари 105 ва 336 с^{-1}

1.77-масала. Енгил автомобил узатмаларни алмашлаб қўшниш қутисидagi, тўғри узатмада 40 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Асосий узатманинг узатиш сони 4,1; шиналарнинг ўлчами 175/70R13. шиналар вертикал деформация коэффициенти 0,81. Двигател тирсақли валининг бурчак тезлиги аниқлансин.

1.78-масала. Енгил ва юк автомобиллари узатмаларни алмашлаб қўшниш қутисидagi тўғри узатмада бир хил тезлик билан ҳаракатланмоқда. Гилдиракларнинг гилдираш радиуси 0,29 ва 0,53 м; асосий узатмаларнинг узатиш сони 4,125 ва 8,21 тегишлича. Қайси автомобилда двигател тирсақли валининг бурчак тезлиги юқори, неча фойз юқори?

1.79-масала. Енгил автомобилнинг ҳаракат тезлиги узатмаларни алмашлаб қўшниш қутисидagi тўртинчи узатмада 39,4 м/с. Максимал ҳаракат тезликларида биринчи, иккинчи, учинчи узатмаларда максимал ҳаракатланиш тезлиги ва двигател тирсақли валининг тегишли бурчак тезлиги ҳисоблансин. Узатмаларни алмашлаб қўшниш 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 тирсақли валининг айланиш частотаси 1800 айл/мин бўлса, гилдиракларнинг гилдираш радиуси топилинсин. Узатиш сонлари: узатмалар қутисиники 6,55; асосий узатманики - 6,83.

1.81-масала. Юк автомобилнинг тезлиги двигателнинг тирсақли валининг бурчак тезлиги 150 с^{-1} да 10 м/с бўлганида унинг етакчи гилдиракларининг сирпаниш коэффициенти аниқлансин. Узатиш сонлари, узатмаларни алмашлаб қўшниш қутисиники - 0,81; асосий узатманики - 7,22; гилдиракларнинг гилдираш радиуси - 0,5 м.

1.82-масала. Оғирлиги 27,1 кН бўлган автобус қаршилик коэффициенти 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 коэффициенти 1,06. Автомобилнинг тезланиши топилинсин.

1.83-масала. Тўла оғирлиги 325 кН бўлган алоҳида автопоезднинг қаршилик коэффициенти 0,025 бўлган йўлдаги максимал ҳаракатланиш тезлиги аниқлансин. Етакчи

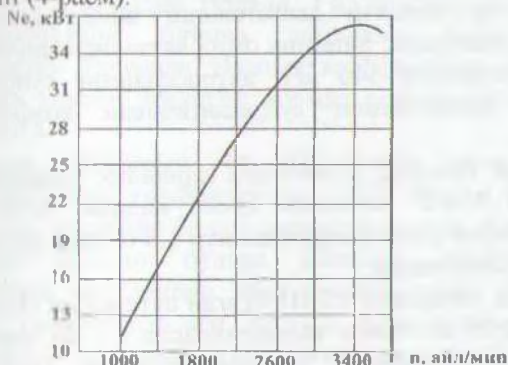
Гилдирақлардаги тортиш кучи 9,505 кН. Шатакчининг сўйриланувчанлик коэффиценти $0,864 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Минделев таъсирининг юзи $5,2 \text{ м}^2$. Автопосзднинг сўйриланувчанлик коэффиценти шатакчиникига қараганда 10% ортиқ.

1.84-масала. Оғирлиги 26,9 кН бўлган автобуснинг гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,02 бўлган йўлда ҳаракатлана олиши таъсирини бўлган максимал тезлик топилсин. Двигателнинг қуввати 66,7 кВт, трансмиссиянинг ФИК 0,8; сўйриланувчанлик омили $0,9 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

1.85-масала. Оғирлиги 30 кН бўлган автомобилнинг бурчаги $3^\circ 40'$ га гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,025 билан таъсирланадиган қияликда текис ҳаракатланишни бошлайдиган тезлик аниқлансин. Автомобилнинг сўйриланувчанлик омили 2,6 $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

1.86-масала. Оғирлиги 30 кН, етакчи гилдирақларидаги тортиш кучи 1,96 кН бўлган автомобилнинг динамик омили аниқлансин. Ҳаракатнинг қаршилик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги 65 км/соат.

1.87-масала. Тўғри узатмада тезлик 50 дан 90 км/соат гача ўзгаришида автомобилнинг динамик омили қандай ўзгаради? Автомобилнинг тўла оғирлиги 18,35 кН; гилдирақларнинг радиуси 0,314 м, асосий узатманинг узатиш сони 5,125; трансмиссиянинг таъсирининг ФИК 0,92; автомобилнинг сўйриланувчанлик омили $0,96 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Масалани ечишда двигателнинг тезлик таъсифидан фойдаланишсин (4-расм).



4-расм. Двигателнинг ташқи тезлик таъсифи

1.88-масала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффиценти 0,025 билан таъсирланадиган йўлда текис ҳаракатланганида $3^\circ 40'$ бурчдаги йўқчиликни сығиб ўтиши мумкин. Автомобилнинг динамик

омили топилин.

1.89-масала. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи 1,2 дан 1,8 кН гача ортанида автомобилнинг динамик омили қандай ўзгаради? Автомобил 90 км/соат тезлик билан текис ҳаракатланади, унинг оғирлиги 15 кН, ҳавонинг қаршилик 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 қаршилик коэффиценти $0,36 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, миделев кесимининг юзи $6,1 \text{ м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,88. Автобус йўловчисиз ҳаракатланганида, массаси 69,5 кН.

1.91-масала. Енгил автомобил узатмалари алмашлаб қўшни кутисидagi тўғри узатмада ҳаракатланмоқда. Бурчак тезлик 357 с^{-1} бўлганида двигател 78,6 Н·м бурувчи момент ҳосил қилади. Автомобилнинг оғирлиги 14,4 кН; сўйриланувчанлик коэффиценти $0,5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; миделев кесимининг юзи $1,82 \text{ м}^2$; трансмиссия ФИК 0,92; асосий узатманинг узатиш сони 4,3; диагонал шинали гилдиракларнинг статик радиуси 0,278 м. Автомобилнинг динамик омили аниқлансин. Агар автомобил йўловчиларсиз ҳаракатланса, оғирлиги 11,0 кН га тенг бўлса, динамик омил неча фойзга 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 коэффиценти $0,75 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, миделев 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 коэффиценти шатакчининг сўйриланувчанлик коэффицентида 25% га ортик.

1.93-масала. Автобус, думалашга қаршилик коэффиценти 0,02 бўлган йўлда $0,9 \text{ м/с}^2$ тезланиш ҳосил қилади. Агар айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффиценти 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 радиуси 10% га ортса, двигателнинг ишлаш режими ўзгаришсиз қолса, динамик омил аниқлансин.

1.95-масала. Юк автомобили 184 кН оғирликдаги узатмаларни алмашлаб қўшниш кутисидagi тўғри узатмада 20 м/с тезлик билан

ҳаракатланмоқда. Асосий узатманинг 5,42 га тенг узатиш сонига автомобилнинг динамик омили 0,02 га тенг. Агар автомобилда узатиш сони 7,22 га тенг асосий узатма ўрнатилса, динамик омили қандай бўлади? Автомобилнинг сўйриланувчанлик омили 4,25 Нс/м².

1,96-масала. Гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,018 бўлган йўлда автомобилнинг ҳаракатланишида тезланиши 0,75 м/с² га тенг. Агар айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,1 га тенг бўлса, двигателнинг айнан ўша қувватида ва ҳаракатланиш тезлигида автомобилнинг тезланиши 0,6 м/с² га тенг бўлган йўлнинг қаршилик коэффициентини аниқлансин.

1,97-масала. Гилдиракнинг гилдирашга қаршилик коэффициентининг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлик графигини таъсир формула бўйича қурилсин:

$$f = 0,01 + 0,005 \cdot (0,1 \cdot v_a)^{2,5};$$

$$f = 0,01 \cdot \left(1 + \frac{v_a}{160} \right);$$

$$f = 0,01 \cdot \left[1 + (0,006 \cdot v_a)^2 \right].$$

Ҳаракатланиш тезлиги 50 дан 250 км/соатгача ўсади. Тезлик 140 км/соат бўлганида ҳар қайси формула билан топилган гилдиракнинг қаршилик коэффициентларининг катталиги аниқлансин.

1,98-масала. Олд юритмалли енгил автомобилда олдинги гилдиракларга 55% оғирлик тушади. Гилдиракларнинг йўл билан айланиш шароитлари бўйича автомобил қандай максимал ўзгаришнинг енгилб ўта олади? Илашиш коэффициентини 0,4; етакчи ўк гилдиракларига таъсир этадиган нормал реакцияларнинг ўзгариш коэффициенти 0,8.

1,99-масала. Оғирлиги 36 кН бўлган енгил автомобил гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,025 бўлган йўлда 38 м/с тезлик ва 0,4 м/с² тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг ҳаракатланиши мумкин бўлган илашиш коэффициентининг минимал қиймати аниқлансин. Олд гилдиракларга 19 кН оғирлик тушади. Олд гилдираклардаги нормал реакцияларнинг ўзгариш коэффициенти 1,1; ҳавонинг сўйриланувчанлик коэффициенти 0,6 Нс/м², киделев кесимининг юзи 2,4 м², айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,06.

1,100-масала. Гилдирашга қаршилик коэффициентини 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 коэффициентини аниқлансин. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $1,1$.

1.101-масала. Автомобил кўтарилиш бурчаги $5^\circ 10'$ бўлган йўлда текис ҳаракатланмоқда. Агар динамик омилнинг $0,113$ га тенглиги маълум бўлса, гилдирашга қаршилик коэффициентининг катталиги аниқлансин.

1.102-масала. Агар йўлнинг қаршилик коэффициентини $0,025$; двигателнинг қуввати $37,4 \text{ кВт}$; трансмиссиянинг ФИК $0,92$; сўйриланувчанлик омили $0,57 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $1,05$ бўлса, оғирлиги $15,9 \text{ кН}$ бўлган автомобиль 18 м/с тезликда қандай тезланиш билан ҳаракатланиши мумкин?

1.103-масала. Автомобил гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,025$ бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Автомобилнинг оғирлиги $14,3 \text{ кН}$, сўйриланувчанлик омили $0,48 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $1,03$ га тенг. Агар трансмиссиядаги ишқаланиш кучи, $F_{\text{ишқ}} = (2 + 0,09 \cdot v_a) \cdot m_a \cdot g \cdot 10^{-3}, \text{ Н}$ билан ифодаланса 23 ва 10 м/с тезликларда автомобилнинг секинлашиши аниқлансин.

1.104-масала. Етакланувчи гилдирак гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,015$ бўлган йўлда ҳаракатланмоқда; гилдиракнинг статик радиуси $0,315 \text{ м}$; инерция моменти $0,96 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; гилдиракка тушадиган нормал юклама $5,5 \text{ кН}$. Агар гилдиракка итарувчи куч 174 Н га тенг қўйилса, гилдирак қандай бурчак тезланиши билан айланиши ҳисоблансин.

1.105-масала. Агар етакчи гилдиракка $1 \text{ кН}\cdot\text{м}$ момент қўйилган бўлса, 30 кН нормал куч билан юкланган ва $0,5 \text{ кН}$ тортиш кучи ҳосил қиладиган бу гилдирак қандай бурчак тезланиши билан айланади? Гилдиракнинг динамик радиуси $0,53 \text{ м}$; гилдиракнинг инерция моменти $20 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; гилдирашга қаршилик қилувчи коэффициентини $0,02$.

1.106-масала. Гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,015$ бўлган йўлда 18 м/с тезлик билан ҳаракатланётган $14,4 \text{ кН}$ оғирликдаги автомобилнинг тезланиши аниқлансин. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи $1,43 \text{ кН}$; сўйриланувчанлик омили $0,48 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $1,05$.

1.107-масала. Агар етакчи гилдиракларга тушадиган оғирлик 78 кН ; тўла оғирлик 106 кН , айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини $1,66$ га тенг бўлса, гилдирашга қаршилик коэффициентини $0,04$ ва гилдиракларнинг йўл билан илашшиш коэффициентини $0,4$ га тенг бўлган йўлда жойидан қўзғалишида

1.108-масала. Гилдирак формуласи 6×6 ва тўла огирлиги

108 кН бўлган юк автомобили гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 га тенг бўлган йўлда ҳаракатланмоқда, 0,12 м/с тезланиш ҳосил қилади. Огирлиги 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 узатманинг - 8,31; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники - 0,66; қўширма узатмасиники - 1,23; гилдиракларнинг статик радиуси - 0,585 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 огирлиги 14,45 кН; сўйриланувчанлик омили $0,43 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,05. Агар сўйриланувчанлик омили $0,30 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ гача камайса, автомобилнинг тезланиши неча фозга ортади?

1.110-масала. Огирлиги 191,5 кН бўлган юк автомобили 15 м/с тезлик ва $0,15 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Сўйриланувчанлик 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 1,94; узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисиники 1,0. Гилдиракларнинг статик радиуси 0,48 м. Трансмиссиянинг ФИК 0,46. Йўлнинг қаршилик коэффициенти 0,011. Агар автомобилга узатиш сони 7,22 бўлган асосий узатма ўрнатилса, унинг тезланиши қандай бўлади?

1.111-масала. Юк автомобилнинг тўла юкламали айланувчи массаларини ҳисобга олиш коэффициенти биринчи узатмада 1,81; тўғри узатмада 1,06. Узатишларни алмашлаб қўшиш қутисидagi ҳам узатмаларда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти аниқлансин. Автомобилнинг тўла массаси 14950 кг. Шайланган автомобилнинг массаси 6700 кг. Узатмаларни алмашлаб қўшиш қутисидagi 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 паст огирлик ҳолати: тўла юкламали ва шайланган ҳолати учун аниқлансин. Тўла масса 42000 кг, шайланган автопоезднинг массаси 15000 кг. Трансмиссиянинг узатиш сонлари: паст узатмада 55,2; юқори узатмада 5,1. Трансмиссиянинг ФИК 0,84. Гилдиракнинг

радиуси 0,53 м. Двигател айланувчи қисмларининг инерция моментлари 2,5 кг·м², гилдиракники 20,6 кг·м². 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 тирсақли 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 Н·с²/м². Двигател ҳосил қиладиган буровчи момент тирсақли 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 Н·с²/м²; миделев кесимининг юзи 2,1 м²; йўлнинг қаршилик коэффициентини 0,02. Йўлнинг қиялиги аниқлансин.

1.117-масала. Автобус 1,6° бурчакли қияликда 16,3 м/с ўзгармас тезлик билан ҳаракатланмоқда. Гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02, сўйриланувчанлик омили 2,4 Н·с²/м². 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 Н·с²/м², гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,02 бўлса, кўтарилишнинг тиклиги аниқлансин.

1.119-масала. Автомобил кўтарилиш бурчаги 5°10' тепаликка текис ҳаракатланмоқда. Агар динамик омили 0,113 га тенглиги маълум бўлса, гилдирашга қаршилик коэффициентини аниқлансин.

2. АВТОМОБИЛНИНГ ЁНИЛГИ ТЕЖАМКОРЛИГИ

Автомобилнинг ёнилги тежамкорлиги двигателнинг қувватидан фойдаланиш даражаси, ҳаракатланиш тезлиги, юк кўтарувчанлигидан фойдаланиш даражаси, йўл шаронглирига қараб куриб чиқилади.

Ёнилги тежамкорлигига онд масалаларда автомобилларни синов шарт шомоллари ҳисобга олинган.

Ёнилгининг солиштирма самарали сарфи, г/кВт·соат, соатлик сарф билан боғлиқ ва қувватдан 100% га яқин фойдаланишда минимал қийматга 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 тешиқ ва юклама билан ишлаш режимларига қараб

$$g_e^i = k_n \cdot k_N \cdot g_e(N_{\text{ном}})$$

Ёнилгининг соатлик сарфи кг/соат, юкорида келтирилган формуладан

$$G_e = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}$$

Ёнилгининг соатлик сарфи, кг/соат, автомобилнинг етакчи шидиракларига берилган қувватга қараб:

$$G_e = \frac{g_e \cdot N_n}{1000 \cdot \eta_{\text{мр}}} = \frac{g_e \cdot (N_{\psi} + N_{\omega} + N_f)}{1000 \cdot \eta_{\text{мр}}} = \frac{g_e \cdot v_a \cdot (P_{\psi} + P_{\omega} + P_f)}{\eta_{\text{мр}}}$$

Ёнилгининг йўлда ва соатлик сарфи л/100 км, ўртасида қуйидаги боғлиқлик мавжуд:

$$G_s = 1000 \cdot \frac{G_e}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e} = \frac{g_e \cdot (N_{\psi} + N_{\omega} + N_f)}{36 \cdot v_a \cdot \rho_e \cdot \eta_{\text{мр}}} = \frac{g_e \cdot (P_{\psi} + P_{\omega} + P_f)}{3,6 \cdot 10^4 \cdot \rho_e \cdot \eta_{\text{мр}}}$$

100 км йўлга ёнилги сарфи:

• килограмм ҳисобида, кг/100 км.

$$G_s = 100 \cdot \frac{G_e}{v_a};$$

- литрлар ҳисобида, л/100 км,

$$G_s = 100 \cdot \frac{G_s}{v_a \cdot \rho_s}$$

Транспорт иши бирлигига ёнилғи сарфи:

- юк автомобили учун л/100 к·км,

$$\begin{aligned} G_{TP} &= 100 \cdot \frac{G_s}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \frac{g_s \cdot N_s}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \\ &= \frac{g_s \cdot (N_v + N_o + N_f)}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s} = \frac{g_s \cdot (P_v + P_o + P_f)}{3,6 \cdot G_n \cdot K_r \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}} \end{aligned}$$

- автобуслар учун, л/100 йўловчи·км

$$\begin{aligned} G_{TP} &= 100 \cdot \frac{G_s}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_n \cdot \rho_s} = \frac{g_s \cdot N_s}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_n \cdot \rho_s} = \\ &= \frac{g_s \cdot (N_v + N_o + N_f)}{36 \cdot v_a \cdot G_n \cdot K_n \cdot \rho_s} = \frac{g_s \cdot (P_v + P_o + P_f)}{3,6 \cdot G_n \cdot K_n \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}} \end{aligned}$$

2.1-масала. 17,9 кН оғирликдаги, суйриланувчанлик коэффициенти 0,6 Н·с/м² бўлган, қаршилиқ коэффициенти 0,081 билан тавсифланадиган асфалт қопламали йўлда 10 м/с тезлик ҳаракатланаётган енгил автомобилнинг ёнилғи сарфи аниқлансин. Ёнилғининг солиштирама эффектив сарфининг катталиги 350 г/кВт·соат, унинг зичлиги 0,78 кг/л. Трансмиссиянинг ФНК катталиги 0,9.

Масаланинг ечилиши. Йўлдаги ёнилғи сарфи, л/100 км:

$$G_s = \frac{g_s \cdot N_s}{36 \cdot \rho_s} = \frac{g_s \cdot N_u}{36 \cdot v_a \cdot \rho_s \cdot \eta_{mp}}$$

Ётақчи гилдиракларга бериладиган қувват, кВт:

$$N_n = N_v + N_o = v_a \cdot (P_v + P_o) = v_a \cdot (C_a \cdot \psi + W \cdot v_a^2);$$

$$N_u = v_a \cdot (17900 \cdot 0,081 + 0,6 \cdot 100) = 1510 \cdot v_a \text{ кВт.}$$

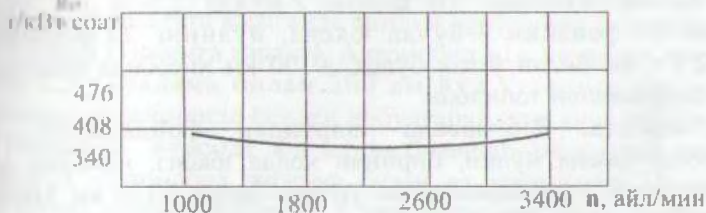
Бинобарин,

$$G_s = \frac{350 \cdot 1510}{3,6 \cdot 10^4 \cdot 0,78 \cdot 0,9} = 20,9 \text{ л/100 км.}$$

2.2-масала. Автомобил 54 км/соат тезлик билан ҳаракатлана туриб соатига 18 кг ёнилғи сарфлайди. Унинг 80 км йўлда қанча ёнилғини ортиқча сарфлаши ҳисоблансин.

2.3-масала. Двигателнинг солиштирама ёнилғи сарфи графиги бўйича (5-расм) автомобил йўлнинг 24 км ли участкасида тўғри узатмада 55 км/соат тезлик билан ҳаракатланганида неча литр

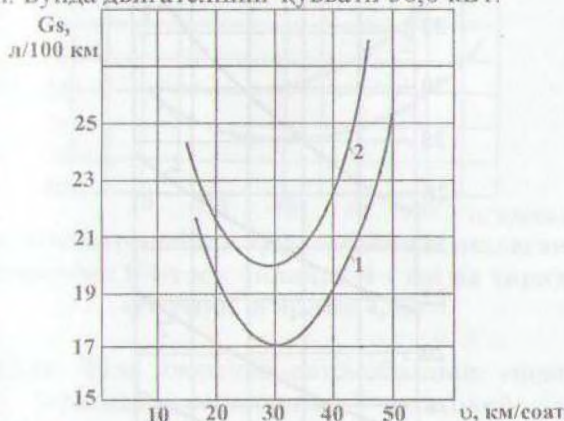
5-расм. Двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи



5-расм. Двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи графиги

Бензиннинг солиштирма оғирлиги $0,75 \text{ г/см}^3$ деб қабул қилинган. Автомобилнинг техник маълумотлари: асосий узатманинг қўйиш сопи 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 ёнилғи сарфи ўзгариши аниқлансин. Бунда двигателнинг қуввати 36,8 кВт.



6-расм. Юк автомобилнинг иқтисодий тавсифи:

1-юксиз ҳаракатланганида; 2-юк билан ҳаракатланганида

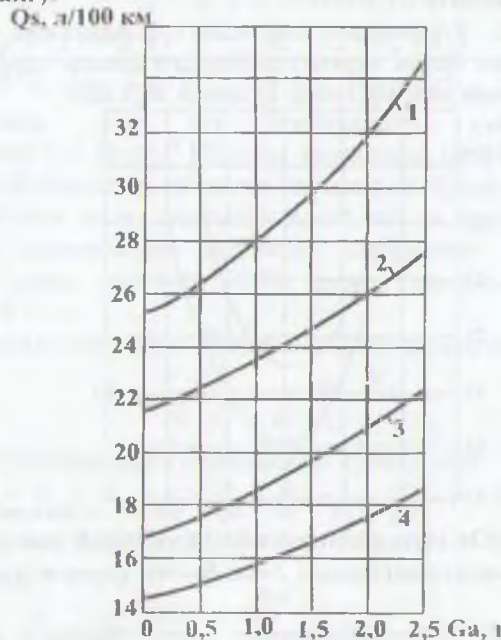
1.5-масала. Автомобилнинг юк билан ва юксиз ҳаракатланишидаги иқтисодий тавсифи 6-расмда келтирилган. Автомобил юк билан ва юксиз, ўртача тезликда, 60 км йўлни босиб ўтди: юк билан 40 км/соат тезликда, юксиз 50 км/соат тезликда. Автомобилнинг юк билан ва юксиз босиб ўтган йўлдаги ёнилғи сарфи топилсин.

2.6-масала. Юк автомобилнинг турли йўللarda ва турлича йўлларда юкларда ўртача ёнилғи сарфлаш тавсифи 7-расмда

таъсирланган. 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 топилисин.

2.7-масала. 2.6-масала шартидан фойдаланиб, агар автомобил ҳамма йўлни, биринчи ҳолда юксиз, иккинчи ҳолда тула 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 км транспорт иши учун ўртача бензин сарфи топилисин. Масалани ечишда 2-йўл бўйича ҳаракатланиш шароитлари қабул қилинсин (7-расмга қаранг).



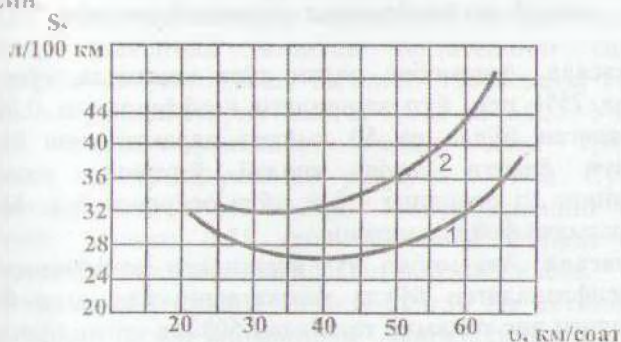
7-расм. Юк автомобилнинг ўртача ёнилғи сарфлаш таъсифи:

1-грунт йўл; 2-шаҳарда ҳаракатланишда; 3-баланд-пастлик релкефли асфалқтланган текис шосседа; 4-текис релкефли асфалқтланган шосседа.

2.9-масала. Синаш натижалари маълумотлари бўйича шиналардаги босимнинг 10% камайиши шиналардаги босим нисбати бўлгандагига қараганда ёнилғи сарфининг 5 % ортишига сабаб бўлади (7-расмга қarang). Автомобил «1» қизикқа онд йўл бўйича 2,5 т юклама билан 200 км йўл ўтганида босимнинг ёрратилган пасайишида ёнилғи нобудгарчилиги аниқлансин.

2.10-масала. 8-расмда юк автомобилнинг иқтисодий тавсифи келтирилган. Автомобил тиркама билан ва тиркамасиз 30 км/соат суръат билан ҳаракатланишида 1 т·км ташилган юкка сарфланган ёнилғи литрлар ҳисобида топилсин. Тиркаманинг ўз оғирлиги 17 кН 1а тенг килиб олинсин.

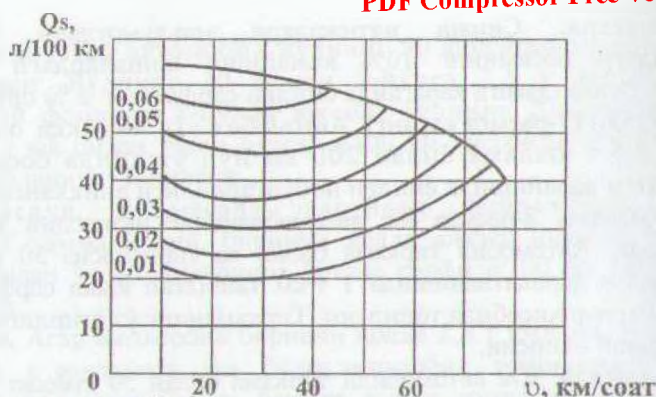
2.11-масала. Юк автомобили тиркама билан 50 км/соат ўртача суръатда ишлаганида ёнилғидан тежаш (фоиз ҳисобида) аниқлансин.



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 бўлган ҳаракатланиш шароитларида аниқлансин.

№ участка	Участканинг узунлиги, км	Йўл қаршилик 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

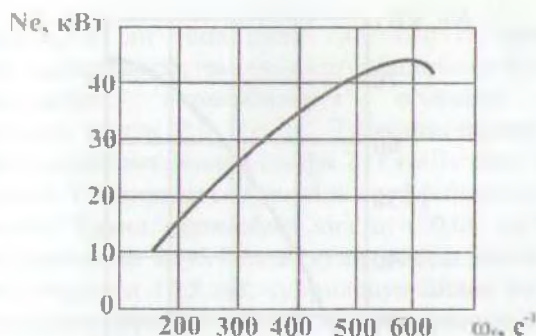


9-расм. Йўл қаршилиги коэффициенти ψ га қараб автомобилнинг иқтисодий тавсифи

2.13-масала. Автомобил олдин тўла юкламада, сўнгра тўла юкламанинг 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 қутисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 4,3; трансмиссиянинг ФИК 0,92; ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л. Масалани ечишда 10-расмда келтирилган ташқи тезлик тавсифи графигидан фойдаланилсин.



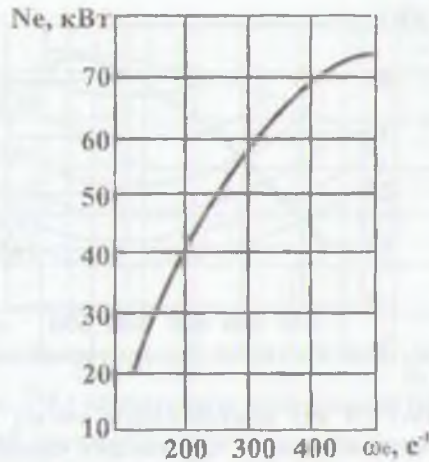
10-расм. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

2.16-масала. 18,0 кН оғирликдаги енгил автомобилнинг 90 ил 120 км/соат тезликларда ҳаракатдаги назорат ёнилғи сарфи аниқлансин. Максимал тезликда двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи 280 г/кВт·соат, берилган тезликларда гилдирашга қаршилик коэффициенти тегишлича 0,018 ва 0,020. Узатмаларни аниқлаб қўшиш қўтисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 4,1. Гилдиракнинг радиуси 0,31 м. Суйриланувчанлик коэффициенти $0,43 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Трансмиссиянинг ФИК 0,92. Ёнилғининг 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 солиштирма ёнилғи сарфи 240 г/кВт·соат. Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,015. Узатмаларни аниқлаб қўшиш қўтисининг узатиш сони 1,0; асосий узатманики 6,33. Гилдиракларнинг радиуси 0,48 м; трансмиссиянинг ФИК 0,82; суйриланувчанлик омили $2,55 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; ёнилғининг зичлиги 0,82 кг/л.

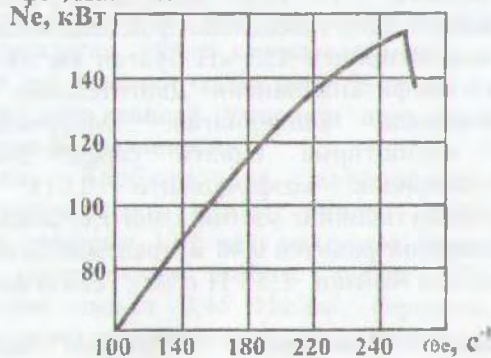
2.18-масала. 2.15-масаланинг бошланғич маълумотларидан фойдаланиб автомобилнинг 3,0 кН оғирликдаги тиркама билан 90 км/соат тезликда ҳаракатланганда йўллик ёнилғи сарфи суйриланувчанлик омили 25% га ортганда аниқлансин.

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 шигов 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 шигов олишидаги ёнилғи сарфи топилсин. Шигов 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^и ли тепаликда 14,0 м/с га тенг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланаётган юк автомобилнинг йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин. автомобилнинг оғирлиги 243 кН. Сўйриланувчанлик омили $2,8 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$. Трансмиссиянинг ФИК 0,84. Двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи $217 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$. Ёнилғининг зичлиги $0,82 \text{ кг/л}$. Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,015.

2.23-масала. Ёнгил автомобил қиялиги 0,06 ва гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,015 бўлган кўтарилтишда шигов олади. Агар автомобилнинг оғирлиги 12,5 кН, сўйриланувчанлик коэффициенти $0,3 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$, ҳавонинг зичлиги $1,225 \text{ кг/м}^3$, миделев кесимининг юзи $1,85 \text{ м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,94; двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи $320 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$; ёнилғининг зичлиги $0,75 \text{ кг/л}$; айланивчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,1 бўлса, 20 м/с тезлик ва $0,8 \text{ м/с}^2$ тезланишда йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин.

2.24-масала. Йўл қаршилиги коэффициенти 0,03 бўлган 14,0 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган автобуснинг йўллаги ёнилғи сарфи аниқлансин. Автобуснинг оғирлиги 78 кН; сўйриланувчанлик омили $1,5 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,9; максимал қувватда солиштирма ёнилғи сарфи $300 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$. Айланиш частотасидан фойдаланиш коэффициенти $k_n=1,25$ ва қувватдан фойдаланиш коэффициенти $k_N=0,96$. Ёнилғининг зичлиги $0,75 \text{ кг/л}$.

2.25-масала. Автопоезд гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,01 бўлган йўлда ўзгармас 15 м/с тезлик билан, 100 км йўл босишда 60 л ёнилғи сарфлаб ҳаракатланмоқда. Сўйриланувчанлик коэффициенти $3,4 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,82; двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи $210 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$; ёнилғининг зичлиги $0,82 \text{ кг/л}$. Агар шатакчининг массаси 22 000 кг бўлса, йўртаманинг массаси аниқлансин.

2.26-масала. Автобус кўтарилтишда ўзгармас 14 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Автобуснинг массаси 10880 кг; сўйриланувчанлик коэффициенти $0,5 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$; миделев кесимининг юзи $3,6 \text{ м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,86; двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи $322 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$; ёнилғининг зичлиги $0,75 \text{ кг/л}$. Автобус 100 км йўл босишга 106 литр ёнилғи сарфласа, қандай балоңлиқни энтиб ўта олади? Гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,015.

2.27-масала. Ёнгил автомобил йўл қаршилиги 0,02 бўлган йўлда 100 км йўлни босиб ўтишда 14,9 л ёнилғи сарфлаганида $0,3 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан юриб, қандай тезлик ҳосил қилиши мумкинлигини. Автомобилнинг массаси 1470 кг, сўйриланувчанлик омили $0,4 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,94; двигателнинг солиштирма ёнилғи сарфи $290 \text{ г/кВт} \cdot \text{соат}$; айланивчи массаларни

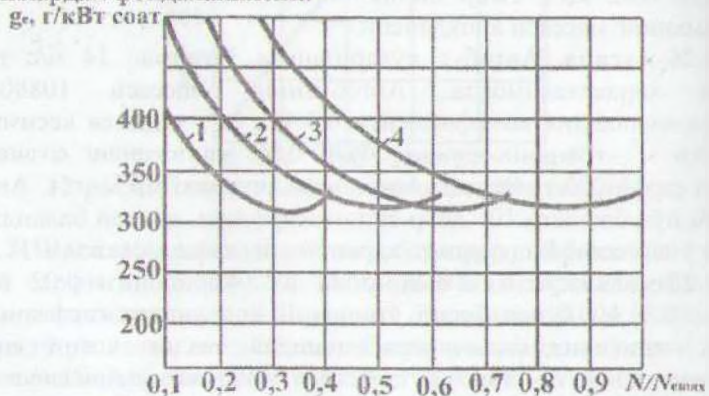
хисобга олиш коэффициенти 1,06; ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.28-масала. Юк автомобили каршилиги 0,06 бўлган йўлда барқарор тезлик билан ҳаракатланмоқда. Агар йўллик ёнилги сарфи ўзгармасдан қолган бўлса, автомобилнинг каршилиги коэффициенти 0,04 ва 0,02 бўлган йўлларда ҳаракатланишидаги тезланиши топиلسин. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,2.

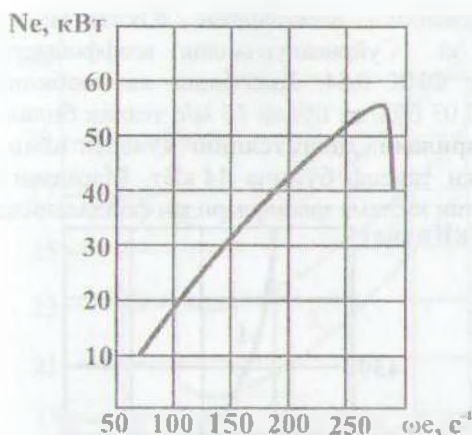
2.29-масала. Каршилиги 0,015 бўлган йўлда 14 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган юк автомобили қандай тезланишда 100 км йўлда 58 л ёнилги сарфлайди? Автомобилнинг массаси 16000 кг; суйриланувчанлик омили $4,7 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; трансмиссиянинг ФИК 0,89; айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,1; двигателнинг солиштира ёнилги сарфи 220 г/кВт·соат; ёнилгининг зичлиги 0,82 кг/л.

2.30-масала. 2.15-масаланинг бошланғич маълумотларидан фойдаланиб, йўл каршилиги коэффициенти 0,025 бўлганда, тўғри узатмада автомобил барқарор ҳаракатининг ёнилги тавсифи қурилсин.

2.31-масала. Йўл каршилиги коэффициенти 0,02 ва 0,03 бўлганда юк автомобилининг тўртинчи ва учинчи узатмаларидаги барқарор ҳаракатининг ёнилги тавсифи қурилсин. Автомобилнинг массаси 5360 кг; суйриланувчанлик омили $2,2 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; гилдиракнинг радиуси 0,44 м; трансмиссия-нинг ФИК 0,9. Узатма сонлари: асосий узатманинг 6,67; узатмаларни алмашлаб қўшни қутисининг тўртинчи ва учинчи узатмалариники 1,0 ва 1,69. Ёнилги зичлиги 0,75 кг/л. Масалани ечиш учун 13 ва 14-расмлардаги графиклардан фойдаланилсин.



13-расм. Двигателнинг юклама тавсифи



14-рasm. Двигателнинг ташқи тезлик тавсифи

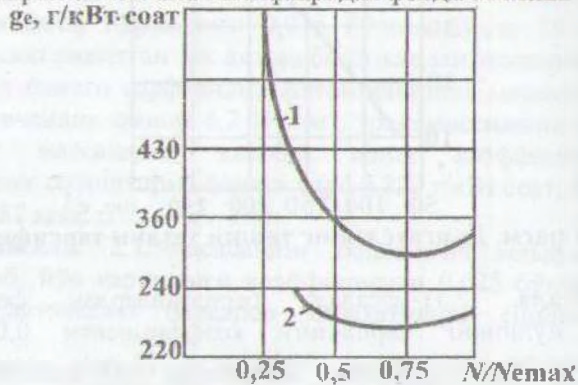
2.32-масала. 2.31-масалада берилганлардан фойдаланиб, автомобил йўлининг қаршилиги коэффиценти 0,03 билан таъсифланадиган участкада 4-узатмада 18 м/с тезлик билан ҳаракатланганида қанча миқдордаги ёнилғи тежалиши аниқлансин. Автомобил ҳаракатланадиган йўлнинг узунлиги 150 км. Сўйрилувчанлик омили, конструктив ўзгартиришлар ҳисобига, 20% га камаяди.

2.33-масала. 2.31-масаладаги бошланғич маълумотлардан фойдаланиб, автомобилнинг йўл қаршилиги 0,02 бўлган йўлда 4-узатмада, 15 м/с тезлик билан ҳаракатланишида агар у массаси 1400 кг бўлган тиркамани шатакка олиб кетаётган бўлса, йўллик ёнилғи сарфи аниқлансин. Бунда сўйрилувчанлик омили 25% га камаяди.

2.34-масала. Иккита сингил 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 орташи натижасида иккинчи автомобилнинг захира қувиши биринчи автомобилникига қараганда неча км га кўплиги аниқлансин. Автомобилларнинг тула массаси 1500 кг. Сўйрилувчанлик омили 0,45 Н·с²/м², трансмиссиянинг ФИК 0,92. Ёнилғи бакиннинг сизими 46 л. Ёнилгининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.35-масала. Агар карбюраторли двигател дизел двигатели билан алмаштирилса, юк автомобилнинг масса бўйича ёнилғи сарфи

неча фоизга камайиши аниқлансин. Юкланган автомобилнинг массаси 8525 кг. Суйриланувчанлик коэффициенти 2,8 $\text{H}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$. Трансмиссиянинг ФИК 0,84. Ҳисоблаш автомобилнинг қаршилик коэффициентини 0,03 бўлган йўлда 10 м/с тезлик билан ҳаракатланиши ҳоли учун бажарилсин. Двигателнинг қуввати айти ҳаракатланиши ҳоли учун ташки тавсиф бўйича 44 кВт. Масалани ечиш учун 15-расмда келтирилган юклама тавсифларидан фойдаланилсин.

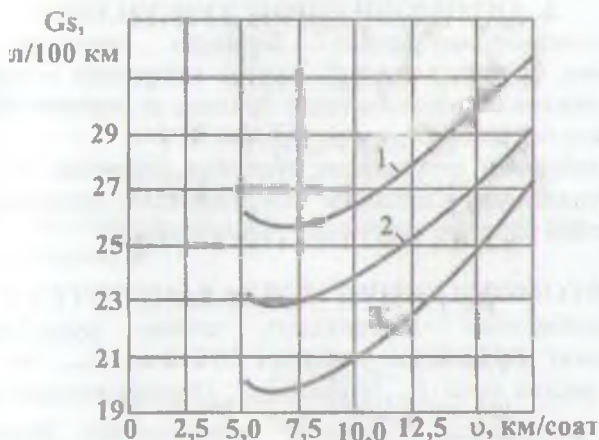


15-расм. Карбюраторли (1) ва дизел (2) двигателларнинг юклама тавсифи

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 қўтарувчанлиги 4000 кг.

2.37-масала. Юк автомобили 2000 кг массага юк билан йўлнинг қаршилиқ коэффициентини 0,03 га тенг бўлган йўлда 14 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Юкланган автомобилнинг массаси 5590 кг. Суйриланувчанлик коэффициентини 2,4 $\text{H}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$. Трансмиссиянинг ФИК 0,85. Солиштира ёнилғи сарфи 370 г/кВт·соат. Тонна-километрга литр ҳисобида фойдали иш бирлигига ёнилғи сарфи аниқлансин. Ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л.

2.38-масала. 55 та ўтириш ўрни бўлган автобуснинг массаси 10260 кг. Агар автобуснинг ҳаракатланиш тезлиги 14 м/с, солиштира ёнилғи сарфи 2300 г/кВт·соат, суйриланувчанлик коэффициентини 3,1 $\text{H}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$, трансмиссиянинг ФИК 0,84; йўлнинг қаршилиқ коэффициентини 0,025; ёнилғининг зичлиги 0,75 кг/л бўлса, литрлар ҳисобида йўловчи-километрга ёнилғи сарфи аниқлансин.



16 расм. 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 бўлишида ёнилғи сарфи аниқлансин.

2.40-масала. Юк автомобили 80, 90, 120 км масофаларга тегишлича 5, 6, 7 т юк билан 3 марта бориб-қелди. 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, 160 км масофаларга тегишлича 20, 22, 19 т юк билан уч марта бориб-қелди. 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

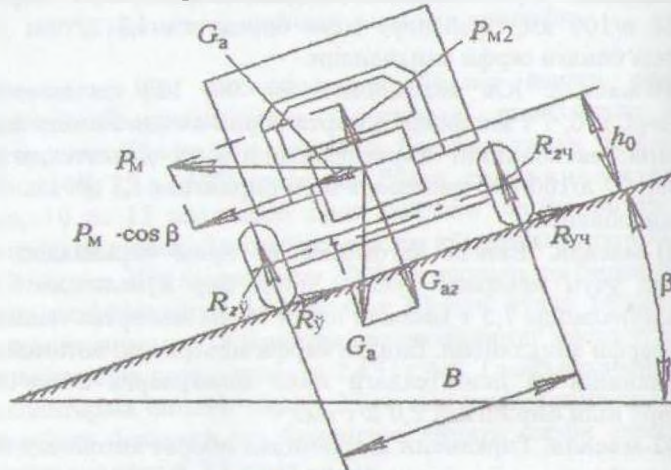
Турғунлик-автомобилнинг берилган тезлики, ҳаракат йўналишини, шунингдек, унга турли тойитувчи кучлар таъсир этиши натижасида автомобилнинг бўйлама ва вертикал ўқларининг йўналишини сақлаш қобилияти.

Автомобилнинг турғунликини йўқотиши ағдарилиш ёки сирпаниш билан ифодаланади. Сирпаниш ёки ағдарилиш йўналишига қарай, кўндаланг ёки бўйлама турғунлик фарқ қилинади.

3.1. АВТОМОБИЛНИНГ КЎНДАЛАНГ ТУРГУНЛИГИ

Автомобилнинг марказидан қочма куч, автомобиль оғирлигининг кўндаланг ташкил этувчиси G_{π} , ён томондан эсадиган шамол кучи $P_{\omega 1}$, шунингдек, йўлнинг нотекис жойлирини урилиши натижасида кўндаланг турғунлигини йўқотиши оғир эҳтимол ва хавфли ҳисобланади.

Автомобил кўндаланг турғунлигининг кўрсаткичларини қуйидагилардир: айлана бўйлаб мумкин бўлган $v_{o\max}$ тезликнинг минимал радиус $R_{\min}$ ва йўлнинг кўндаланг қиялиги $\beta_{o\max}$ бўлган йўлдан эҳтимолли ҳаракатланиш тезлиги.



17-расм. Автомобил йўлнинг ташқи қисми бўйича ҳаракатланганда унинг кўндаланг турғунлигига таъсир қилувчи 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:

и) 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

$$\varphi < \frac{B}{2 \cdot h_0} = \eta_{\text{er}}.$$

Автомобилнинг бурилишда ағдарилиш хавфсиз
парикатланадиган максимал (критик тезлиги), м/с:

- кўндаланг қияликли йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta}{2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot R \cdot g}$$

8011

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{(B + 2 \cdot h_0 \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot L}{(2 \cdot h_0 - B \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \theta} \cdot g}.$$

- кўндаланг қиялиги йўк йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2 \cdot h_0}}$$

8011

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot L}{2 \cdot h_0 \cdot \theta}}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) шартлари бўйича автомобил
бурилишда ҳосил қила оладиган максимал (критик) тезлик, м/с:

- кўндаланг қияликли йўлда

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{\varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot R \cdot g}$$

8011

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{(\varphi + \operatorname{tg} \beta) \cdot L}{(1 - \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \theta}} \cdot g.$$

- кўндаланг қиялиги йўқ 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 йўқ 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 йўқ йўлда

$$R_{\max} = \frac{v^2}{\varphi \cdot g}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича турғунлик шarti.

Н:

- олдинги ғилдиракларники

$$R_{11} \leq \sqrt{(\varphi_1 \cdot R_{11})^2 - R_{11}^2};$$

- орқа ғилдиракларники

$$R_{12} \leq \sqrt{(\varphi_2 \cdot R_{12})^2 - R_{12}^2}.$$

Ён томонга сирпаниш (сурилиш) бўйича автомобилнинг барқарор доиравий ҳаракатининг критик тезлиги, м/с:

- олдинги ғилдиракларники

$$v_{\max 1} = \sqrt{g \cdot R \cdot \sqrt{\varphi_1 - K_{x1}}};$$

• орка гилдиракларники

$$v_{\max 2} = \sqrt{g \cdot R \cdot \sqrt{\varphi_2 - K_{x2}}},$$

бу ерда $K_{x1} = \frac{R_{y1}}{R_{z1}};$

$$K_{x2} = \frac{R_{y2}}{R_{z2}}.$$

Автомобилнинг ён томонга тойишидаги критик тезлик (тойиш кучиниб 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 урилиб кетмасдан автомобиль енгиб ўтадиган энг катта (чегаравий) кўтарилиш бурчаги:

• икка автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{h_0} \quad \text{ёки} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{b - f \cdot r_u}{h_0};$$

• автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot (b - f \cdot r_u) - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot a}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{шат}} \cdot h_{\text{шат}}}.$$

Орка етакчи гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича (етаكчи гилдиракларнинг шатаксыраши) автомобиль енгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

- якка автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h_0}$$

ёки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot (a + f \cdot r_u) - f \cdot L}{L - \varphi \cdot h_0};$$

- автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot [\varphi \cdot (a + f \cdot r_u) - f \cdot L] - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шат}})},$$

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 ғилдиракларнинг йўл билан илашмиш шартлари бўйича (етакчи ғилдиракларнинг шатаксираши) автомобил енгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

- якка автомобилнинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi \cdot (b - f \cdot r_u) - f \cdot L}{L + \varphi \cdot h_0};$$

- автопоезднинг

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot [\varphi \cdot (b - f \cdot r_u) - f \cdot L] - f \cdot G_{\text{шат}} \cdot (L + \varphi \cdot h_{\text{шат}})}{G_a \cdot (L + \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шат}} \cdot (L + \varphi \cdot h_{\text{шат}})}$$

Олдинги ва орқа ғилдиракларнинг йўл билан илашмиш шартлари бўйича (етакчи ғилдиракларнинг шатаксираши) автомобил енгиб ўтадиган энг катта кўтарилиш бурчаги:

-автомобилнинг (хамма етакчи ғилдираклари билан)

$$\operatorname{tg} \alpha = \varphi;$$

-автопоезднинг (автомобил-шатакчи хамма ғилдираклари 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 стакчи гилдираклари билан ағдарилиши шартини белгилаш:

$$R_{z1} > 0 \text{ ёки } \varphi < \frac{b}{h_0}.$$

Бутунлай кияликда ҳаракатланганда:

сирпаниши ағдарилишдан олдин содир бўлади

$$\frac{B}{2 \cdot h_0} > \varphi;$$

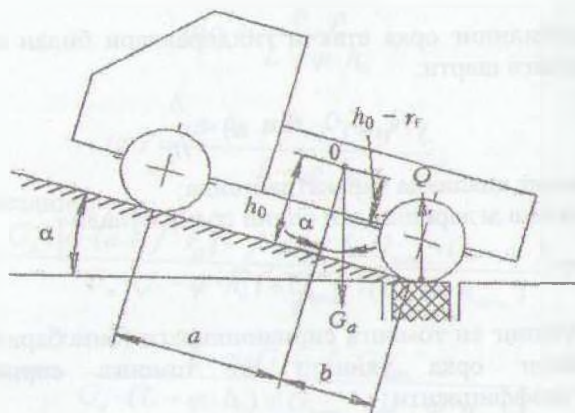
Орқа ўқнинг ён томонга сирпанишидаги (бинобарин, бутунлай сирпанишидаги) орқа ўқнинг ён томонга сирпанишидаги) тўрттиш коэффициентини

$$\eta_0 = \sqrt{\varphi^2 \cdot \left(1 + \gamma_T \cdot \frac{h_0}{B}\right)^2 - \frac{\left(\gamma_T \cdot \frac{L}{B}\right)^2}{1 - \left(\frac{2 \cdot \varphi \cdot h_0}{B}\right)^2}},$$

бу ерда $\gamma_T = \frac{P_{\text{ш}}}{G_2}$ - тортиш кучи коэффициентини (автомобил стакчи

гилдиракларидан йиғинди тортиш кучининг стакчи гилдиракларга тушадиган юкка нисбати).

1.1-мисал. Автомобилни тортиш схемасидан фойдаланиб (10-расм), унинг оғирлик марказидан йўл сиртигача бўлган масофа янгилансин. Гарознинг кўрсатиши - $Q=17,6$ кН. Автомобил орқа ўқнинг киялик бурчаги $\alpha = 30^\circ$. Автомобилнинг техник параметрлари: автомобилнинг бўйлама ўқи бўйича оғирлик марказидан орқа ўқкача бўлган масофа $b=1,6$ м; олдинги ўқигача бўлган масофа $a=1,7$ м; орқа гилдиракка тушадиган оғирлик $G_2=16,0$ кН; гилдиракнинг радиуси $r_r=0,4$ м.



18-расм. Оғирлик маркази ўрнини топиш

Масаланинг ечилиши. Схемадан фойдаланиб, олдинги гилдиракларнинг таянч ўқиға нисбатан ҳамма кучларнинг моментлари тенгласини тузамиз:

$$Q \cdot (a + b) \cdot \cos \alpha - G_a \cdot a \cdot \cos \alpha - G_a \cdot (h_0 - r_u) \cdot \sin \alpha = 0$$

Тенгламани оғирлик марказининг баландлиги h_0 га нисбатан ечиб, қуйидагини топамиз:

$$h_0 = \frac{Q}{G_a} \cdot (a + b) \cdot \operatorname{ctg} \alpha - a \cdot \sin \alpha + r_u,$$

лекин

$$G_a = G_2 \cdot \frac{a + b}{a},$$

булганлигидан ўзгартиришлардан кейин қуйидагига эға бўламиз:

$$h_0 = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \left(\frac{Q}{G_2} - 1 \right) + r_u,$$

$$h_0 = 1,7 \cdot \sqrt{3} \cdot (1,1 - 1) + 0,4 = 0,694 \text{ м.}$$

3.2-масала. Тиркамали орқа етакчи гилдиракка эға 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 ўккача 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,

1.3-масала. Тиркамали орқа етакчи гилдиракли шатакчи

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G_a \cdot a}{G_a \cdot h_0 + G_{\text{шатак}} \cdot h_{\text{шатак}}}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \alpha = \frac{76000 \cdot 1,2}{76000 \cdot 1,2 + 52000 \cdot 1,3} = 29^{\circ} 50'$$

1.3-масала. Тиркамали орқа етакчи гилдиракли шатакчи автомобилга енгиб ўтиши мумкин бўлган кўтарилишнинг чегаравий катталиги топилсин. Гилдиракларнинг ер билан илашиш коэффициенти 0,4. Ҳисоблашда қуйидагича қабул қилинсин: автомобилнинг оғирлиги 80,0 кН; унинг базаси 4,2 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,1 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; тиркаманинг оғирлиги 45 кН; тортиш-тиркаш қурилмасининг жойлашнинг баландлиги 1,0 м.

Маълумнинг ечилиши. Шатакчи автомобил енгиб ўтиши мумкин бўлган чегаравий кўтарилиш бурчаги:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(L - a) \cdot \varphi \cdot G_a}{G_a \cdot (L - \varphi \cdot h_0) + G_{\text{шатак}} \cdot (L - \varphi \cdot h_{\text{шатак}})}$$

Кўтарилиш бурчагини топамиз:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \alpha = \frac{(4,2 - 1,8) \cdot 0,4 \cdot 80000}{80000 \cdot (4,2 - 0,4 \cdot 1,1) + 45000 \cdot (4,2 - 0,4 \cdot 1)} = 9^{\circ} 20'$$

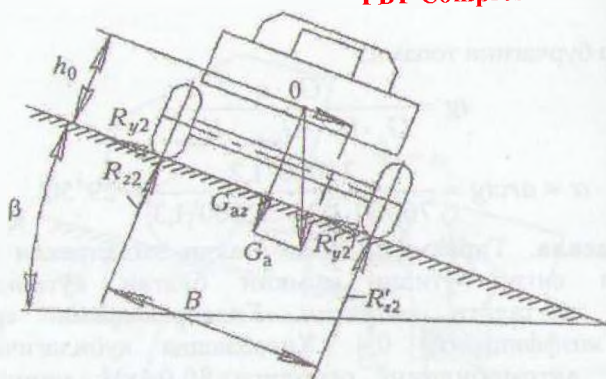
1.4-масала. Автомобилнинг гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартлари бўйича илашиш коэффициенти 0,4 бўлган бўлса, 16° бурчакли кўтарилишда ҳаракатлана олиши аниқлансин. Ҳисоблашда қуйидагилар қабул қилинсин: автомобилнинг базаси 3,2 м; оғирлик марказдан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,7 м; оғирлик марказининг баландлиги 1 м.

Маълумнинг ечилиши. Автомобил енгиб ўтадиган кўтарилишнинг чегаравий бурчаги:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a \cdot \varphi}{L - \varphi \cdot h_0}; \quad \alpha = \operatorname{arctg} \alpha = \frac{1,7 \cdot 0,4}{3,2 - 0,4 \cdot 1,0} = 13^{\circ} 40'$$

Чегаравий кўтарилиш бурчаги берилган бурчакдан кичик бўлгани учун ҳаракатланиб бўлмайди.

1.5-масала. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,4 бўлган бўлса ҳаракатланишда автомобилнинг ён томонга айланиши мумкинлиги аниқлансин. Гилдираклар изи ораси 1,7 м; оғирлик 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 ҳисравий кўтарилиш бурчаги топилсин. Ҳисоблашда қуйидагилар қабул қилинсин: автомобилнинг тула оғирлиги 54,0 кН; олдинги ўқга 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.

1.10-масала. Тиркама шатакка олинган текис ҳаракатланаётган. Орқа етакчи гилдираклари бор шатакчи автомобилнинг турғунлиги ҳисобида қабул қилинган чегаравий кўтарилиш бурчаги топилисин. Автомобилда қуйидагилар қабул қилинсин: шатакчининг оғирлиги 10,0 кН; унинг оғирлик марказининг баландлиги 1,4 м; горизонтал йўналишда оғирлик марказидан орқа гилдирак ўқларигача бўлган масофа 1,2 м; тиркаманинг оғирлиги 52,0 кН; тортиш-тиркаш кучларининг жойлашиш баландлиги 1,3 м. Ҳавонинг қаршилиги ва гилдирақларнинг гилдирашга қаршилиги ҳисобга олинмасин.

1.11-масала. 3,8-масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар автомобилнинг оғирлик маркази баландлиги 0,9 м гача камайса, чегаравий кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

1.12-масала. Орқа етакчи гилдираклари бор автомобилнинг 1,1-шароитининг коэффиценти 0,3 бўлган йўлда ҳаракатланаётганда қўлиб ўтилган чегаравий кўтарилиш бурчаги илашиш шартлари аниқлансин. Автомобилнинг техник ўлчамлари: базаси 3 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м.

1.13-масала. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффиценти 0,4 бўлган йўлда ҳамма етакчи гилдираклари билан ҳаракатланаётган шатакчи етакчи енгиб ўтиши мумкин бўлган чегаравий кўтарилиш бурчаги аниқлансин. Ҳисоблашда қуйидагилар 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 кучларининг жойлашиш баландлиги 1,0 м.

1.14-масала. Автомобилнинг 22° кўндаланг қияликда йўлда ёрғин барсирор ҳаракатланишига йўл қўйувчи оғирлик маркази баландлигининг максимал қиймати топилисин. Масалани ечишда автомобилнинг турғунлиги ён томонга сирпаниш бўйича таъминланган бўлиб қабул қилинсин. Автомобил гилдираги излари орасидаги масофа 1,6 м.

1.15-масала. Автомобилнинг гилдираклари билан йўлнинг илашиш коэффиценти 0,5 бўлган йўлда ҳаракатланишида унинг орқа ёққонин ён томонга сирпанишига қарши турғунлик коэффиценти аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 3,4 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 1,8 м; кетинги гилдирақлар орасидаги масофа 1,6 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Тортиш кучининг катталиги коэффиценти 0,2.

1.16-масала. 1.13-масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар автомобил гилдирақларининг йўл билан илашиш коэффиценти 0,6

бўлса, орка ўқининг турғунлик ён томонга сирпанишига қарши коэффициентни қандай ўзгартириш аниқлансин.

3.17-масала. 3.13 масаланинг шартларидан фойдаланиб, агар огирлик марказининг баландлиги 1 м гача ортса, орка ўқининг ён томонга сирпанишга қарши турғунлик коэффициентни қандай ўзгартириш аниқлансин.

3.18-масала. Автомобил гилдиракнинг йўл билан илашши коэффициентни 0.5 бўлган йўлда ҳаракатланмокда. Гилдирак қуйидаги ҳолларда ишлаганда илашши бўйича ён реакцияларининг chegaraviy 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 гилдирак ўқининг йўл билан илашши коэффициентни 0.7 бўлган йўлда ҳаракатланмокда. Илашши бўйича гилдирак узатадиган ён реакциянинг катталиги аниқлансин: а) агар у бўйлама реакциядан икки марта катта бўлса, б) бўйлама реакциядан икки марта кам бўлса. Қуйидагилар қабул қилинсин: гилдирак излари орасидаги масофа 1.8 м, огирлик марказининг баландлиги 2.4 м, гилдиракларнинг йўл билан илашши коэффициентни 0.5. Сирпаниш ва ағдарилиш бўйича chegaraviy бурчқиклар ўзаро тенг бўлиши учун огирлик марказининг баландлигини неча фойга ўзгартириш кера?

3.21-масала. Автомобилнинг кўндаланг қийлиги 35° бўлган йўлда ён томонга-сирпанишсиз ёки ағдарилмасдан ҳаракатлана олиши аниқлансин. Шиналарнинг йўл билан илашши коэффициентни 0.6, огирлик марказининг баландлиги 1.2 м, гилдирак излари орасидаги масофа 1.4 м га тенг қилиб қабул қилинсин. Етакчи гилдираклардаги тортиш кучи нолга тенг қилиб олинсин.

3.22-масала. Юк автомобили гилдираклари излари орасидаги масофа 2.0 м, огирлик марказининг баландлиги 1.8 м га тенг. Кўндаланг қийлиги 36° бўлган йўлда ҳаракатланишнинг таъминлаш учун алоҳида ҳолда гилдирак излари орасидаги масофани ва огирлик марказининг баландлигини қандай катталикка ўзгартириш кераклиги аниқлансин.

3.23-масала. Автобуснинг кўндаланг қийлиги 30° бўлган йўлда ҳаракатлана олиши аниқлансин. Қуйидагилар қабул қилинсин: гилдиракларнинг йўл билан илашши коэффициентни 0.7, гилдирак излари орасидаги масофа 1.9 м, огирлик марказининг баландлиги 1.5 м. Гилдираклардаги тортиш кучини нолга тенг

деб қилинсин.

1.14-мисала. Автомобилнинг кўндаланг қиялиги 38° ва гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,75 бўлган ҳолда ағдарилиш мумкинлиги аниқлансин. Гилдирақлар излари орасидаги масофа 1,59 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,38 м.

1.15-мисала. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 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 гилдирақлари изи орасидаги масофа 1,44 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,8 м. Гилдирақлардаги тортиш кучи нолга тенг деб қабул қилинсин.

1.16-мисала. Фургон автомобилнинг ён томонга сурилиш ва ағдарилиш бўйича критик тезликлари аниқлансин. Оғирлик марказининг баландлиги 2,2 м; гилдирак излари орасидаги масофа 1,65 м; бурилиш радиуси 50 м; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,6. Гилдиракдаги тортиш кучи нолга тенг деб қабул қилинсин. Бу тезликлар гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентининг қайси қийматида ўзаро тенг бўлади?

1.17-мисала. Автомобил радиуси 20 м бўлган бурилишда ҳаракатланмоқда. Автомобил гилдирақлари изи орасидаги масофа 1,6 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,38 м деб қабул қилинсин. Автомобил кўндалангига ағдарилмасдан қандай максимал тезликда ҳаракатланиш мумкинлиги аниқлансин. Қандай бурилиш радиусида максимал тезлик икки марта катта бўлади?

1.18-мисала. Юкланган ва юкланмаган автомобил радиуси 16 м бўлган бурилишда ҳаракатланганида ағдарилиш шарти бўлган критик тезликлари неча фоизга фарқ қилади? Автомобил гилдирақлари изи орасидаги масофа 1,75 м; юксиз автомобил марказининг баландлиги 1,387 м; юк орттилганиники 0,45 м деб қабул қилинсин.

1.19-мисала. Юк автомобили йўлнинг горизонтал қисмида, 15 м/с тезлик билан ағдарилмасдан ҳаракатланаётганида қандай минимал радиус билан ағдарилмасдан бурила олади? Автомобил гилдирақлари изи орасидаги масофа 2,08 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,45 м. Гилдиракнинг минимал бурилиш радиуси билан бурилаётганда ён томонга сирпаниш билан ағдарилган йўл билан илашиш коэффициентининг қиймати аниқлансин.

1.20-мисала. Гилдирақлар билан йўлнинг илашиш

коэффициенти 0,4 бўлган йўлда бурилаётган юк автомобилнинг кўндалангига ағдарилиши мумкинлиги аниқлансин. Автомобил оғирлик марказининг баландлиги 1,45 м; гилдирак излари орасидаги масофа 2,03 м. Автомобил илашиш коэффициентини икки марта катта бўлган йўлда ағдарилмаслиги учун оғирлик марказининг баландлиги ва автомобиль излари орасидаги масофани ҳар қайсисини алоҳида қандай катталиikka ўзгартириш зарур?

3.31-масала. Енгил автомобиль 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; автомобиль 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 автомобилнинг 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 автомобиль радиуси 50 м бўлган айлана бўйлаб 20 м/с тезликда ҳаракатланишда бурилиш марказига нисбатан ички гилдиракларнинг йўл сиртидан ўзилиши содир бўлса, автомобиль оғирлик марказининг баландлиги аниқлансин. Автомобил гилдираклари орасидаги масофа 1,7 м. Ушбу ҳол илашиш 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 автомобилнинг радиуси 50 м ли бурилишда 17 м/с тезлик билан ҳаракатланаётгандаги ағдарилиш бўйича тезлик заҳирасининг фоизи топилсин. Автомобил гилдираклар изи орасидаги масофа 1,95 м; оғирлик марказининг баландлиги 1,34 м.

3.36-масала. Енгил автомобиль кўндаланг қиялиги 25° бўлган йўлда радиуси 50 м ли виражда ҳаракатланмоқда. Автомобил ағдарилмаслиги учун қандай максимал тезликда ҳаракатланиши мумкинлиги ҳисоблансин. Автомобил гилдираклари изи орасидаги

масофа 1,22 м; оғирлик марказининг баландлиги 0,63 м. Йўл йўндаланг қиялигининг қандай бурчагида ҳарқандай ҳаракатланиш йўналишида автомобил ағдарилмайди?

3.37-масала. Юк автомобили виражда ҳаракатланмоқда. Сирпаниш бўйича автомобилнинг барқарор ҳаракатланиши учун йўл кўндаланг қиялигининг минимал бурчагининг қиймати аниқлансин. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,65; аниқлашнинг эгирлик 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 қилинладиган минимал бурчаги аниқлансин. Оғирлик марказининг баландлиги 1,6 м; автомобил гилдирақлари изи орасидаги масофа 1,9 м; гилдирақларнинг 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. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6.

3.40-масала. Автомобил йўлнинг горизонтал участкасида радиуси 500 м бўлган эгри чизикли трасктория 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. Гилдирақларнинг 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 тезлигини бўйича критик тезлик аниқлансин. Автомобил оғирлик марказининг баландлиги 1,0 м; гилдирақлар изи орасидаги масофа 1,8 м; виразнинг қиялик бурчаги 20° ; бурилиш радиуси 20 м.

3.43-масала. Тўда оғирлиги 12,0 кН бўлган олди юритмали автомобил учун, етакчи кўприкнинг ён томонга сурилиши бўйича, бурилиш қиялик бурчаги аниқлансин. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,5; автомобилнинг базаси 2,1 м; оғирлик

марказидан орқа ўқкача бўлган масофа 1,2 м; етакчи гилдирақлардаги тортиш кучи 1,5 кН.

3.44-масала. Юк автомобили йўлнинг кўндаланг қиялиги θ нга эгри чизикли участкасида 10 м/с тезлик билан, орқа етакчи ўқи ён томонга қараб сирпанмасдан ҳаракатлана оладими? Гилдирақларнинг 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; гилдирақлардаги тортиш кучи 5,0 кН.

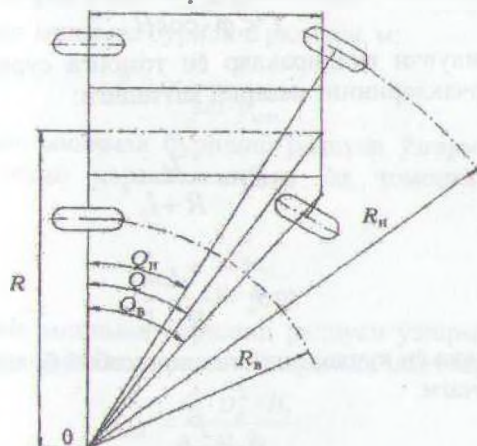
3.45-масала. Юк автомобили 14 м/с тезлик билан, орқа етакчи ўқи ён томонга сирпанмасдан ҳаракатлана оладиган, кўндаланг қиялиги θ нга йўқ йўлнинг максимал бурилиш радиуси ҳисоблансин. Автомобилнинг оғирлиги 58,6 кН; базаси 3,3 м; оғирлик марказидан олдинги ўқкача бўлган масофа 2,0 м; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6; етакчи гилдирақлардаги тортиш кучи 2,0 кН.

3.46-масала. Олд юритмалы автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган йўлда, 600 м радиусли бурилишда ҳаракатланмоқда. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,4; гилдирақда қаршилик коэффициенти 0,03; автомобилнинг оғирлиги 14,4 кН, шунинг жумладан олдинги ўққа 52% оғирлик тушади; сўйриланувчанлик омили $0,4 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$. Автомобилнинг олдинги ва орқа ўқларининг ён томонга сўрилиши бўйича критик тезликлари топилин.

АВТОМОБИЛНИНГ БОШКАРИЛУВЧАЛИГИ

4.1. ЯККА АВТОМОБИЛНИНГ БОШКАРИЛУВЧАВЛИГИ

Шакли гилдиракларнинг вазиятини ўзгартириш ёрдамида қилинган бўйлама ўқининг вазиятини йўл сиртида ўзгартириш даражасининг бўрилиши деб аталади (20-расм).



20-расм. Автомобилнинг ён томонга сурилмасдан бурилиш схемаси

Автомобилнинг берилган йўналишни уни бошқариш йўналишига таъсир кўрсатишга мувофиқ ўзгартириш хусусияти бошқарилувчанлик деб аталади.

Бошқариш органларига таъсир кўрсатилганда автомобилнинг берилган траектория бўйича ҳаракатланиш йўналишини ўзгартириш ҳудудсизлиги бўрилувчанлик деб аталади.

Трасекториядан четга чиқиш - тезлик векторининг ҳаракат трасекторияси йўналишидан четга чиқишидир.

Курс бўйича четта чиқиш - автомобил бўйлама ўқининг қарикат - траектория йўлидан четта чиқишидир.

Автомобилнинг бурилиш қобилияти бурилувчанлик билан таърифланади.

Куйидаги шартлар бажарилганда бурилувчанлик яхши бўлади:

1 Бошқариладиган ғилдирак ён томонга сирпанмасдан
қайтадирайди.

2 Руя юритмаси бошқариладиган гилдиракларнинг бурилиш бурчакларининг тўғри нисбатини таъминлайди.

Автомобилнинг компоновкаси, осма ва шиналар олдинги ва

орқа гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаклари ўртасида оптимал нисбатни таъминлайди.

4. Рул бошкармасининг конструкцияси йўл томондан бошқариладиган гилдиракларга таъсир этаётган кучлар туғрисида фикр юритишга имкон беради.

Автомобилнинг бурилиши мумкинлиги шarti:

$$f < \varphi \cdot \cos \theta.$$

Бошқарилувчи гилдираклар ён томонга сурилмаганида шунинг 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:

$$\operatorname{ctg} \theta_{\tau} - \operatorname{ctg} \theta_u = \frac{l_0}{L};$$

$$\operatorname{ctg} \theta_{\tau} + \operatorname{ctg} \theta_u = \frac{2 \cdot R}{L};$$

$$\operatorname{ctg} \theta = 0,5 \cdot (\operatorname{ctg} \theta_{\tau} + \operatorname{ctg} \theta_u)$$

ски

$$\theta = 0,5 \cdot (\theta_{\tau} + \theta_u).$$

Автомобил рул гилдирагининг бурилиш бурчаги, град.

$$\theta_{yx} = \theta \cdot i_{pm} : i_{pn}$$

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 бурчаги билан текис ҳаракатланишда ён томонга сирпаниш шартларидан, м:

$$R_{\min} = \frac{v_a^2}{g \cdot \varphi}$$

Автомобилнинг минимал бурилиш радиуси ўзгармас бурилиш бурчаги билан текис ҳаракатланишда ағдарилиш шартларидан, м:

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot v_a^2 \cdot h_0}{B \cdot g}$$

Автомобилнинг ташқи габарит бурилиш радиуси, м:

$$R_{\text{заб max}} = R_{\min} + \Delta_1$$

Автомобилнинг ички габарит бурилиш радиуси, м:

$$R_{\text{заб min}} = R_{\min} - \Delta_2$$

Гиддирак излари бўйича бурилиш эни, м:

$$B_n = R_{\min} - R_{\text{заб min}}$$

Габарит ҳаракатланиш полосаси, м:

$$B_r = R_{\text{заб max}} - R_{\text{заб min}}$$

Гиддиракнинг ён кучлари таъсири сабаб бўладиган ён томонга сирпаниш бурчаги, рад:

$$\delta = \frac{P_c}{k_c}$$

Гиддиракнинг ишлаш шароитларини ҳисобга олган ҳолда минимал ён томонга сирилишга қаршилиқ коэффициентини, рад/Н:

$$k_c = k_{c0} \cdot q_s \cdot q_m \cdot q_\varphi$$

Гиддиракнинг ён томонга сирилишга қаршилиқ коэффициентининг минимал ўлчамлари ва ундаги ҳаво босимига боғлиқлиги, рад/Н:

$$k_{c0} = 0,76 \cdot b_m \cdot (d + 2 \cdot b_m) \cdot (0,1 + P_m) \cdot 10^6.$$

Меъёридаги юкламанинг оптимал юкламадан четга чиқишининг ҳисобга олувчи тузатиш (коррекция) коэффициенти:

$$q_z = 2,4 \cdot \alpha_z - 1,8 \cdot \alpha_z^2 + 0,4 \cdot \alpha_z^3,$$

бу ерда $\alpha_z = \frac{R_z}{R_{z\text{опт}}}$.

Гилдиракка таъсир қилувчи бўйлама кучни ҳисобга олувчи тузатиш коэффициенти:

$$q_m = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{R_x}{\varphi \cdot R_z} \right)^2}}{1 + 0,375 \cdot \frac{R_x}{R_z}}.$$

Ён кучининг гилдиракнинг 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 гилдиракларнинг 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 гилдиракларнинг ён томонга сурилиш бурчаги, рад:

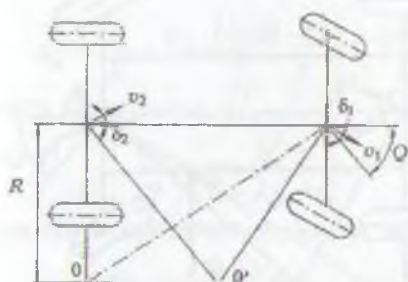
$$\delta_2 = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} \cdot \frac{a}{k_{c2} \cdot n_u \cdot L},$$

бу ерда n_u - битта ўқдаги гилдираклар сони.

Автомобилнинг бурилувчанлиги:

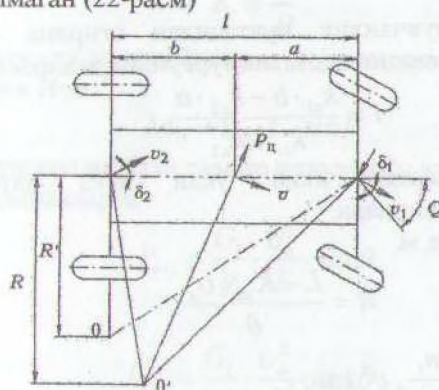
- нейтрал (21-расм)

$$\delta_1 = \delta_2 \quad \text{ёки} \quad \frac{\omega_a}{\theta} = \frac{v_a}{L};$$



21-расм. Нейтрал бурилувчан автомобилнинг бурилиш схемаси

• етарли бўлмаган (22-расм)



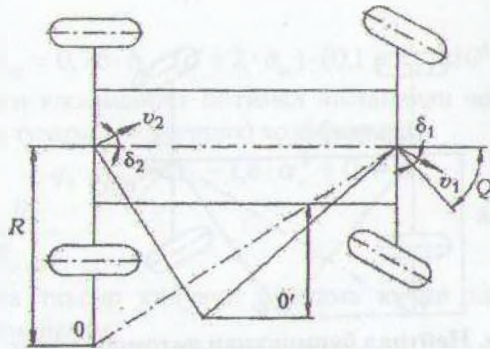
22-расм. Бурилувчанлиги етарли бўлмаган автомобилнинг бурилиш схемаси

• ортикча (23-расм).

Нейтрал бурилувчанлик нуқталарининг координаталари:

$$a = \frac{L \cdot k_{c1}}{k_{c1} + k_{c2}};$$

$$b = \frac{L \cdot k_{c2}}{k_{c1} + k_{c2}}.$$



23-расм. Бурилувчанлиги ортикча автомобилнинг бурилиш схемаси

Нейтрал бурилувчанлик нуқтасидан оғирлик марказигаги бўлган масофа (йўналишнинг статик турғунлик 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,

$$R = \frac{L - K_{\text{пв}} \cdot v_a^2}{\theta}$$

бу ерда $k_{\text{нс}} = \frac{m_2}{k_{\text{ен2}}} - \frac{m_1}{k_{\text{ен1}}}$, $\text{с}^2 / \text{м}$;

- бурилиш марказидан орқа ўқкача бўлган масофа, м,

$$C = \frac{m_2 \cdot v_a^2}{k_{\text{ен2}}}$$

- бурилиш бурчак тезлиги:

а) ғилдиракларнинг ён томонга сурилиши бўлмаганда, рад/с,

$$\omega_a = \frac{v_a \cdot \theta}{L - k_{\text{нс}} \cdot v_a^2}$$

ёки

$$\omega_a = \frac{v_a}{R} = \frac{v_a \cdot \text{tg} \theta}{L}$$

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} ,

$$\frac{\omega_a}{\theta} = \frac{v_a^2}{L - k_{nc} \cdot v_a^2}.$$

Бурилишда траекториянинг эгрилиги, м

$$K = \frac{\theta_p}{i_{py} \cdot (L - k_{nc} \cdot v_a^2)}$$

• м

$$K = \frac{1}{R}.$$

Олд юритмали автомобилнинг тортиш кучи ҳосил қиладиган буриш моменти Н·м:

$$M_\phi = P_\alpha \cdot L \cdot \sin \theta.$$

Бурилишда гилдиракка таъсир қилувчи ён кучлар, Н:

• олд гилдиракларга

$$P_{\phi n1} = \frac{G_1}{g} \cdot \frac{v_a^2}{L} \cdot \sin \theta$$

• ён

$$P_{\phi n2} = \frac{G_2}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} \cdot \cos \theta;$$

• орқа гилдиракларга

$$P_{\phi n2} = \frac{G_2}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R}.$$

Бурилишда автомобилнинг оғирлик марказига таъсир қилувчи марказдан қочма куч, Н:

$$P_n = \frac{G}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R \cdot \cos \beta_p}.$$

Горизонтал йўлда автомобилнинг барқарорлашган рул (бурилиш) ҳаракатининг критик тезлиги, м/с:

• ён томонга сирпаниш бўйича

$$v_a = \sqrt{2 \cdot \phi \cdot g \cdot R};$$

• 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:

$$v_a^2 + m \cdot v_a - n = 0,$$

бу ерда $m = \frac{b}{L} \cdot \frac{L^2 + R^2}{R} \cdot \omega_n$;

$$n = g \cdot R \cdot \frac{B}{2 \cdot h_0} - C \cdot L \cdot j;$$

бунда $C = \frac{a}{L}$;

$$\omega_n = \frac{d\theta}{dt}, \text{ с}^{-1}.$$

4.2. ТИРКАМАЛИ ШАТАКЛАГИЧНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИГИ

Автопоезд траекториясининг нисбий силжиши

$$\lambda_{an} = 1 - \frac{R_{ap}}{R}.$$

Автопоездининг бурилиши учун зарур бўлган йўлак эни, м:

$$B_u = R_{xn} - R_{xp}.$$

180° га бурилиш полосасининг эни (орқага юрмасдан ва маневр қилмасдан), м:

$$B_{180} = 2 \cdot R_{xp} + \Delta_x,$$

бу ерда Δ_x - хавфсиз ҳаракатланиш учун зарур бўлган қўшимча симметрия зонаси, м ($\Delta_x = 0,3 \dots 0,5$ м).

4.1-масала. Автомобил шиналарининг ён томонга сурилиши нисбатда 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 лўлда автомобилнинг ўртача бурилиш радиуси, м:

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta - \varphi_1) + \operatorname{tg}\delta_2}.$$

Бундан

$$\operatorname{tg}\delta_2 = \frac{L - R \cdot \operatorname{tg}(\theta - \varphi_1)}{R} = \frac{3,7 - 20 \cdot \operatorname{tg}(10^\circ 30' - 5^\circ)}{20} = 0,0887,$$

$$\delta_2 = \arctg 0,0887 = 5^\circ.$$

Демак, $\delta_1 = \delta_2 = 5^\circ$ бўлгани учун автомобил нейтралдаги бурилувчанликка эга.

4.2-масала. Агар автомобилнинг тўла оғирлиги 8400 Н, базаси 3,16 м, етакчи 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) тегишли топилсин.

Масаланинг ечилиши. Гилдиракларнинг ён томонга сурилиш 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 ўқгача 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

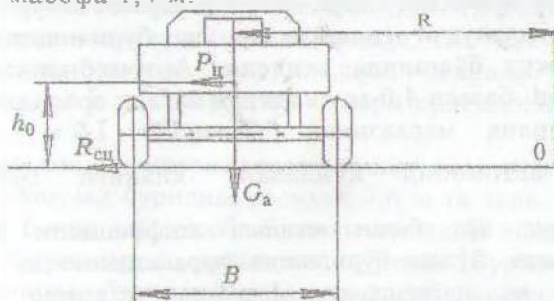
бурилишда ҳаракатланишидаги критик (чегаравий) тезлик, м/с:

$$v_{cr} = \sqrt{\frac{g \cdot L^2}{G_o \cdot (a \cdot k_{c2} - b \cdot k_{c1})}}$$

$$v_{cr} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 3,5^2}{27000 \cdot (2,2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} - 1,3 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5})}} = 22,4 \text{ м/с}.$$

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, ғилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,3. Автомобилнинг техник маълумотлари: огирлик марказининг баландлиги 0,9 м; ғилдираklar 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

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot v_a^2 \cdot h_0}{3,6^2 \cdot B \cdot g} = \frac{2 \cdot 54^2 \cdot 0,9}{3,6^2 \cdot 1,4 \cdot 9,81} = 29,5 \text{ м}.$$

Бинобарин, ағдарилишдан сирпаниш олдин юз беради.

4.6-масала. Автомобил ғилдиракларининг 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 счишда 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 гилдиракларнинг бурилишдаги бурчли тезлиги мавжуд бўлганида ечилсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 4,0 м; гилдирак излари орасидаги масофа 1,3 м; оғирлик марказининг баландли 1,0 м; катталиги $c = \frac{b}{L} = 0,4$; автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган ва гилдиракларнинг 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 гилдиракларнинг 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 гилдиракларнинг бурчак тезлиги мавжуд бўлганда автомобилнинг чегаравий ҳаракатланиш тезлиги

$$v_a^2 + m \cdot v - n = 0,$$

$$\text{бу ерда } C \cdot \frac{L^2 + R^2}{R^2} \cdot \omega_k = 0,4 \cdot \frac{4^2 + 40^2}{40^2} \cdot 0,4 = 6,44,$$

$$m = R \cdot g \cdot \frac{B}{2 \cdot h_0} - C \cdot L \cdot j = 40 \cdot 9,81 \cdot 0,65 - 0,4 \cdot 4 \cdot 0,8 = 253,86.$$

Квадрат тенгламани счиб, автомобилнинг чегаравий тезлигини топамиз: бу тезликкача ён томонга ағдарилиш юз

бермайди:

$$v_o = 13 \text{ м/с} \text{ ёки } v_o = 49 \text{ км/соат.}$$

4.8-масала. Автомобилнинг ён томонга сирланиши ёки буррилиши ва қандай минимал бурилиш радиусида олдин юз бериши аниқлансин. Ҳаракат инерция бўйича, гилдаракларнинг йўл билан плашиш коэффициенти 0.5 билан тавсифланадиган горизонтал йўлда содир бўлади. Автомобилнинг бурилишда ҳаракатланиш тезлиги 45 км/соат. Автомобилнинг техник маълумотлари: оғирлик марказининг баландлиги $h_c = 1.7 \text{ м}$; гилдирак излари орасидаги масофа 1.5 м.

4.9-масала. Автомобил кўндаланг қиялиги бўлмаган йўлда бурилиш радиуси 40 м бўлган бурилишда ҳаракатланмоқда. Техникнинг шундай чегаравий қиймати топилсинки, шу талланкчача автомобил ён томонга ағдарилиш хавфсиз ҳаракатлана олади. Масалани ечишда ён томонга сирланиш 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 ўрнатилган минимал бурилиш радиуси 7.6 м га тенг. Шиналар ён нуналишида биқир деб ҳисоблаб, ички ва ташқи гилдиракларнинг бурилиш бурчаклари, 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 бўлганда 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 бўлганда 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

булган йўлда ҳаракатланганда олдинги бошқариладиган гилдиракларини қандай ўртача бурчакка буриш зарур? Автомобилнинг техник маълумотлари: огирлиги 19,6 кН; базаси 2,8 м; горизонтал бўйича огирлик марказидан етакчи гилдирақ ўқларигача булган масофа 1,3 м; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициенти $1,8 \cdot 10^{-3}$ рад/Н; олдинги ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициенти $2,0 \cdot 10^{-3}$ рад/Н.

4.14-масала. Йўлнинг 90 м радиусида эгри чизикли участкасида 50 км/соат тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг бошқариладиган гилдираклари бурилган ўртача бурчак топилсин. Автомобилнинг техник маълумотлари: огирлиги 20,0 кН; базаси 3,0 м; огирлик марказидан олдинги ўқкача булган масофа 1,8 м; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициенти $2,0 \cdot 10^{-3}$ рад/Н; орқа ўқнинг ён томонга сурилиш коэффициенти $1,5 \cdot 10^{-3}$ рад/Н.

4.15-масала. Автомобилнинг ён томонга сирпаниш ва ағдарилиш шартлари бўйича автомобилнинг минимал бурилиш радиуслари гилдирак излари орасидаги масофа билан огирлик маркази ўртасидаги нисбат қандай булганида ўзаро тенг бўлиши аниклансин.

4.16-масала. Гилдиракларнинг гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,15 ва гилдиракларнинг йўл билан иланishi коэффициенти 0,3 булган йўлда автомобил ўртача 5,4 м радиус билан бурилиши мумкинми? Автомобилнинг базаси 4,6 м. Олд гилдирақлар бошқариладиган гилдирақлардир.

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 гилдирақлар излари орасидаги масофа бир хил.

4.18-масала. Автомобилнинг 4.17-масалада келтирилган ўнг гилдирагининг бурилиш бурчаги, гилдиракларнинг ён томонга сурилиши ҳисобга олинганда, неча фองга ўзгаради? Автомобилнинг огирлиги 14,4 кН, шу жумладан олдинги ўққа 6,7 кН; олд ўқ гилдирагининг ён томонга сурилишга қаршилик коэффициенти 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 шигов олади. Бурилишдаги бурчак тезлигининг ўзгариши аниклансин. Автомобилнинг огирлиги 9,9 кН; базаси 2,26 м; огирлик марказидан олдинги ўқкача булган 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 ҳаракатланмоқда. 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 ўзгармас тезлик билан ҳаракатланмоқда.

Техник маълумотлар: автобуснинг оғирлиги 150 кН, бурилишувчанлик 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 олмасдан; 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 ўзгармас 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 ҳаракатланмоқда. 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) биқир шинали автомобил учун; б) эластик шинали автомобил учун, бунда шиналарнинг ёнга сурилиши орқа ўқ учун 0,1 рад бурчани ташкил этади. Ҳавонинг қаршилиги ва ғилдирақларнинг ғилдираши 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. Ғилдирақларнинг эластиклиги ҳисобга олинмасин.

4.27-масала. 4.26-масала олдинги ғилдирақларнинг ёнга сурилиш бурчаги 0,105 рад., орқа ғилдирақларники 0,07 рад. бўлганда ғилдирақларнинг 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 ғилдирақларнинг бурилиш бурчаги қандай ўзгаради? Олд ўқ ғилдирақларининг 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; ғилдирақларнинг 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 ғилдирақлари 0,04 радиусга бурилган. Шу автомобилнинг ўзи юкламасиз, айнан шу шароитларда бошқариладиган ғилдирақлари 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 қаршилик 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 гапфаларнинг 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 тиниқи 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.

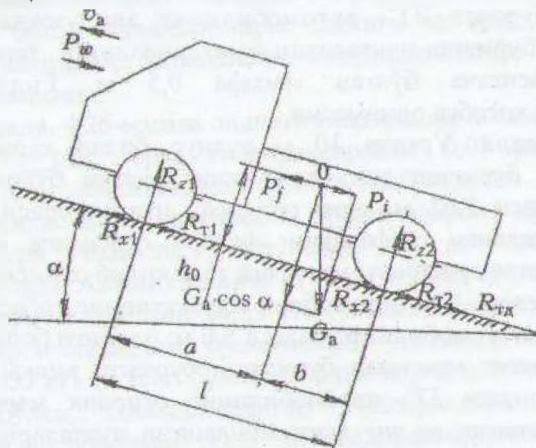
4.36-масала. Базаси 2,42 м бўлган автомобил йўлининг бурилишида эгрилик радиуси 10 м га тенг бўлган киргоғи бор йўл полотносининг ички чегарасига максимал яқинлашган ҳолда ҳаракатланмоқда. Орқа гилдирак йўл чегарасидан чиқиб кетмаслиги учун автомобилнинг олдинги гилдираклари йўл киргоғидан қандай масофада 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. Секинлашишнинг максимал қиймати;
2. Тормозланиш бошланишидан зарур тезликкача ёки тула 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:

$$R_x = \frac{M_{m\pi}}{r_d} + f \cdot R_z - \frac{J_{m\pi} \cdot J_z}{r_d \cdot r_k}$$

Тормозлашда автомобиль ҳаракат тенгламаси

$$P_m + P_{m\omega} + P_{\varphi} + P_{\omega} - P_j \pm P_i = 0$$

Тормозлаш кучи

$$R_m = \frac{M_{m\pi}}{r_u}$$

бу ерда $M_{mk} = (\varphi - f) \cdot R_z \cdot r_u + J_u \cdot \omega_u$, Н·м

Гилдиракларнинг йўл билан илашиши бўйича минимал тормозлаш йўлининг қиймати, Н:

а) орқа ўқ ғилдирақларини тормозлашда

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot (a + f \cdot r_{\text{н}}) \cdot \cos \alpha \pm G_a \cdot \sin \alpha + P_w \cdot (h_w - h_0)}{L + \varphi \cdot h_0}$$

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 қаршилигини ҳисобга олмасдан

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot (a + f \cdot r_{\text{н}}) \pm G_a \cdot \sin \alpha}{L + \varphi \cdot h_0}$$

ёки

$$P_T = \varphi \cdot \frac{G_a \cdot \left[(L - b) - \frac{j_a \cdot h_0}{g} \right]}{L};$$

б) олдинги ўқ ғилдирақларини 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 ғилдирақларни тормозлашда

$$P_T = \varphi \cdot G_a \cdot \cos \alpha;$$

- йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланишда

$$P_T = \varphi \cdot G_a.$$

Двигателдаги ишқаланиш моментини етакчи ғилдирақларга қолтирилган кучи:

$$P_{\text{то}} = \frac{M_{\text{то}} \cdot i_{\text{тр}}}{\eta_{\text{м}} \cdot r_{\text{н}}}$$

Тўрт тактли двигателдаги ишқаланиш momenti. Н·м, тақрибан қуйидаги формуладан аниқланади

$$M_{\text{то}} \approx 0,8 \cdot V_h \cdot (0,35 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot n_e)$$

$$M_{To} \approx 0,8 \cdot p_m \cdot V_h \cdot i_u,$$

бу ерда V_h - цилиндрнинг ишчи ҳажми, m^3 ;

i_u - цилиндрлар сони;

p_u - 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 :

$$C_n = \frac{S_n \cdot \omega_n}{\pi}$$

Тормознинг динамик омили

$$D_m = \frac{P_m + P_{mo} + P_w}{G_a}$$

Автомобилни тормозлашдаги секинлашиш, m/s^2 :

$$j_c = \frac{P_m + P_{mo} + P_\varphi + P_w}{\delta_{max} \cdot M_a}$$

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 :

$$j_1 = \frac{\varphi + \psi}{\delta_{max} \cdot k_s} \cdot g.$$

φ нинг қиймати ψ никидан анча катта бўлганлиги сабабли старлича аниқлик билан қуйидагича қабул қилиш мумкин.

$$j_2 = \frac{\varphi \cdot g}{\delta_{max} \cdot k_s}$$

Тормозлар ҳамма гилдиракларга 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

$$S_T = \frac{v_n^2 - v_u^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{\max} \cdot k_s.$$

Автомобил тўла тўхтагунча тормоз йўли, м:

$$S_T = \frac{v_u^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{\min} \cdot k_s.$$

Тўла (тўхтайдиган) тормоз йўли, м:

$$S_T = (t_1 + t_2) \cdot v_n + \frac{v_n^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{\min} \cdot k_s.$$

бу ерда $k_s = 1,2$ - енгил автомобиллар учун;

$k_s = 1,4$ - 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)

қуйидаги шартга риоя қилиниши зарур:

$$J_c < \frac{M_{\text{max}} \cdot r_k}{J_{\text{дв}} \cdot i_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{тп}}^2}.$$

J_c нинг қиймати ортиб кетганида, яъни тенгсизликка риоя қилмаганда двигател билан тормозлаш мақсадга мувофик эмас.

Автомобилни тормозлашда айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти:

- двигател узиб қўйилмаган ҳолда

$$\delta_{\text{аўл}} = 1 + \frac{J_{\text{д}} \cdot i_{\text{тп}}^2}{M_{\text{а}} \cdot r_{\text{д}} \cdot r_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{тп}}} + \frac{\sum J_{\text{ц}}}{M_{\text{а}} \cdot r_{\text{д}} \cdot r_{\text{ц}}};$$

- двигател узиб қўйилганида

$$\delta_{\text{аўл}} = 1 + \frac{\sum J_{\text{ц}}}{M_{\text{а}} \cdot r_{\text{д}} \cdot r_{\text{ц}}}.$$

Шатакчи автомобилни тормозлаш жараёнида уларнинг ўзаро таъсирлашиши шатакчи автомобилнинг солиштирма тормоз кучи γ_1 ва тиркаманинг тортиш кучига γ_n , яъни улар ўртасидаги илашиш кучининг (P_c) қийматига боғлиқ. 3 ҳолат бўлиши мумкин.

1. $\gamma_n = \gamma_1$, яъни $P_c = 0$. Идеал ҳолат. Тиркама ва шатак бир вақтда тормозланади.

2. $\gamma_n > \gamma_1$, яъни $P_c > 0$. Тиркама шатакчи автомобилнинг тормозланишини кучайтиради. Автопоезднинг чузилиши юз беради, натижада унинг тахланиши юз бермайди. Тургунлиги ортади.

3. $\gamma_n < \gamma_1$, яъни $P_c < 0$. Тиркама шатакчи автомобилга гилдираб келиб урилади ва автопоезднинг тахланиб қолиши содир бўлади.

Автопоездни тормозлашда, $P_{\text{ав}} = 0$, деб ҳисобласак, секинлашиш қуйидагига тенг бўлади. м/с:

- шатакники

$$j_{\text{ш}} = g \cdot \gamma_{\text{ш}} + \frac{P_c}{M_{\text{ш}}};$$

- тиркаманики

$$j_{\text{тм}} = g \cdot \gamma_{\text{тм}} - \frac{P_c}{M_{\text{тм}}}.$$

Солиштирма тормозлаш кучлари

- шатакники

$$\gamma_{ш} = \frac{\Sigma R_{ш}}{G_a}$$

- тиркаманики

$$\gamma_m = \frac{\Sigma R_{тм}}{G_m}$$

Шатакчи автомобил билан тиркама ўртасидаги илашиш кучи.

H:

$$P_c = G_{ан} \cdot (\gamma_m - \gamma_{ш}).$$

Автопоезднинг келтирилган оғирлик кучи, H:

$$G_{ам} = \frac{G_a \cdot G_m}{G_a + G_m}.$$

Ўқлардаги тормозлаш кучларининг максимал киймати, H:

- 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 тула тўхтагунига қадар минимал тормоз
ўзун, м:

$$S_T = \frac{v_n^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{сп} \cdot \frac{G_a + n_n \cdot G_{пp}}{G_a + n_n \cdot \lambda_T \cdot G_{пф}}$$

қвн

$$S_T = \frac{0,004 \cdot v_n^2 \cdot (G_a + n_n \cdot G_n)}{(G_a + n_n \cdot m_T \cdot G_{пф}) \cdot \varphi \cdot \cos \alpha + (G_a + n_n \cdot G_n) \cdot \sin \alpha}.$$

5.1-мисала. Тула тўхтагунига қадар узиб қўйилган двигатели
билан 20 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган енгил автомобилнинг
йўл, тормозланиш ваки ва секинлашиши аниқлансин. Йўл
гориюстгал, курук, бетон билан қопланган, илашиш коэффициенти
0.6. Тормозлаш самарадорлигининг пасайиш коэффициенти 1,2.

Хайдовчининг реакция вақти 0,8 с, тормозлаш тизими ишлаб бошлаганига қадар ўтган вақт 0,2 с. Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини 1,05.

Масаланинг ечилиши. Тўла тўхташга қадар тормоз йўли

$$S_T = \frac{v_a^2}{2 \cdot \varphi \cdot g} \cdot \delta_{\text{азл.}} \cdot k_s \cdot \frac{20^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} \cdot 1,05 \cdot 1,2 = 42,8 \text{ м.}$$

Тўхташ вақти

$$t_{\text{ТО}} = t_1 + t_2 + \frac{v_a^2}{\varphi \cdot g} \cdot \delta_{\text{азл.}} \cdot k_s = 0,8 + 0,2 + \frac{20}{9,81 \cdot 0,6} \cdot 1,05 \cdot 1,2 = 5,3 \text{ с}$$

Автомобилнинг секинлашиши

$$j_c = \frac{\varphi \cdot g}{\delta_{\text{азл.}} \cdot k_s} \cdot g = \frac{0,6 \cdot 9,81}{1,05 \cdot 1,2} = 4,67 \text{ м/с}^2.$$

5.2-масала. Тўла юкланган, оғирлиги 57,7 кН бўлган автомобиль қиялиги 5° , ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,7 бўлган йўлда ҳаракатланмоқда. Ғилдирақларнинг йўл билан илашиш шартини бўйича максимал тормозлаш кучини 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, ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини 0,6 бўлган, горизонтал курук грунт йўлда иккинчи узатмада ҳаракатланаётган, оғирлиги 7400 кг бўлган автомобилни двигател билан тормозлаш мумкинлигини аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: узатмаларни алмашлаб улаш қутисининг иккинчи узатмасида трансмиссиянинг узатиш сони 21,05; ғилдирақнинг радиуси 0,47 м; двигателнинг инерция momenti 0,28 Н·м·с²; трансмиссиянинг ФИК 0,9.

Масаланинг ечилиши. Двигател билан тормозлаш мумкинлигини шартини

$$j_T < \frac{M_{\text{ТК}} \cdot r_{\text{ц}}}{J_{\text{ДВ}} \cdot i_{\text{ТР}} \cdot \eta_{\text{ТР}}}$$

Автомобилнинг секинлашиши

$$j_c = \varphi \cdot \frac{g}{\delta_{\text{азл.}}} = 0,6 \cdot \frac{9,81}{1,07} = 5,5 \text{ м/с}^2.$$

Айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициентини

$$\delta_{\text{соз}} = 1 + \frac{J_{\text{дв}} \cdot i_{\text{тр}}^2 \cdot \eta_{\text{тр}}}{M_{\text{а}} \cdot r_{\text{а}}^2} = 1 + \frac{0,28 \cdot 21,05^2 \cdot 0,9}{7400 \cdot 0,47^2} = 1,07.$$

Тенгсизлиkning иккинчи шarti

$$\frac{M_{\text{тк}} \cdot r_{\text{а}}}{J_{\text{дв}} \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}} = \frac{250 \cdot 0,47}{0,28 \cdot 21,05 \cdot 0,9^2} = 24,6 \text{ м/с}^2.$$

$5,5 < 24,6$ бўлганлигидан двигател билан тормозлаб бўлмайди.

8.4-мисала. 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 ўзгариши? Ҳар иккала участка гилдиракларнинг йўл билан илашишга қаршилиқ коэффициенти 0,025 бир хиллиги билан таърифланади.

Мисаланинг ечилиши. Максимал секинлашиш қиймати, м/с^2 :

$$j_{\text{с}} = \frac{g}{G_{\text{а}}} (P_{\text{м}} + f \cdot G_{\text{а}} \cdot \cos \alpha + G_{\text{а}} \cdot \sin \alpha).$$

Гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартидан тормозлаш кучининг максимал қиймати, Н:

$$P_{\text{м}} = \varphi \cdot G_{\text{а}} \cdot \cos \alpha.$$

Автомобилни кўтарилишда тормозлашда

$$j_{\text{с}} = g \cdot [(\varphi + f) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha] =$$

$$= 9,81 \cdot [(0,5 + 0,025) \cdot \cos 6^\circ + \sin 6^\circ] = 6,15 \text{ м/с}^2.$$

Йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланганда

$$j_{\text{с}} = g \cdot (\varphi + f) = 9,81 \cdot (0,5 + 0,025) = 5,15 \text{ м/с}^2.$$

8.5-мисала. Тўла юкланган, оғирлиги 54,0 кН бўлган автомобилни қиялиги 5° бўлган йўлда тормозлаш керак бўлиб келсин. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6. Гилдиракларнинг йўл билан илашиш шартидан келиб чиқиб, қандай максимал тормозлаш кучини олиш мумкин?

8.6-мисала. 5.5-масаланинг шартидан фойдаланиб, агар автомобил фикат орқа гилдиракларда тормозга эга бўлса, эҳтимолый максимал тормозлаш кучи қандай ўзгариши аниқлансин. Автомобилнинг техник маълумотлари: базаси 3,3 м; оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофа 2,3 м; гилдирашга қаршилиқ коэффициенти 0,025. Елканлик марказининг баландлигини оғирлик марказининг баландлигига тенг қилиб h_0 қабул қилинсин.

8.7-мисала. 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, суйриланувчанлик 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. Суйриланувчанлик 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 теглиги бошлангич тормозлаш пайтида бир хил. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

3.14-масала. 50 км/соат тезлик билан то тўхтагунига қадар барқарор танаддиган автопоезднинг минимал тормоз йўли аниқлансин. Автопоезд оғирлиги 80,0 кН бўлган шатакчи автомобилдан ва ҳар бирининг оғирлиги 33 кН дан бўлган иккита тиркамадан иборат. Ўша участкаси горизонтал, гилдиракларнинг йўл билан илашшиш коэффициенти 0,4. Тиркамаларда тормоз тизими йўқ. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

3.15-масала. 3.14-масала шартидан фойдаланиб, агар автопоезд 30 м дан кияликда тормозланадиган бўлса, тормоз йўли аниқлансин.

3.16-масала. Шатакчи автомобил ва иккита тиркамадан иборат автопоезднинг тормоз йўли йўлнинг горизонтал участкасида тула тўхтагунига қадар 30 м дан ошмаслиги керак. Битта тиркамага тормозлар ўрнатилса, берилган шарт қаноатлантирилиши аниқлансин. Автомобилнинг бошланғич ҳаракатланиш тезлиги 50 км/соат, гилдиракларнинг йўл билан илашшиш коэффициенти 0,4. Автомобилнинг оғирлиги 55,0 кН. Тиркаманинг оғирлиги 35 кН. Тиркаманинг тормозловчи гилдираклари ўқига тўғри келувчи илашшиш оғирлиги 20,0 кН. Тиркаманинг тормозловчи гилдираклари тўғри юқлангани қайта тақсимлаш коэффициенти 1,1.

3.17-масала. 3.16-масала шартидан фойдаланиб, агар биринчи шатак тиркамалар тормозлар билан жиҳозланмаган бўлса, иккинчи шатак ва ҳар иккала тиркамалар тормозларга эга бўлса, тормоз йўли нисбат фозига қисқаради?

3.18-масала. Тормоз режимида ишлаётган гилдиракка таянч сиртнинг бўйлама реакцияси ҳисоблансин. Автомобилнинг гилдиракка тўғри келадиган массаси 600 кг; тормозлаш моменти 870 Н·м; инерция моменти $2,77 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; диагонал конструкциядаги ширини гилдиракнинг статик радиуси 0,364 м; секинлашиш 3 м/с^2 ; гилдиракка қаршилиқ коэффициенти 0,015. Агар а) тормозлаш моменти 2 марта ортса, б) гилдиракка тўғри келадиган масса 1,4 марта ортса, в) инерция моменти 2 марта камайса, реакция нисбатига неча фозга ўзгаради?

3.19-масала. Гилдиракка 8130 Н га тенг итарувчи куч қўйилган ва 1014 Н·м га тенг тормозлаш моменти берилди; радиал конструкциядаги ширини ўрнатилган гилдиракнинг статик радиуси 0,488 м; инерция моменти $14,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; гилдиракка қаршилиқ коэффициенти 0,015; гилдиракка тўғри келадиган масса 3125 кг. Гилдирак секинлашишини аниқлансин.

3.20-масала. Нормал куч $6,57 \text{ кН}$ билан юкланган гилдирак сиртнингга 20 рад/с^2 бурчак секинлашишига эга. Агар гилдиракларнинг йўл билан илашшиш коэффициенти 0,6; гилдиракка

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 автомобил тормозланганида секинлашиш 5 м/с^2 ни ташкил этди. Гилдирашга қаршилик ва ҳаво қаршилигини ҳисобга олиб, автомобил 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; автомобилнинг массаси 8000 кг, айланувчи массаларни ҳисобга олиш коэффициенти 1,04.

5.23-масала. Енгил автомобил 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 автомобил 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 автомобилнинг максимал секинлашишидаги гилдираклардаги тормозлаш кучи ҳисоблансин. Автомобилнинг массаси 1020 кг. Агар автомобил 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

Гиддиракларнинг йўл билан илашув кучларидан максимал қаршилик берилади. Агар автобус йўлнинг горизонтал участкасида ҳаракатланса, тормозлаш моментининг катталиги неча фоизга ўзгариши?

8.26-мисала. Двигатели узиб қўйилган автомобилни тормозлашда 5200 Н га тенг тормозлаш кучи ҳосил бўлади. Автомобилнинг массаси 1200 кг, суйриланувчанлик омили 0,17 Нс/м², ҳамма гилдиракларнинг жами инерция моменти 1,1 кг·м², радиал шинали гилдиракларнинг статик радиуси 0,252 м; ҳавонинг қаршилик коэффиценти 0,05; Бошланғич 25 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг секинлашиши аниқлансин.

8.27-мисала. Тўла массаси 28000 кг бўлган тормозлаш бўғимларидаги йиғинди тормозлаш моменти унинг кичик қисмида кичлиги 7% бўлган нишабликда текис ҳаракатланиши-да аниқлансин. Двигателнинг тормозлаш моменти бунда 150 Н·м га тенг. Гилдиракка қаршилик коэффиценти 0,015, гилдиракларнинг статик радиуси 0,48 м; узатиш сонлари: узатмаларни алмашлаб ўтишни кутишиники 1,0; асосий узатманики 7,22; Трансмиссиянинг ФИК 0,75. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

8.28-мисала. Нишабликда узатмаларни алмашлаб қўшиш узатмаларнинг учинчи, тўртинчи ва бешинчи узатмаларида, двигател билан тормозлашда тормоз динамик омилининг автопоезднинг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлик графиги қурилсин. Двигателнинг тормозлаш моменти $M_{тл}=52,5+2,982 \cdot \omega$, боғлиқлик билан аниқланади. Автопоезднинг тўла массаси 26800 кг; узатмалар 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 0,75; гилдиракка қаршилик коэффиценти 0,013; двигател тирсакли билан бурчак тезликларининг диапозони 90 дан 273 с⁻¹ гача; йўлнинг қаршилик 7%. Ҳавонинг қаршилиги, автомобилнинг айланувчи қозонларнинг инерция моментлари ҳисобга олинмасин.

8.29-мисали. Автомобил гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффиценти 0,6 бўлган йўлнинг горизонтал участкасида 25 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Тезлик 15 м/с гача камайганида автомобилни тормозлаш вақти ва тормозлаш йўли аниқлансин. Тормозларнинг ишлаш самарадорлиги 1,2.

8.30-мисала. Автомобил гилдиракларининг йўл билан илашиш коэффиценти 0,5 бўлган йўлда тормозланади. Автомобилнинг бошланғич ҳаракатланиш тезлиги 15 м/с. Ҳаракатланиш вақти вақти кўйилганда 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 секинлашиб, тормозлаш вақти ва йўли ўртасидаги боғлиқлик графиги қурилсин. Гилдирақларнинг йўл билан илашнинг коэффиценти 0,7. Бошланғич тезликлар 5 м/с оралатиб 5 дан 25 м/с гача қабул қилинсин. Автомобил гилдирақлари гилдирақларнинг йўл билан илашнинг кучларидан тўла фойдаланган ҳолда тормозланади.

5.32-масала. Автомобил гилдирақларнинг йўл билан илашнинг 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 гилдирақларнинг йўл билан илашнинг коэффиценти 0,4 бўлган участкасига ўтади ва тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Ҳар иккала участкада гилдирақларнинг йўл билан илашнинг кучидан тўла фойдаланилади деган шарт билан умумий тормозланиш йўли топилсин.

5.33-масала. Автомобил гилдирақларнинг йўл билан илашнинг 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 гилдирақларнинг йўл билан илашнинг коэффиценти 0,7 бўлган нишабликдан пастга қараб ҳаракатланганида ҳамма гилдирақларнинг 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 гилдирақларнинг йўл билан илашнинг кучларидан тўла фойдаланган ҳолда содир бўлса, автомобилнинг максимал секинлашиши аниқлансин. Гилдирақларнинг йўл билан илашнинг коэффиценти 0,7, суйриланувчанлик 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?

5.36-масала. Пневматик юритмалли тормозлари бор автопоезд бошлангич тезлиги 60 км/соатда тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Тўла тўхтагунча ўтган вақт ва тўхташ йўли аниқлансин. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 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 коэффициенти 1,5.

5.37-масала. Тормозлари гидравлик юритмали юк автомобили бошлангич тезлиги 80 км/соатда тўла тўхтагунга қадар тормозланади. Агар автомобилнинг максимал секинлашиши 2 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.

5.38-масала. 40 м/с тезликдан 20 м/с тезликкача енгил автомобилнинг тормозланиш вақти ва йўли аниқлансин. Автомобилнинг массаси 1450 кг; суйриланувчанлик омили 0,4 Н/с/м ; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7. Тормозларнинг илашиш самарадорлиги 1,2.

5.39-масала. 25 м/с тезликда ҳаракатланаётган автомобил 100 м масофада ҳавф 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 с; гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7 бўлса, автомобилнинг ҳавфли жойдан қандай масофада тўхташи аниқлансин. Ҳамма гилдирақларни тормозлаш гилдирақларнинг йўл билан илашиш кучидан тўла фойдаланиб бажарилади.

5.40-масала. Ҳамма гилдирақларни автомобилнинг илашиш кучларидан тўла фойдаланишга етказилганда гилдирақларнинг йўл билан илашиш кучларидан фойдаланиш коэффициенти 0,7 бўлганда тормозлаш йўли 29 м га тенг; тормоз юритмасининг кечикиши вақти 0,05 с; секинлашишнинг ортиш вақти 0,4 с. Тезланиш олдидан автомобилнинг тезлиги аниқлансин.

5.41-масала. Олдинги гилдирак тормоз механизмларининг магистралли узин кўйилганида юк автомобили гилдирақларининг магистралли тормозлаш кучи неча фозга камаяди? Автомобилнинг массаси 7400 кг; баъси 3,7 м; массалар марказининг баландлиги 1,13 м. Гилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7; гилдирақнинг қаршилиқ коэффициенти 0,02. Ҳавонинг қаршилиқ кучи нисбига олинмасин.

5.42-масала. Орқа гилдирак тормозлаш механизмларининг магистралли узинилганда юк автомобилнинг максимал

секинлашиш аниклансин. Автомобилнинг массаси 3250 кг, жумладан олд ўкка тўғри келадигани 1460 кг; базаси 3,7 м; массалар марказининг баландлиги 0,75 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7; гилдирашга қаршилик коэффициенти 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 ўкка тўғри келадигани 3770 кг; базаси 4,2 м; массалар марказининг баландлиги 1,4 м; гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,6; гилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02; Ҳайдовчининг реакция вақти 0,8 с; тормоз юритмасининг кечикиш вақти 0,3 с; секинлашишнинг орта бориш вақти 0,8 с.

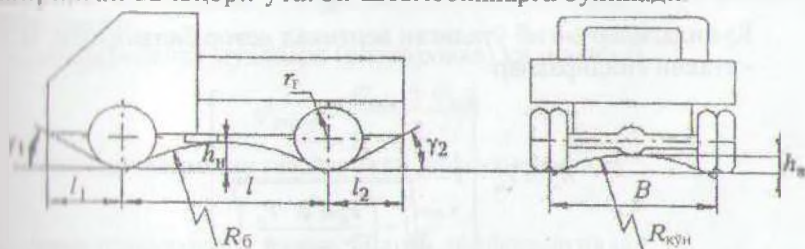
6. АВТОМОБИЛНИНГ ЎТАҒОНЛИГИ

Ўтағонлик автомобилнинг фойдаланиш хоссаси бўлиб, унинг ямонлашган йўл шароитларида, йўлсиз жойларда ва турли ҳудудлардан ўта олиши билан белгиланади.

Ўтағонлик тўла йўқотилганида автомобилнинг ҳаракатлана олиши тўхтайди.

Ўтағонлик қисман йўқотилганида автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги пасаяди.

Ўтағонлик даражаси бўйича автомобиллар: нормал ўтағон йўл автомобилларига (яъни, одатдаги ўтағонликдаги), ўтағонлиги оширилган ва юқори ўтағон автомобилларга бўлинади.



16-расм. Автомобил ўтағонлигининг геометрик параметрлари

Автомобилнинг ҳаракатланиш шarti

$$\psi \leq D_a \leq D_{\text{ул}}.$$

Ҳидиқҳакларнинг йўл билан илашиши бўйича динамик омил

$$D_{\text{ад}} = \frac{G_2}{G_a} \cdot \varphi \cdot \cos \alpha.$$

Ҳидиқҳакнинг йўлга кўрсатадиган солиштирма босими, Н/м²:

$$G_{\text{сол}} = \frac{G_u}{F_u}$$

Ҳидиқҳак контакти доғининг контур юзи, м²:

$$F_u \approx \pi \cdot h_z \cdot \sqrt{D_{\text{св}} \cdot b_y}.$$

Шиналар радиал деформациясининг катталиги

$$h_z = \frac{G_u}{C_{\text{ш}}}$$

Шиналарнинг бикрлиги, Н/м:

$$C_{\text{ш}} \approx \pi \cdot k \cdot (P_w + P_0) \cdot \sqrt{D_{\text{ср}} \cdot b_y}.$$

Ўтағонлиқнинг 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:

$$R_{цтл} = \frac{B_{цт}^2 + 4 \cdot h_{na}^2}{8 \cdot h_{na}}.$$

Қуйидагилар енгиб ўтадиган вертикал девор баландлиги, м
- етакчи ғилдирақлар

$$h_{oe} = r_{oe} \cdot \left[1 - \frac{1 - \frac{h_z}{r_{oe}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_z + \varphi \cdot P_x}{P_x - \varphi \cdot P_z} \right)^2}} \right];$$

- етакланувчи ғилдирақлар

$$h_{oe} = r_{oe} \cdot \left[1 - \frac{1 - \frac{h_z}{r_{oe}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_x}{P_z} \right)^2}} \right].$$

Ғилдирак ўтадиган чуқурнинг эни, м:

$$B_{бур} = 2 \cdot \sqrt{D_{cm} \cdot h_p - h_p^2}$$

ёки

$$B_{бур} = \left(\frac{\varphi \cdot \gamma}{\sqrt{1 + \gamma^2 \cdot \varphi^2}} \right) \cdot D_{cm},$$

бу ерда $\gamma = \frac{G_2}{G_1}$ - етакланувчи ғилдирак учун;

$\gamma = 1$ - етакчи ғилдирак учун.

Ғилдиракнинг 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

$$k_{\text{па}} = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{ц}}}.$$

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 деформацияда

$$\varphi_{\text{умум}} = \frac{\varphi_{\text{мин}}}{2 \cdot (1 - k_d)}.$$

Тўлиқ юритмали автомобилнинг етакчи гилдиракларининг шатаксияришга сарфланадиган қувват, кВт:

$$N_{\text{ш}} = \varphi \cdot R_z \cdot (r_{\text{ц}} - r_{\text{ш}}) \cdot \omega_{\text{ц}} \cdot 10^{-3}$$

Шатаксиярмайдиган ва шатаксиярайдиган гилдираклар ўртасида дифференциал билан буровчи моментларни тақсимлаш,

Н·м:

$$M_{\text{па}} = 0,5 \cdot (M + M_{\text{иш.д}});$$

$$M_{\text{ш}} = 0,5 \cdot (M - M_{\text{иш.д}}),$$

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,

Н:

$$P_{T \text{ макс}} = 2 \cdot P_{\text{ил мин}} + \frac{M_{\text{иш.д.}}}{r_{\text{ц}}},$$

бу ерда $P_{\text{ил мин}}$ - илашиши кам гилдираклардаги тортиш кучи, Н

$\varphi_{\text{иш.д}}$ - муҳосара қиладиган дифференциалда ишлаганда

етакчи гилдираклардаги куч:

$$P_{T \max} = \varphi_{\max} \cdot \frac{P_{\text{в}}}{2}$$

6.1-масала. Агар автомобилнинг базаси 2,8 м га тенг, база ўртасида жойлашган энг паст нуктадан йўл сиртигача 0,28 м, шиналарнинг ўлчами 280-508 бўлса, бўйлама ўтагонлик радиуси топилсин.

Масаланинг ечилиши. Гилдиракнинг радиуси

$$r_{\text{г}} = 0,5 \cdot d + b_{\text{ш}} = 0,5 \cdot 0,508 + 0,28 = 0,534 \text{ м.}$$

Бўйлама ўтагонлик радиуси

$$R_{\text{бур}} = 0,5 \cdot E + \sqrt{0,25 \cdot E^2 + H^2} = 0,5 \cdot 3,106 + \sqrt{0,25 \cdot 3,106^2} = 3,106 \text{ м.}$$

$$E = \frac{0,25 \cdot L^2 + h_{\text{м}}^2 - C^2 - 2 \cdot r_{\text{г}} \cdot h_{\text{м}}}{2 \cdot h_{\text{м}}} = \frac{0,25 \cdot 2,8^2 + 0,28^2 - 0^2 - 2 \cdot 0,534 \cdot 0,28}{2 \cdot 0,28} = 3,106 \text{ м.}$$

$$H = \frac{C^2 + (h_{\text{м}} - r_{\text{г}})^2}{2 \cdot h_{\text{м}}} = \frac{0^2 + (0,28 - 0,534)^2}{2 \cdot 0,28} = 0$$

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

$$R_{\text{кшп}} = \frac{B_{\text{ш}}^2 + 4 \cdot h_{\text{м}}^2}{8 \cdot h_{\text{па}}} = \frac{1,29^2 + 4 \cdot 0,25^2}{8 \cdot 0,25} = 0,955 \text{ м,}$$

бу ерда $B_{\text{ш}}$ - шиналар орасидаги ички масофа

$$B_{\text{ш}} = B - 2 \cdot b_{\text{ш}} = 1,85 - 2 \cdot 0,28 = 1,29 \text{ м}$$

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 нукталардан 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 нуктагача 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. Орка гилдираклари етакчи бўлган енгил автомобилда оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофа 1,29 м; орка ўқкача 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 штурваллари 6.4-масалада келтирилган автомобил каби айнан ўша максимал кўтарилишни енгиб ўтиши учун унинг узунлиги бўйича оғирлик марказининг вазиятини қандай ўзгартириш керак? База, оғирлик маркази баландлиги, гилдиракларнинг йўл билан илашиш коэффициенти олд юритмали ва орка юритмали автомобилларда бир хил.

6.6-масала. Агар итарувчи куч 2,2 кН; гилдирак диаметри 0,98 м; автомобилнинг оғирлиги 55,9 кН; орка ўқка тўғри келадиган оғирлик 35,0 кН ни ташкил этса, олдинги гилдираклари етакланувчи бўлган автомобил қандай баландликдаги тўсиқни енгиб ўта олади?

6.7-масала. Тўла оғирлиги 13,4 кН бўлган енгил автомобил олдинги етакчи гилдираклари билан енгиб ўтадиган тўсиқнинг баландлиги гилдирак эркин радиусининг қанча қисмини ташкил этади? Олд ўқка тўла оғирликнинг 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 оғирлик 176 кН; автомобилнинг тўла оғирлиги 220 кН бўлса; 0,25 м баландликдаги тўсиқни, олдинги

етақланувчи ғилдирақлар билан еңгиб ўтиш учун зарур бўлган куч аниқлансин. Ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициентини қанча бўлганида тўсиқни еңгиб ўтиш мумкин?

6.9-масала. 5,0% қияликдаги кўтарилишда ҳаракатланмоқда имкониятидан келиб чиқиб, шатакчи автомобилнинг етакчи ўқларидаги аравачада 180 кН юкламалар бўлган автопоезднинг тўла оғирлиги аниқлансин. Ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,2, ғилдирашга 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 ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,2, ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,02 бўлса, шатакчининг тортиш кучи аниқлансин.

6.11-масала. Агар ғилдирақларнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,3, ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,03 бўлса, ғилдирак формуласи 4×2 бўлган автомобили еңгиб 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. Ғилдирак формуласи 4×4 бўлган енгил автомобил ғилдирақларнинг 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. Ғилдирашга қаршилик ва ҳаво қаршилигини ҳисобга олмасдан, дифференциали муҳосара қилинган ва муҳосара қилинмаганда автомобил еңгиб ўтиши мумкин бўлган максимал кўтарилиш аниқлансин.

6.13-масала. Ўтағонлиги юқори юк автомобилнинг оғирлиги 58,0 кН; базаси 3,3 м; оғирлик марказидан олд ўқкача бўлган масофи 1,75 м. Олд кўприкнинг юритмаси уланганида, чапдаги орқа ғилдиракнинг йўл билан илашиш коэффициенти 0,7. Ўнгдаги орқа ғилдиракники эса 0,2 бўлганда йўлнинг тўғри қизикли горизонтал участкасида ҳаракатланганида етакчи кўприкка: а) шестерняли дифференциал, б) ишқаланиши юқори ва муҳосараланган коэффициенти 0,75 бўлган дифференциал; в) муҳосара қилинадиган дифференциал ўрнатилганда етакчи ғилдирақлардаги тортиш кучи аниқлансин.

6.14-масала. Енгил автомобил ҳамма етакчи ғилдирақлари

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 шоксизлаш 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 фарқ қилади?

6.16-масала. Ўтагонлиги 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 мувозанатловчи осма штангасининг узунлиги бир хиллиги шартидан олд, урта ва орқа кўприклар гилдиракларининг йўлга босими аниқлансин.

7. АВТОМОБИЛ ЮРИШИНИНГ РАВОНЛИГИ

Юриш раवонлиги автомобилнинг фойдаланиш хусусияти бўлиб, унинг берилган тезликлар оралигида нотекис сиртли йўлда ҳайдовчига, йўловчиларга, ташилаётган 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 $v_{\text{ш}}$, 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.

Ўк бўйлаб чизикли ҳаракатланиш қуйидагича аталади: қимирлаш (S_1), чайқалиш (S_2), сакраб кетиш (S_3).

Ўқлар атрофида бурчакли ҳаракатланиш: чайқалиб кетиш (α_s) ва тиклаш (α_v). Оғирлик кучи таъсирида пружинанинг статик деформацияси (α_s) 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:

$$v_{\text{ш}} = \frac{dZ}{dt} = A_{\max} \cdot \omega \cdot \cos \omega \cdot t$$

Тебранишлар тезланиши, см/с²:

$$j = \frac{d^2 Z}{dt^2} = -A_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega \cdot t.$$

Тезланишнинг орта бориш тезлиги, см/с³:

$$j' = \frac{d^3 Z}{dt^3} = -A_{\max} \cdot \omega^3 \cdot \cos \omega \cdot t.$$

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 шиаларниаг йигинди эгилиши, м:

$$f_{\text{шп}} = \frac{G}{G_{np}}$$

Осма ва шиаларнинг 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 коэффициенти

$$\mu = \frac{m - m_{*}}{m_{*}}.$$

Осмаларнинг (шиалар деформациясини ҳисобга олганда) умумий статик эгилиши, м:

$$f_{\text{умум}} = f_n + f_{ш} = \frac{m - m_{*}}{C_{np1}} + \frac{m - m_{*}}{C_{np2}},$$

Бу ерда $f_n = f_{n1} + f_{n2}$.

Эластиклик марказидан оғирлик марказигача бўлган масофа, м:

$$X = \frac{C_{n1} \cdot f_{n1} \cdot a - C_{n2} \cdot f_{n2} \cdot b}{C_{n1} \cdot f_{n1} + C_{n2} \cdot f_{n2}},$$

яъни $f_{n1} = f_{n2}$ бўлса, у ҳолда

$$X = \frac{C_{n1} \cdot a - C_{n2} \cdot b}{C_{n1} + C_{n2}}.$$

Автомобил олд қисмининг рессораланган массаси, кг:

$$m_1 = \frac{m_u \cdot \rho_u^2}{a \cdot L}.$$

Автомобил орқа қисмининг рессораланган массаси, кг:

$$m_2 = \frac{m_u \cdot \rho_u^2}{b \cdot L}.$$

Автомобил оғирлик марказида рессораланган масса, кг:

$$m_3 = m_u \cdot \left(1 - \frac{\rho_u^2}{a \cdot b} \right).$$

Автомобилнинг юриш раёнлигини яхшилаш учун

$$\frac{\rho_u}{a \cdot b} = 1,$$

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 қуйидаги юклар билан биргаликдаги хусусий тебранишларининг парғнал частотаси:

- рессораостликли рессораси бор автомобилники:

$$\omega_{2r}^2 = \frac{2 \cdot (C_p + C_{\text{рессост}})}{m_{02} + m_{r2}} = \frac{2 \cdot (C_p + C_{\text{рессост}})}{m_{u2}},$$

- пружинаси бор автомобилники:

$$\omega_{2r}^2 = \frac{2 \cdot C_n}{m_{02} + m_{r2}} = \frac{2 \cdot C_n}{m_{u2}}.$$

Юк таъсирида османинг статик эгилиши, м:

- рессораостликли рессораси бор автомобилники:

$$\Delta_{\text{см}} = \frac{g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_p} + \frac{F_{\text{max}} - g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot (C_p + C_{\text{но}})}$$

• пружинаси бор автомобилники:

$$\Delta_{\text{см}} = \frac{g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_n} + \frac{F_{\text{max}} - g \cdot (m_{02} + \alpha \cdot m_{r2})}{2 \cdot C_n}$$

бу ерда $\alpha = 0,5 \dots 0,75$;

$$F_{\text{max}} = K_o \cdot g \cdot (m_{02} + m_{r2}) = K_o \cdot g \cdot m_{r2};$$

бу ерда K_o - османинг динамик коэффициенти ($K_o = 1,8 \dots 2,2$)

Амортизаторлар қаршилигининг ўртача қиймати

$$K_{pc} = \frac{2 \cdot \psi}{\sqrt{C_n \cdot m_{02}}}$$

бу ерда $\psi = 0,2 \dots 0,35$ - енгил автомобил учун нисбий сўниш коэффициенти;

$\psi = 0,15 \dots 0,25$ - юк автомобиллари учун нисбий сўниш коэффициенти.

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 гилдирақларининг келтирилган бикрлиги топилсин. Олд рессорларнинг бикрлиги 255 кН/м, орқа рессорларники 700 кН/м; олдинги гилдирак 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

$$C_{\text{ор}} = \frac{C_{n1} \cdot C_{ш1}}{C_{n1} + C_{ш1}} = \frac{255 \cdot 1262}{255 + 1262} = 212 \text{ кН/м.}$$

Орқа османинг келтирилган бикрлиги

$$C_{np2} = \frac{C_{n2} \cdot C_{m2}}{C_{n2} + C_{m2}} = \frac{700 \cdot 3175}{700 + 3175} = 573,5 \text{ кН/м.}$$

Осмаларнинг келтирилган бикрликларининг рессорлар 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 рессоралардан 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

$$\begin{aligned} j_k &= \frac{d^2 Z_k}{dt^2} = -2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 4 \cdot \pi \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t = -32 \cdot \pi^2 \cdot \sin 4 \cdot \pi \cdot t = \\ &= -32 \cdot 3,14^2 \cdot \sin 4 \cdot 3,14 \cdot 1,2 = -74 \text{ см/с}^2 = -0,74 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

яни $\omega \cdot t = 1$ бўлганида автомобил кузови тебранишларининг максимал тезлиги қиймати

$$j_{\text{китох}} = -32 \cdot \pi^2 \cdot 1 = -316 \text{ см/с}^2 = -0,316 \text{ м/с}^2.$$

7.5-масала. Енгил автомобилнинг олдиндаги ричагли осмасининг келтирилган бикрлиги ҳисоблансин. Пружинанинг ботта 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 османинг 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 ўзгаримай турганида юкнинг максимал тезланиши неча марта ўзгаради?

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 рессорлар бикирлиги 706 кН/м; қўшимча рессорлар-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 барабар ўзгаради?

7.10-масала. Юқори классли енгил автомобил кузовининг эриши тебранишлари частотаси аниқлансин. Бошланғич маълумотлар: 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, орқадagi османики 24,3 кН/м, олд гилдираклар шиналариники 240 кН/м, орқа гилдирак шиналариники 254 кН/м.

ЖАВОБЛАР

1.Автомобилга таъсир қилувчи кучлар. Автомобилнинг
юртниш 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	140,75 кН	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 йулакай; 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 с^{-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; $9,6 \text{ м/с}$ 530 с^{-1}
1.50	$1,8 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$	1.80	0,475 м
1.51	1,8 кН	1.81	0,22
1.52	1,31 кН	1.82	$0,5 \text{ н/с}^2$
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 ⁻²
1.91	0,044; 22,8%	1.107	1.5 м/с ⁻²
1.92	0,017; 0,033	1.108	0.32 м/с ⁻²
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

№	Жавоблар	№	Жавоблар
мас		мас	
ала		ала	
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	швтаксиз 0,70 л/т·км; швтак билан 0,047 л/т·км	2.23	27,5 л/100 км

2.11	$\approx 24\%$	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/нул. км
2.32	2,8 л	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. Автомобилининг 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	$\operatorname{tg} \alpha < b/h$, 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

№ масала	Жавоблар	№ масала	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 елдиракнинг 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 қисқаради
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 барабар 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 булади. 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

№ масала	Жавоблар	№ масала	Жавоблар
6.5	0,74 м га олдинга суриш	6.11	7°50'; 5°20'
6.6	0,14 м	6.12	20°10'; 26°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 юришнинг раёнлиги

№ масала	Жавоблар	№ масала	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., ТАДН, 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. - М.: 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. Иссиклик ўзгармас ҳажмда ($v = const$) бериладиган цикл	20
2.3. Иссиклик ўзгармас босим ($p = const$) да бериладиган цикл	25
2.4. Иссиклик 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. Турғ тактли двигателнинг иш цикли	52
4.3. Икки тактли двигателнинг иш цикли	57
V боб. Ички ёнув двигателларида содир бўладиган жараёнлар	
5.1. Газ алмашининг жараёни	59
5.2. Тўқилриш коэффициентига таъсир қилувчи омиллар	71
5.3. Сиклин жараёни	78
5.4. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёниш жараёни	82
5.5. Дителларда ёниш жараёни	98
5.6. Циклнинг максимал температура ва босимини	

аниклаш	106
5.7. Кенгайиш жараёни	110
VI боб. Циклнинг ўртача босими, двигателнинг қуввати ва тежамлилиги	
6.1. Циклнинг ўртача 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 солиштирма 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 карбюрағияланиш ҳоқсалари	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	Ёнилги ва ҳаво сарфини ўлчаш	232
11.4	Двигателнинг индикатор диаграммасини олиш	236
11.5	Двигателнинг характеристикалари	240
11.6	Двигателнинг иш режимининг турғунлиги	248

XII боб. Двигателларнинг қўрсаткичларини ошириш усуллари ва уларни ривожлантириш натижаболлари

12.1	Умумий маълумот	251
12.2	Двигателнинг қувватини ошириш усуллари	252
12.3	Ишлатилган газларнинг захарлилигини камайтириш	255
12.4	Ёнилгини тежаш усуллари	256
12.5	Бошқа типдаги двигателларни ривожлантириш натижаболлари	259

ИККИНЧИ ҚИСМ

АВТОМОБИЛ НАЗАРИЯСИ

	Қабул қилинган белгилар	265
1	Автомобилга таъсир этувчи кучлар	
	Автомобилнинг тортиш динамикаси	271
2	Автомобилнинг ёнилги тежамкорлиги	305
3	Автомобилнинг турғунлиги	318
3.1	Автомобилнинг кўндаланг турғунлиги	318
3.2	Автомобилнинг бўйлама турғунлиги	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 рўйхати	384
	Мундарижа	385

На ўзбекском 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. Ғ. Шукуров

Бадиий муҳаррир Н. Қодирова

Босишга рухсат этилди

Ўлчами 60х84/16.

Оффсет қоғози.

24,5 босма табақ. Адади 1000 донга

Буюртма № 225

ТАЙИ

Тошкент, Моваруннахр, 20

Тош. Тиббий академия босмахонасида чоп этилган

2008 йил

100048, ш. Токент, Мусаханов кўчаси, 103.

