

С. М. ҚОДИРОВ, М. О. ҚОДИРХОНОВ

# Двигатель ва автомобиллар назарияси

Ўзбекистон ССР Олий ва махсус ўрта таълим  
министрлиги махсус ўрта таълим ўқув юртларининг  
„Автомобилларга техникавий хизмат нўрсатиш ва  
уларни ремонт қилиш“ ихтисослиги ўқувчилари учун  
дарслик сифатида тавсия этган

Техника фанлари доктори,  
профессор А. А. МУТАЛИБОВ таҳрири остида.

Ушбу дарсликнинг биринчи қисмида ички ёнув двигателларида содир бўладиган процессларнинг назарияси ҳамда уларнинг иш цикли, қуввати ва ёнилгининг кам сарфланшига ижобий таъсир этувчи факторлар анализ қилинган; ёнилги ва унинг химиявий реакциялари баён этилган. Карбюраторли двигателларда ёнилги ва ҳаво аралаштириш аппаратининг ишлаш принципи, дизелларда ёнилги берилш аппаратларининг ишлаш ҳамда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш процеслари кўриб чиқилган. Автомобильлиқ усуллари бу ҳақда алоқидалиқ ва яқинлашган яқоблар, ёнилги натижасида олинадиган характеристикалар, шунингдек, двигателъ конструкцияларининг келажақда ривожланиши баён этилган.

Дарсликнинг иккинчи қисмида автомобильнинг эксплуатацион хусусиятлари назарияси, шунингдек, эксплуатацион хусусиятларнинг кўрсаткичларини ҳисоблаш ва экспериментал аниқлаш усуллари кўрсатилган. Автомобилни эксплуатация қилиш шароитларини унинг эксплуатацион хусусиятларига таъсири ва бу хусусиятларини яхшилаш усуллари ёритилган.

Дарслик автомобиль-йўллар техникумларининг «Автомобилларга техникавий хизмат кўрсатиш ва узарли ремонт қилиш» ихтисослиги ўқувчиларига мўлжалланган.

*На узбекском языке*

КАДЫРОВ САРВАР МУКАДЫРОВИЧ  
КАДЫРХАНОВ МАРАТ АМИЛОВИЧ

ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ  
И АВТОМОБИЛЯ

Учебник для

Ташкент — «Ўқитувчи» — 1981

Махсус муҳаррир А. Уамидов  
Назарий муҳаррир Р. Мирзаев  
Бадий муҳаррир Ф. Неккадамбоев

Техн. муҳаррир В. Проходова  
Корректор Д. Эргашева

ИБ № 1451

Терлишга берилди 29.08.1981 й. Босишга руҳсат этилди. 03.02.1981 й. Р № 61139. Формати 60х90, 1<sup>о</sup> тип. қоғози № 3. Кетди 19 шпониз. «Литературная» гарнитураси. Юқори босма усулда босилди. Шартли б.л. 18,5—0,5 тип. вкл. Нашр. 17,8—0,1 тип. вкл. Тиражи 7000. Зак. № 2319. Б. 90 т.

Тошк. И. Шартвом 4—20.

Ўзбекистон (д.) вишиветла полиграфия ва китоб савдоси ишлари Д. влет комитети Тошкент «Мабу полиграфия» ишлаб чиқариш бирлашмасининг полиграфия к. збнасти. Тошкент, Ш. воий кўч. си. 1981й.

Полиграфкомбинат Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбос Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли». Ташкент, ул. Навои, 30.

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1981

3:803 — 72

К 353(04)-81 181—81 3603030000

**Асосий параметрларнинг ўлчов бирликлари**

№ п/п	Параметрлар	Ўлчам		Бирликлар нисбати
		СИ системасида, ГОСТ 9867-61	МКГСС системасида, ГОСТ 7664-61	
1.	Босим $P$	Па	кг/см <sup>2</sup>	1 кг/см <sup>2</sup> = 10 <sup>5</sup> Па = 100 кПа = 0,1 мПа
2.	Температура $t$ ; $T$	°С; К	°С; К	—
3.	Ҳажм $V$	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	—
4.	Солиштирма ҳажм $v$	м <sup>3</sup> /кг	м <sup>3</sup> /кг	—
5.	Зичлик $\rho$	кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	—
6.	Солиштирма оғирлик $\gamma$	Н/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup> = 9,80665 Н/м <sup>3</sup>
7.	Иссиқлик сими $C$	Ж/(кг·град)	ккал/(кг·град)	1 ккал/(кг·град) = 4187 Ж/(кг·град)
8.	Иссиқлик $Q$	Ж	кал	1 кал = 4,187 Ж
9.	Газ доимийси $R$	Ж/(кг·град)	кГ·Н/(кг·град)	1 кГ·м/(кг·град) = 9,80665 Ж/(кг·град)
10.	Газларнинг универсал доимийси $R_u$	Ж/(кмоль·град)	кГ·м/(кмоль·град)	1 кГ·м/(кмоль·град) = 9,80665 Ж/(кмоль·град)
11.	Ениш иссиқлиги $H_u$	Ж/кг	кал/кг	1 кал/кг = 4,187 Ж/кг
12.	Қувват $N$	Вт	о. к.	1 о.к. = 735,49 Вт = 0,735 кВт
13.	Иш $L$	Ж	кГ·м	1 кГ·м = 9,80665 Ж
14.	Буровчи момент $M$	Н·м	кГ·м	1 кГ·м = 9,80665 Н·м
15.	Бир соатлик сарф $G$	кг/соат	кг/соат	—
16.	Енишнинг солиштирма сарфи $g$	г/кВт·соат	г/(о.к·соат)	1 г/(о.к·соат) = 0,7355 г/(кВт·соат)
17.	Ҳажмий сарф $V$	м <sup>3</sup> /соат, м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /соат, м <sup>3</sup> /сек	—
18.	Айланишлар частотаси $n$	с <sup>-1</sup> ; мин <sup>-1</sup>	айл/мин	1 айл/мин = 1 мин <sup>-1</sup> 1 айл/мин = 0,10471 рад/с
19.	Тезлик $W$	м/с	м/сек	—
20.	Тезланиш $a$	м/с <sup>2</sup>	м/сек <sup>2</sup>	—
21.	Вақт $t$	с; соат	сек; соат	—
22.	Қувват $N$	Вт	кгк·м/сек	1 кгк·м/с = 9,80665 Вт
23.	Бурчак тезлик $\omega$	рад/с	рад/сек	—
24.	Бурчак тезланиш $j$	рад/с <sup>2</sup>	рад/сек <sup>2</sup>	—
25.	Тезлик $v$	км/с	км/соат	1 км/с = 0,277 м/с
26.	Масса $m$	кГ	кгк·сек <sup>2</sup> /м	1 кгк·с <sup>2</sup> /м = 9,80665 кГ
27.	Куч $P$	Н	кгк	1 кгк = 9,80665 Н
28.	Инерция моменти $I$	кГ·м <sup>2</sup>	кгк·м·сек <sup>2</sup>	1 кгк·м·с <sup>2</sup> = 9,80665 кГ·м <sup>2</sup>
29.	Ички энергия $U$	мЖ/кмоль	ккал/кмоль	1 ккал/кмоль = 0,00418 мЖ/кмоль

Ушбу дарслик автомобиль-йўллар техникумларининг «Автомобиллар ремонт ва уларга техникавий хизмат кўрсатиш» ихтисослиги ўқувчилари учун мўлжалланган программа асосида ёзилди. Дарсликнинг «Двигателлар назарияси» қисмини техника фанлари кандидати С. М. Қодиров, «Автомобиллар назарияси» қисмини эса техника фанлари кандидати М. О. Қодирхонов ёзди.

Авторлар қуйидагиларни айтиб ўтишни лозим деб топдилар:

Ушбу дарсликнинг биринчи қисмини ёзишда М.С. Ховах ва Г.С. Масловнинг ўзбек тилига С. М. Қодиров таржима қилган «Автомобиль двигателлари» китобидан, «Автомобиль назарияси» қисмини ёзишда эса В. А. Иларионовнинг «Эксплуатационные свойства автомобиля» китобидан фойдаланилди.

Дарсликда бобларнинг жойлашуви ва талқин қилиниши кўп йиллар давомида кафедраларнинг иш жараёнида сайқалланган программа асосида берилди.

Авторлар ушбу дарсликни ёзишда берган фойдали маслаҳатлари учун Ўзбекистон ССР автомобиль транспорти министрилиги қошидаги ўқув юрлари бошқармасининг бошлиғи А. Далаҳўжаевга, илмий редактор А. Ҳамидовга катта миннатдорчилик билдирадилар. Ушбу дарслик ўзбек тилида биринчи марта нашр қилинганлиги сабабли у хато ва камчиликлардан холи бўлмаса керак. Шунинг учун авторлар китобхонлардан фикр ва мулоҳазаларини қуйидаги адресга ёзиб юборишларини илтимос қилдилар: Тошкент-129, Навоий кўчаси, 30. «Ўқувчи» нашриётининг умумтехника адабиёти редакцияси.

*Авторлар.*

## КИРИШ

---

КПСС XXV съезди қарорларида автомобиль-транспорт воситалари тараққиётини жадаллаштиришнинг ҳам кенг программаси белгилаб берилган. 1980 йилда ишлаб чиқарилган автомобилларнинг умумий сони 2—2,1 млн. га етади. Юк автомобиллари ишлаб чиқариш 1,5 марта; енгил автомобилларни ишлаб чиқариш эса 3,5... 3,8 марта ортади. Оғир юк автомобиллари, автопоездлар, прицеplar ишлаб чиқариш кўпаяди.

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

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

Техник-механик тайёр автомобилни ишлатиб, автомобилнинг эксплуатацияси ва ремонтни билан шуғулланади. Бундан равшанки, автомобиллар эксплуатациясини рационал ташкил этиш учун улар двигатель назариясини чуқур ўрганишлари ва автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларини иш шароитига мослаб автомобиль танлашлари зарур. Бундан ташқари, двигатель ва автомобиллар назарияси янги двигательлар ва автомобиллар лойиҳалаш, янги моделларни эса тезроқ чиқариш учун зарур. Назариянинг асосий хулосалари двигательни ва автомобиль қисмларини ҳисоблашда қўлланилади.

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

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

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

Россияда 1889 йилда инженер И. С. Костович учқун билан ўт олдириладиган двигателнинг биринчи намунасини ишлаб чиқди. 1899 йилга келиб ҳозирги замон дизелининг саноат намунаси ишлаб чиқилди. Шунини таъкидлаш лозимки, бу двигатель немис инженери Р. Дизель (1897 й.) томонидан яратилган бўлиб, керосинда ишлайдиган двигателдан анча тежамли ишлар эди. Дизель деб аталган бу двигателда ёниш процесси ҳавонинг сиқилиши натижасида содир бўлади. Карбюраторли двигателларга нисбатан дизелларда ёнилғининг сарфи тежамли бўлгани учун ҳозир улар барча транспорт воситаларида ишлатилмоқда.

Карбюраторли (учқун билан ўт олдириладиган) двигателлар энгил автомобилларга, энгил ва ўртача юк автомобилларига ўрнатилади.

Бизнинг мамлакатимизда Улуғ Октябрь социалистик революциясидан сўнг автомобиллар ва ички ёнув двигателлари ишлаб чиқариш тез суръатлар билан ривожланди, уларнинг конструкцияси яхшиланди ва тежамлилиги оширилди. Масалан, ҳозирги биргина Камск автомобиль заводи (КамАЗ) йилига 150 мингта дизель двигателли оғир юк машиналари, Волга автомобиль заводи (ВАЗ) эса йилига 600 мингдан зиёд энгил автомобиль ишлаб чиқарадиган бўлади.

СССРда ички ёнув двигателларининг кенг қўламда ривожланишида рус ва совет олимларидан профессор В. И. Гриневецкий, СССР Фанлар Академиясининг мухбир аъзоси Н. Р. Брилинг, академик Б. С. Стечкин ва профессор Е. К. Мазингнинг хизматлари катта. Бундан ташқари, двигателлар конструкцияларини ривожлантиришда кўпгина завод (ЗИЛ, ГАЗ, АЗЛК, ЯМЗ, МАЗ, АМЗ, ВТЗ, ХТЗ) ва илмий-тадқиқот институтлари (НАМИ, НАТИ, ЦНИДИ, ЦНИТА) коллективларининг хизматлари ҳам каттадир.

Ички ёнув двигателлари қўйидаги турларга бўлинади.

1. Вазифаси бўйича: стационар двигателлар; автомобиль, трактор ва йўл қуриш машиналарига ўрнатиладиган двигателлар.

2. Ишлатиладиган ёнилғининг тури бўйича: энгил суyoқ ёнилғи (бензин, бензол, керосин, лигроин ва спирт) билан ишлайдиган двигателлар; оғир суyoқ ёнилғи (мазут, соляр мойи, дизель ёнилғиси ва газойл) билан ишлайдиган двигателлар; газ ҳолатидаги ёнилғи (табиий ва генератор газлари) билан ва аралаш ёнилғи (газ ва бензин) билан ишлайдиган двигателлар.

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

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

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

6. Иш циклини амалга ошириш усули бўйича: тўрт ва икки такт-ли двигателлар.

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

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

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

# Биринчи қисм

## ИЧКИ ҒИНАВ ДВИГАТЕЛЛАРИ НАЗАРИЯСИ

1606

### ТЕХНИКАВИЙ ТЕРМОДИНАМИКАДАН ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТЛАР

#### 1-§. ИШ ЖИСМИНИНГ ҲОЛАТИНИ БЕЛГИЛОВЧИ ПАРАМЕТРЛАР

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

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

Иш жисмининг ҳолати температура, босим ва солиштирма ҳажм ёки зичлик орқали белгиланади.

Барча термодинамик ҳисоблашларда абсолют температурадан фойдаланилади ва у қуйидаги формула билан ифодаланади.

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

Жисмининг масса бирлигига тўғри келадиган ҳажм солиштирма ҳажм деб аталади ва  $Q$  ҳарфи билан белгиланади. Унинг ўлчов бирлиги  $\text{м}^3/\text{кг}$ , яъни  $Q = 1/\rho$ ,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Ҳажм бирлигига тўғри келган масса зичлик дейилади ва у  $\rho$  билан белгиланади, яъни

$$\rho = \frac{1}{Q}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Газнинг  $P$  босими  $S$  юза бирлигига таъсир қилувчи  $F$  куч билан ўлчанади:

$$P = \frac{F}{S}.$$

СИ системасида босимнинг ўлчов бирлиги қилиб 1 Н кучнинг  $1 \text{ м}^2$  юзага тўғри келган босими ( $\text{Н}/\text{м}^2$ ) қабул қилинган. Бу ўлчов кичик бўлганлиги учун амалда 1 бар ( $1 \text{ бар} = 1 \cdot 10^5 \text{ Н}/\text{м}^2 = 10 \text{ Н}/\text{см}^2$ ) қабул қилинган. Газнинг босими манометрлар ёрдамида ўлчанади ва улар  $\text{кг}/\text{см}^2$  да даражаланган 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

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

Қўпинча  $p_0$  ни  $1 \text{ кг/см}^2$  га тенг деб олинади.

Идеал газларнинг ҳолати характеристик тенглама ёки Клапейрон—Менделеев тенгласи  $pV = RT$  билан аниқланади, бу ерда  $R$  — универсал газ доимийси,  $\text{Нм}/(\text{кг} \cdot \text{град})$  ёки  $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$  да ўлчанади.  $R$  ҳар бир газ учун ўзгармас миқдордир.

$G$  кг газ учун Клапейрон—Менделеев тенгласи қуйидагича ёзилади:

$$pV = GRT, \text{ бу ерда } V = G \cdot V, \text{ } G \text{ кг газнинг ҳажми.}$$

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:  $\mu_1, \mu_2$  — газларнинг молекуляр массалари, килограмм-моль (кмоль).

Берилган газнинг ҳажмини аниқлаш учун унинг молекуляр массаси  $\mu$  ни солиштирма ҳажми  $V$  га кўпайтириш лозим, яъни

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

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

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

Масалан, босими  $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$  ва температураси  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  бўлган 1 кмоль газ (кислород  $\text{O}$ ) нинг ҳажми  $V_{\mu}$  аниқлансин.

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

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

Авогадро қонунига биноан температураси  $0^\circ\text{C}$  ва босими  $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$  бўлган 1 кмоль идеал газнинг ҳажми  $22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$  га тенг. Идеал газнинг босими  $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$  ва температураси  $15^\circ\text{C}$  бўлса,  $V_{\mu} = 24,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$  бўлади. Техникавий ҳисоблашларда босим  $P_0 = 1,0 \text{ кг/см}^2$  ва  $t_0 = 15^\circ\text{C}$  деб олингани учун  $V_{\mu} = 24,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$  қиймат кўпроқ ишлатилади. Бунда газ доимийсининг қийматини ишлатишга тўғри келади. Газ доимийси ҳар қандай 1 кмоль газ учун ўзгармас миқдор бўлиб, универсал газ доимийси дейилади. Унинг қиймати эса  $R_{\mu} = 8314 \text{ Ж}/(\text{кмоль} \cdot \text{град})$  га тенг. Газ температурасини  $1^\circ\text{C}$  га ошириш учун керак бўлган иссиқлик миқдори газнинг иссиқлик сифими деб аталади ва  $C$  ҳарфи билан белгиланади, у кЖ да ўлчанади.

Техникавий термодинамикада моль иссиқлик сифими  $\mu C$ , кЖ/(моль·град); масса иссиқлик сифими  $C$ , кЖ/(кг·град); ҳажмий иссиқлик сифими  $C'$ , кЖ/( $\text{м}^3 \cdot \text{град}$ ) бирликлари ишлатилади ва улар орасидаги ўзаро боғланиш қуйидагича ифодланади:

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

$$C^1 = \frac{\mu \cdot c}{V_{\mu}}, \quad \text{кЖ/ (м}^3 \cdot \text{град)}$$

ёки

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

бу ерда  $V_{\mu}$  ва  $\rho$  — 1 кмоль газнинг ҳажми ва зичлиги.

Идеал газларнинг иссиқлик сифими фақат температурага боғлиқ бўлади. Газнинг ўзгармас босимдаги иссиқлик сифимини аниқлаш учун унинг масса  $C_v$  ёки моль  $\mu C_v$  иссиқлик сифимлари маълум бўлиши керак.

$$C_p = C_v + \frac{8,314}{\mu}, \quad \text{кЖ/ (кг} \cdot \text{град)};$$

$$\mu C_p = \mu C_v + 8,314, \quad \text{кЖ/ (кмоль} \cdot \text{град)}.$$

Ҳисоблаш калорияларда олиб борилганда 8,314 ўрнига 1,986 олинади.

Бу формулалардаги иккинчи ҳадлар  $P = \text{const}$  да температура —  $1^{\circ}\text{C}$  ўзгарганда газнинг иш бажаришига сарфланадиган иссиқлик миқдорини ифодалайди.

1-жадвал

Газ	0... 1500°C оралиғида	1500... 3000°C оралиғида
Кислород	$\mu C_v = 21,130 + 0,0034t$ $\mu C_p = 29,444 + 0,003408t$	$\mu C_v = 23,656 + 0,001558t$ $\mu C_p = 31,970 + 0,001558t$
Ҳавотаркибидаги азот	$\mu C_v = 20,419 + 0,002486t$ $\mu C_p = 28,733 + 0,002486t$	$\mu C_v = 22,374 + 0,001224t$ $\mu C_p = 30,688 + 0,001424t$
Ҳаво	$\mu C_v = 20,484 + 0,002687t$ $\mu C_p = 28,798 + 0,002687t$	$\mu C_v = 22,374 + 0,001424t$ $\mu C_p = 30,688 + 0,001424t$
Сув буғи	$\mu C_v = 24,715 + 0,005604t$ $\mu C_p = 33,029 + 0,005604t$	$\mu C_v = 27,235 + 0,003909t$ $\mu C_p = 35,549 + 0,003909t$
Карбонат ангидрид	$\mu C_v = 29,762 + 6,010749t$ $\mu C_p = 38,076 + 6,010749t$	$\mu C_v = 39,888 + 0,003184t$ $\mu C_p = 48,202 + 0,003184t$

1-жадвалда ҳар хил газлар учун моль иссиқлик сифими  $\mu C_v$  ва  $\mu C_p$  нинг температурага боғлиқлиги келтирилган.

$G$  кг газни қиздириш учун сарфланадиган иссиқлик миқдори (1-жадвал) қуйидаги ифода орқали топилади.

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

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

## 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 параметрларига боғлиқ, яъни  $\Delta U = C_v (t_2 - t_1)$ . Термодинамика курсида асосан **қайтар** процесслар кўриб чиқилади. Бундай процесс мавжуд бўлиши учун иссиқлик манбаидан ва ҳаракатланувчи поршенли цилиндрдаги иш жисмидан иборат система термик изоляцияланган бўлиши, яъни иссиқлик атроф-муҳитга сарфланмаслиги лозим. Қайтар процессларни ўрганиш иссиқликдан энг унумли фойдаланиш шароитларини аниқлашга имкон беради. Аслида, иссиқлик машиналарида (ички ёнув двигателларида) реал процесслар жуда қисқа вақт ичида содир бўлади, бу эса қайтар процессларни олишга имкон бермайди. Бунга сабаб реал газларда молекулалараро ишқаланишнинг мавжудлиги, шунингдек, газ молекулаларининг цилиндр деворларига ишқаланиши натижасида (ҳам сиқилиш, ҳам кенгайиш процессларида) иссиқлик ажралиб чиқишидир. Ички ёнув двигателларига хос бундай процесслар **қайтмас** бўлади.

Қайтмас процессларни қайтар процессларга таққослаш йўли билан реал процессларда қўшимча исроф бўладиган иссиқлик топилади. Шунини айтиш керакки, исроф бўлган иссиқлик қанчалик кам бўлса, ички ёнув двигателидаги процесслар шунча мукамал ташкил қилинган бўлади.

Термодинамиканиннг биринчи қонунини қуйидагича таърифлаш мумкин. Маълум миқдорда механикавий 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. Кўпгина ҳолларда иссиқлик бирликларини иш бирликларига айлантиришга тўғри келади. Бу ишни осонлаштириш мақсадида қуйидаги жадвалда иссиқлик ва иш бирликлари орасидаги боғланишлар келтирилган.

Ўлчов бирликлари	кЖ		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

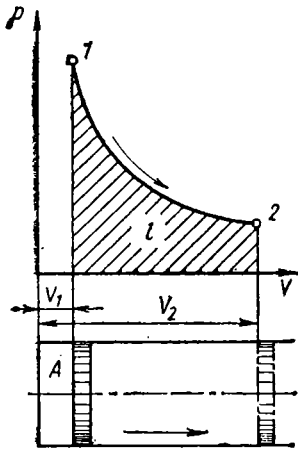
Цилиндрнинг юқори қисмидаги  $a$  ҳажмли газга  $q$  миқдорда иссиқлик берилганд газ бажарадиган процессни кўриб чиқамиз (1-расм). Бу ҳолда поршень ўнг томонга эркин силжийди в ташқи кулларга қарши  $l$  иш бажаради, яъни кенгайиш процесси содир бўлади.  $l$  иш бажариш учун иссиқликнинг бир қисми, яъни,  $q_1 = l$  сарфланади. Бу процесс учун термодинамика биринчи қонунининг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

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

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

$$dq = dl + cU.$$

Юқорида келтирилган тенгламалар ҳар қандай сиқиш ва кенгайиш процессларини ифодалайди. Тенгламанинг барча ҳадлари қандай процесс бўлаётганлигига қараб мусбат ёки манфий қийматларни олиши мумкин.



1-расм. Газнинг бажарган ишини график усулда аниқлаш.

Ички ёнув двигателларида турли хил процесслар содир бўлиб, бу процесслар 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 ( $\Delta U = C$ ) бажарилади ва ниҳоят,  $l=0$  бўлса ҳам процесс бўлиши мумкин. Булар қуйидаги процесслардир

- изохорик процесс — газ ҳолатининг ўзгармас ҳажм ( $V = \text{const}$ ) да ўзгариши;
- изобарик процесс — газ ҳолатининг ўзгармас босим ( $P = \text{const}$ ) да ўзгариши;
- изотермик процесс — газ ҳолатининг ўзгармас температура ( $T = \text{const}$ ) да ўзгариши;
- адиабатик процесс — газ ҳолатининг иссиқлик берилмайдиган ва иссиқлик олинмайдиган ( $q = 0$ ) вақтдаги ўзгариши;

д) газ ҳолатининг политропик ўзгариш процесси.

Газ ҳолатининг политропик ўзгариш процессидан бошқа процессларда газ ҳолатини ифодаловчи параметрлардан бири ўзгармас деб олинади. Иссиқлик двигателларида эса газнинг ҳамма параметрлари ( $p$ ,  $V$ ,  $T$  ва  $U$ ) ўзгарувчи бўлади ва айни вақтда иш ҳажми билан тшқи муҳит орасида иссиқлик алмашуви содир бўлади. Реал двигателлардаги сиқуш ва кенгайиш процесслари политропик процесс бўлиб, уларнинг тенгламаси қуйидагича ифодаланadi.

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

Политропа кўрсаткичи  $n$  процесснинг бажарилиш характерига боғлиқ бўлиб, процесснинг бошланғич ( $p_1$ ,  $V_1$ ) ва охириги ( $p_2$ ,  $V_2$ ) параметрлари маълум бўлса, у қуйидагича топилади:

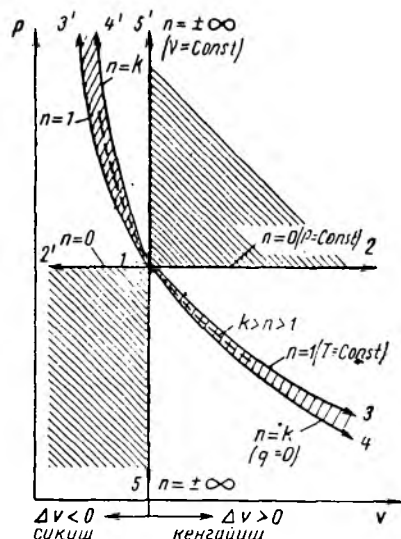
$$n = \frac{\lg \frac{p_1}{p_2}}{\lg \frac{V_2}{V_1}}$$

Юқорида келтирилган процесслар политропик процесснинг хусусий ҳолларидир.  $n$  нинг қиймати маълум бўлса, барча процессларни олиш мумкин (2-расм). Ички ёнув двигателларида 4 4' ва 3 3' оралиқларда сиқуш ҳамда кенгайиш процесслари содир бўлади.

### 3- §. ТЕРМОДИНАМИКАНИНГ ИККИНЧИ ҚОНУНИ

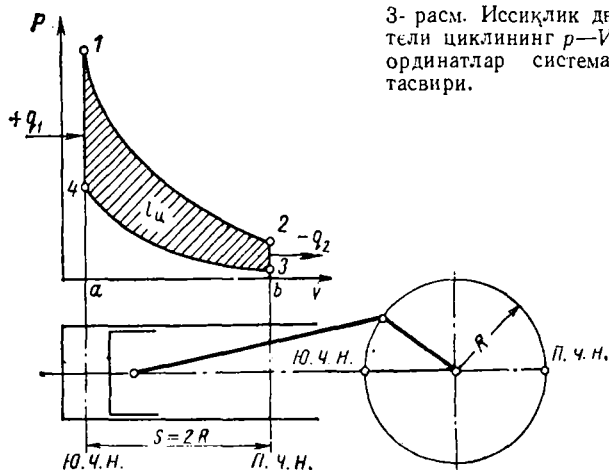
Термодинамиканиннг биринчи қонуни бир турдаги энергиянинг бошқа турдаги энергияга эквивалент эканлигини кўрсатади, лекин иссиқлик энергиясининг механикавий ишга қандай шароитларда айланиши мумкинлигини белгиламайди.

Барча турдаги энергиялар иссиқлик энергиясига ўз-ўзидан айланади, лекин тескари процесс, яъни иссиқлик энергиясининг механикавий ишга айланиши учун (ички ёнув двигателларидаги каби) иссиқлик сарфлаб, иш бажариш талаб қилинади. Шу сабабдан термодинамиканиннг иккинчи қонуни иссиқлик энергиясини механикавий 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 қилайлик. Унинг бошланғич параметрлари юқорида чекка нуқта (ю. ч. н) да  $p_1$ ,  $V_1$ ,  $T_1$  ва  $U_1$  қийматлар билан белгиланади. Поршень ю. ч. н.



2- расм. Политропик процессларнинг  $p-V$  координаталар системасида тасвири.

дан пастки чекка нуқта (п. ч. н) га ҳаракатланганда газ  $V_2$  ҳажмгача кенгайди ва ташқи кучларга қарши иш бажаради. Бу пайтда поршень  $S = 2R$  йўлни босиб ўтади, тирсакли вал эса ярим айланага бурилади. 2 нуқтада газ қуйидаги параметрларга эга бўлади:  $V_2 > V_1$ ;  $p_2 < p_1$ ;  $T_2 < T_1$  ва  $U_2 < U_1$ . 1—2 кенгайиш процесси иссиқлик алмашинмай содир бўлади. Кенгайиш иши  $l_{\text{кенг}}$  ички энергиянинг камайиши ҳисобига содир бўлиб,  $12a'b$  юза билан аниқланади ҳамда кинетик энергия тарзида двигателнинг маховигида тўпланади. 1—2 кенгайиш



3- расм. Иссиқлик двигатели циклининг  $p$ — $V$  координатлар системасида тасвири.

процессини такрорлаш учун иш жисми бошлан ич ҳолатга қайтарилиши, яъни  $l_{\text{сиқ}} = l_{\text{кенг}}$  иш бажарилиши лозим. Бу ҳолда сиқиш иши  $l_{\text{сиқ}}$   $21ab2$  юза билан аниқланади. Бу мақсадда двигатель маховигида тўпланган кинетик энергиядан фойдаланилади. Шу ҳолдагина газ сиқилиши давомида кенгайиш процессидаги каби оралиқ ҳолатлардан ўтади.

Демак, бундай идеал двигателда ҳар қанча цикл содир бўлмасин,  $l_{\text{сиқ}} = l_{\text{кенг}}$  бўлгани учун бу двигатель фойдали иш бажара олмайди (автомобилни ҳаракатга келтиролмайди). Амалда энергияни исрофсиз дастлабки қийматга қайтариш мумкин бўлмаганлиги сабабли иш жисми бошланғич ҳолатга қайт олмайди ва двигатель тўхтайтиди.

Иссиқлик двигателларида фойдали иш бажариш учун сиқликнинг бир қисми  $q_2$  п. ч. н да  $V = \text{const}$  процессида «совуқ» манбага узатилиши керак. Бунда 3 нуқтадаги газ параметрлари қуйидагича бўлади:  $P_3 < P_2$ ;  $V_2 = V_3$ ;  $T_3 < T_2$ ;  $U_3 < U_2$ .

Сиқиш процесси  $34$  бажариш учун маховикда тўпланган кинетик энергиядан фойдаланамиз. Бу ҳолда сиқиш процессида бажарилган иш ( $34 ab3$  юза) кенгайиш процессида бажарилган иш ( $12 ba 1$  юза) дан кичик бўлади. Кенгайиш процессини такрорлаш учун газнинг параметрларини 1 нуқтадаги ҳолатга қайтаргш зарур. Бунинг учун поршень ю. ч. н да қўзғалмас ҳолатда бўлганда  $V = \text{const}$  процессида газга иссиқлик манбаидан  $q_1$  миқдорда иссиқлик узатилади. Юқорида кўрсатилган шартлар бажарилган ҳолдагина процессларнинг тўх-

товсиз такрорланишини таъминлаш мумкин. Бу процесслар 12341 берк циклни ташкил қилади ва унинг иши  $l_{ц} = l_{кенг\ 1-2} - l_{сик\ 3-4}$ , ишга айланган иссиқлик миқдори эса  $q_{ц} = q_1 - q_2$  бўлади.

Демак, циклда берилган барча иссиқлик энергиясини механикавий ишга айлантириб бўлмайди. Механикавий энергия олиш учун иш жисмига  $q_1$  миқдорда иссиқлик берилган «иссиқ» манба ва, аксинча, иссиқликнинг фойдали ишга айланмайдиган қисми  $q_2$  берилдиган «совуқ» манба бўлиши лозим.

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

$$\eta_t = \frac{q_{ц}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} < 1$$
 (чунки ҳар доим  $q_2 > 0$ ). Бундан иш жисмига берилган барча иссиқликни ишга айлантирадиган двигатель қуриб бўлмайди деган хулоса келиб чиқади. Демак, термик ф. и. к.  $\eta_t$  қанча катта бўлса, иссиқликнинг фойдали ишга айланган қисми шунчалик кўп бўлади. Берилган температуралар оралигида қандай идеал цикл энг катта ф. и. к. га эга бўлишини биринчи бўлиб Сади Карно (1824 й) кўрсатди.

Бундай циклнинг термик ф. и. к. «иссиқ» ва «совуқ» манбаларнинг температураларига боғлиқ бўлиб, иш жисмига боғлиқ эмас, яъни 
$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$
; бу ерда  $T_1$  — «иссиқ» манба температураси,  $T_2$  — «совуқ» 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.  $\eta_t = 0,90$  бўлади. Аммо бундай циклнинг максимал босими тахминан 1000 МПа, сиқилиш даражаси эса  $\epsilon = 1500$  бўлади. Демак, бундай двигателни қуриш мақсадга мувоф. қ эмас.

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

## II б о б

### ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ ЦИКЛЛАРИ

#### 4- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Техникавий термодинамика курсида назарий цикллар кўриб ўтилган эди. Уларда иш жисми ўзгармас бўлиб, иссиқлик температураси  $T_1$  бўлган ташқи «иссиқ» манбадан берилади ва иш содир бўлгач, у бошқа, температураси  $T_2 < T_1$  бўлган ташқи «совуқ» манбага қайтарилади. Реал ички ёнув двигателларида эса иссиқлик ёниш камераси-

да (ёнилғи ва ҳаво аралашмасининг ёниши натижасида) ҳосил бўлади.

Двигатель цилиндри ичида ҳар гал янгидан ёниш процесси давом этиши учун янги аралашма кириши, ёниши ва иссиқлик чиқариб иш бажариши ҳамда цилиндрдан чиқариб йборилиши зарур.

Ҳаво билан ёнилғи аралашмасининг цилиндри ичида ёниши натижасида ҳосил бўлган иссиқлик энергиясини механикавий энергияга айлантирувчи процессларнинг тўплами ҳақиқий цикл дейилади.

Ички ёнув двигателларида ҳақиқий цикл жараёнида энергиянинг бир қатор қўшимча сарфланиши исз беради, яъни иссиқликдан фойдаланиш даражаси назарий циклга қараганда камроқ бўлади.

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

Назарий циклларни анализ қилишда қўйидаги чекинишлар қабул қилинади:

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

б) иш жисмининг иссиқлик сифими температурага боғлиқ эмас;

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

г) сиқиш ва кенгайиш процессларида ташқи муҳит билан иссиқлик алмашилиши содир бўлмайди (адиабатик процесслар).

Қўйида 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 (тезюрар дизелларга мос келади).

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

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

Иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл  $p - V$  координаталар системасида (4- расм) тасвирланган. Бу ерда  $ac$  — сиқиш процесси,  $cz$  — иссиқлик бериш процесси,  $zv$  — кенгайиш процесси ва  $va$  — иссиқлик қайтаркиш процесси  $ac$  ва  $zv$  процесслар адиабатик бўлиб, бу процесслар ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмай содир бўлади.  $cz$  процесда ҳажм ўзгармагани ҳолда иш жисмига «иссиқ» манбадан  $q_1$  иссиқлик берилганда иш жисмининг температураси ва босими кўтарилади. Натижада иш жисми поршеньни п. ч. н. томон силжитиб кенгайди. Поршень п. ч. н. га келган вақтда  $q_2$  иссиқлик «совуқ» ман-



бага берилди. Бу циклни анализ қилиш учун қуйидаги белгиларни киритамиз:

$D$  — цилиндр диаметри;  
 $R$  — кривошип радиуси;  
 $S$  — поршень йўли,  $S = 2R$ ;  
 $V_h$  — иш ҳажми;  
 $V_c$  — ёниш камерасининг

ҳажми;  
 $V_a$  — цилиндрнинг тўла ҳажми;

$\epsilon$  — сиқиш даражаси,

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c};$$

$K$  — адиабата кўрсаткичи,

$$K = \frac{C_p}{C_v};$$

$\lambda$  — босимнинг ортиш дара-

$$\text{жаси, } \lambda = \frac{P_z}{P_c};$$

$\phi$  — тирсакли валнинг бурилиш бурчаги.

Цилиндр ичида 1 кг иш жисми бор деб фарз қилсак, 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 циклниң термик ф. и. к. қуйидагича ифодаланади:

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

Циклниң характерли нуқталаридаги температуралар бошланғич температура  $T_a$  орқали қуйидагича ифодаланади:

$c$  — нуқтадаги температура

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

$z$  — нуқтадаги температура

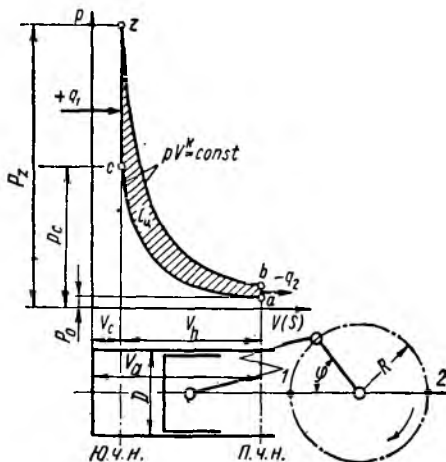
$$T_z = T_c \cdot \frac{P_z}{P_c} = \lambda \cdot T_c = T_a \cdot \lambda \cdot \epsilon^{\kappa-1},$$

$b$  — нуқтадаги температура

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

бу ерда

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



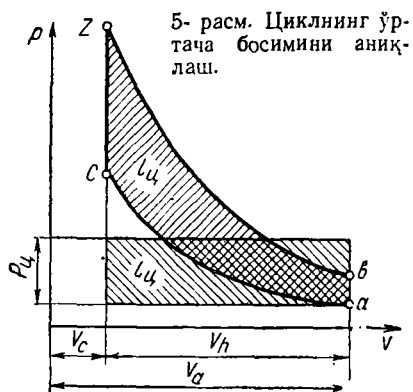
4- расм. Иссиқлик ўзгармас ҳажмга бериладиган цикл.

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

$$\eta_c = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$$

$p-V$  координаталар системасида цикл давомида бажарилган  $l_c$  иш штрихланган асзва юза билан аниқланади.

Двигателлар цикл давомида бажарилган  $l_c$  ишнинг цилиндр иш ҳажми  $V_h$  га нисбати билан таққосланади. Бунинг учун бажарилган



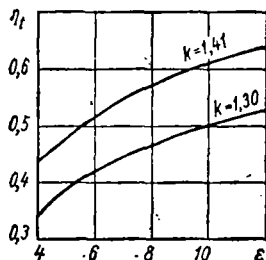
иш шартли равишда юзаси  $l_c$  га тенг бўлган тўғри тўртбурчаклик шаклида тасвирланади (5-расм). Тўртбурчакликнинг асоси цилиндрининг иш ҳажми  $V_h$  га тенг, оординатаси (босим) эса қуйидагича топилади:  $P_c = \frac{l_c}{V_h}$ .

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

Анализ қилинаётган  $V = \text{const}$  цикл учун (5-расм) ўртача босимни қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$P_c = P_a \frac{\varepsilon^{\kappa} (\lambda - 1)}{(\varepsilon - 1)(\kappa - 1)} \cdot \eta_c \quad (*)$$

(\*) тенгламани анализ қилиш қилинаётган циклнинг термик ф. и. к. асосан сиқиш даражаси  $\varepsilon$  ва адиабата кўрсаткичи  $\kappa$  га боғлиқ эканлигини кўрсатади.  $\varepsilon$  ва  $\kappa$  ортиши билан  $\eta_c$  ортади, лекин термик ф. и. к. босимнинг ортиш даражаси  $\lambda$  га боғлиқ эмас.



6-расм. Иссиқлик  $V = \text{const}$  да бериладиган цикл учун  $\eta_c$  нинг  $\varepsilon$  га боғлиқлик графиги ( $\kappa$  нинг икки қиймати учун).

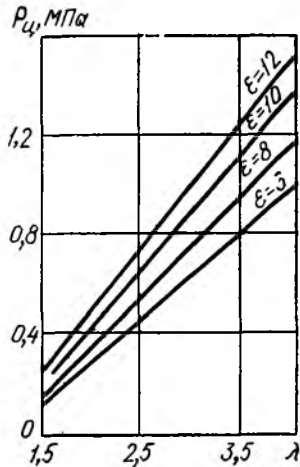
6-расмда иссиқлик ўзгармас ҳажмда бериладиган цикл учун  $\eta_c$  нинг  $\varepsilon$  га боғлиқлик графиги адиабата кўрсаткичининг икки қиймати учун келтирилган: 1 —двигателнинг цилиндрига иш гази ўрнида ҳаво ( $\kappa = 1,41$ ) киритилган; 2 — адиабатда кўрсаткичи  $\kappa = 1,3$  бўлган газ киритилган.

Графикдан кўриниб турибдики, сиқиш даражасининг ортиши билан термик ф. и. к. жуда сезиларли даражада ўсади. Кичик адиабата кўрсаткичларига кичик термик ф. и. к. лар тўғри келади. Демак, термик ф. и. к. қийматини ошириш учун сиқиш даражасини имкони борича кўтариш керак. Шу сабабдан ҳозирги замон карбюраторли двигателларининг

сиқиш даражаси «ортиб» боряпти. Лекин кўрилётган цикл учун сиқиш даражасини маълум чегарадан ошириб юбориш мумкин эмас, чунки бу ҳолда ёнилғининг нормал тақсимланмидан (детонацияли) ёниши ёки ёндириш вақтидан илгари ўз-ўзидан ёна бошлаши кузатилади. Бундан ташқари, сиқиш даражаси бензиннинг сортига ҳам боғлиқ. Двигателдаги сиқиш даражасининг ортиши билан ишлатиладиган бензиннинг октан сони ҳам ортиб бориши шарт. Шу сабабли карбюраторли двигателларда сиқиш даражаси  $\epsilon = 6 \dots 9,5$  оралиғида бўлади.

Карбюраторли двигателларда ёнилғи сифатида газ ишлатилганда сиқиш даражасини оширишга имкон туғилади, чунки газнинг октан сони 100 дан кагта. Шу сабабли бундай двигателларда  $\epsilon = 7 \dots 11$  оралиғида бўлади. (\*) тенгламанинг анализи шуни кўрсатадики, циклнинг ўртача босими  $P_c$  бошланғич босим  $P_a$  ва босимнинг ортиш даражаси  $\lambda$  га тўғри пропорцион лдир (7- расм). Демак, циклнинг ўртача босимини ошириш учун  $S_z$  процессида берилган иссиқлик миқдорини ҳамда бошланғич босим  $P_a$  ни ошириш керак.

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



7- расм.  $\epsilon$  нинг ҳар хил қий-  
матлари учун  $P_c$  босимнинг  
 $\lambda$  га боғлиқлиги.

### 6- §. ИССИҚЛИК ЎЗГАРМАС БОСИМДА ( $p = \text{const}$ ) БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган цикл  $p - V$  координаталар системасида (8- расм) кўрсатилган. Бу циклда  $S_z$  процессида  $q_1$  иссиқлик «иссиқ» манбадан ўзгармас босим остида берилади ва у 1 кг иш жисми учун қуйидагича аниқланади:

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

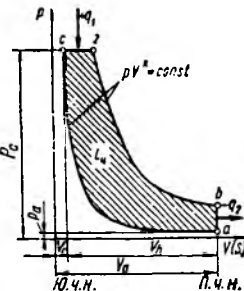
$ta$  процессида «совуқ» манбага берилган иссиқлик миқдори  $q_2$  қуйидагича бўлади:

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

Бу циклнинг термик ф. и. к.

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

Лекин  $\frac{V_a}{V_c} = \epsilon; \frac{C_v}{C_p} = \frac{1}{\kappa}$  ва дастлабки кенгайиш даражаси



8- расм. Иссиқлик ўзгар-  
мас босимда бериладиган  
цикл.

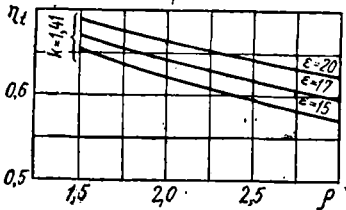
$\rho = \frac{V_z}{V_c} = \frac{T_z}{T_c}$  эканлигини назарга олиб,  $c, z, b$  нуқталардаги температураларни бошланғич температура  $T_a$  орқали ифодаласак, циклниң термик ф. и. к. қуйидаги кўринишга келади:

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

Циклниң ўртача босими эса:

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

Демак, циклниң термик ф. и. к. сиқиш даражаси  $\varepsilon$ , адиабата кўрсаткичи  $\kappa$  ва бирламчи кенгайиш даражаси  $\rho$  га боғлиқ. Сиқиш даражаси  $\varepsilon$  ва адиабата кўрсаткичи  $\kappa$  ортиши билан термик ф. и. к. ҳам ортади, лекин  $\rho$  нинг ортиши  $\eta_t$  нинг камайишига олиб келади (9-расм). Кўрилайтган циклга яқин шиклда ишлайдиган двигателда нагрукани ошириш учун «иссиқ» манбадан бериладиган иссиқлик миқдорини ошириш керак бўлади, лекин бу  $\rho$  нинг ортишига сабаб бўлади. Демак, циклда бериладиган иссиқлик миқдори ошиши билан, термик ф. и. к. камаяди. Буни шундай тушунтириш мумкин: берилган  $q_1$  иссиқлик ошганда «совуқ» манбага қайтарилган

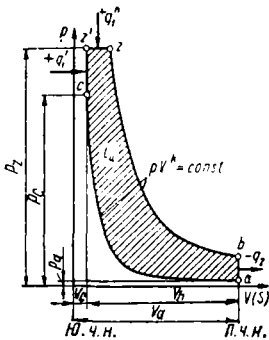


9- расм. Иссиқлик ўзгармас босимда бериладиган цикл учун  $\eta_t$  нинг  $\rho$  га боғлиқлиги графиги.

иссиқлик кўпроқ бўлади ва натижада  $q_2/q_1$  нисбат ортади, бу эса ўз навбатида  $\eta_t$  нинг камайишига олиб келади.

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

Циклниң ўртача босими  $P_u$  ни орттириш учун  $cz$  процессида иссиқликни кўпроқ бериш керак. Натижада юқорида айтиб ўтганимиздек  $\rho$  ортади, лекин  $\eta_t$  бир оз камаяди. Кўриб ўтилган цикл секин юрар компрессорли дизеллар учун тахминан тўғри келади.



10- расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл.

## 7- §. ИССИҚЛИК АРАЛАШ УСУЛДА БЕРИЛАДИГАН ЦИКЛ

Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл  $p - V$  координаталар системасида кўрсатилган (10-расм). Бу циклда  $q'_1 = c_v (T_z - c)$  миқдор иссиқлик  $cz$  процессида ўзгармас ҳажмда;  $q''_2 = (T_z - T'_z)$  миқдор иссиқлик эса  $z z'$  процессида ўзгармас босимда берилди ва 1 кг иш жисми учун «иссиқ» манбадан берилган иссиқликнинг умумий миқдори қуйидагича аниқланади:

$$q_1 = q_1' + q_1'' = c_v(T_z - T_c) + c_p(T_z - T_{z'}) = c_v T_c \left[ \left( \frac{T_{z'}}{T_c} - 1 \right) + \frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{T_{z'}}{T_c} \times \left( \frac{T_z}{T_{z'}} - 1 \right) \right] = C_v T_c [\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)].$$

Ва процессида «совуқ» манбага берилган иссиқлик миқдори

$$q_2 = C_v(T_b - T_a) \text{ бўлади.}$$

Бундай циклнинг термик ф. и. к.  $\eta_t$  ва ўртача босими  $P_{\text{ц}}$  содалаштиришлардан сўнг қуйидагича топилади:

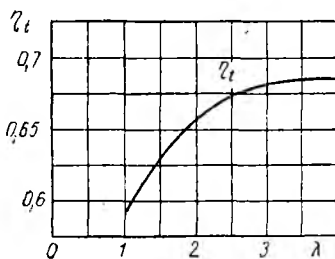
$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)}.$$

$$P_{\text{ц}} = P_a \frac{\epsilon^{\kappa} [\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)]}{(\epsilon - 1)(\kappa - 1)} \cdot \eta_t.$$

Демак, иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг термик ф. и. к. ҳам сиқиш даражаси  $\epsilon$  га, босимнинг кўтарилиш даражаси  $\lambda$  га (ўзгармас ҳажмда берилган иссиқлик миқдорига) ва бирламчи кенгайиш даражаси  $\rho$  га (ўзгармас босим остида берилган иссиқлик миқдорига) боғлиқ экан.

Изланишлар шуни кўрсатадики, қанчалик кўп иссиқлик ўзгармас ҳажмда, яъни  $c\lambda$  процессида берилса, аралаш усулда иссиқлик бериладиган циклнинг термик ф.и.к. шунча юқори бўлади (11- расм).

$\eta_t$  нинг қиймати иссиқлик аралаш усулда ва  $V = \text{const}$  да бериладиган цикллар ҳамда  $\epsilon$  нинг уч хил қиймати учун 3- жадвалда келтирилган.



11- расм. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл учун  $\eta_t$  нинг  $\lambda$  га боғлиқлиги.

3- жадвал

Цикл		$\eta_t$	Двигатель тури
$V = \text{const}$	17	0,686	Карбюраторли двигатель
$\left\{ \begin{array}{l} q_1' V = \text{const} \\ q_2' P = \text{const} \end{array} \right.$	17	0,684	Тез юрар дизель
	10	0,610	Карбюраторли двигатель
$V = \text{const}$	9	0,596	Карбюраторли двигатель

Жадвалдан кўриниб турибдики, бир хил сиқиш даражасига эга бўлган циклларни солиштирсак, энг юқори термик ф. и. к. га иссиқлик ўзгармас ҳажмда берилганда эришилар экан. Амалда бундай сиқиш даражасига эга бўлган карбюраторли двигателни детонацияли ёниш сабабли ишлатиб бўлмайди. Натижада карбюраторли двигателлар нормал ишлаши учун уларда сиқиш даражаси пасайтирилади ( $\epsilon = 9$  10).

Тезюрар дизеллар иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклларга яқин циклда ишлайди. Бу двигателларда қўлланиладиган дизель ёнилғисининг ( $\epsilon = 16$  23) сиқиш даражаси юқори бўлади. Бу эса дизелларда карбюраторли двигателларга қараганда юқори термик ф. и. к. олиш имкониғи беради. 11- расмда иссиқлик аралаш усулда бериладиган цикл учун  $\eta_t$  нинг  $\lambda$  га боғлиқлиги кўрсатилган. Бу циклда  $\lambda$  ортиши билан  $\eta_t$  ҳам ортади. Ҳозирги замон тезюрар дизелларида қўлланиладиган  $\lambda$  нинг қиймати 1,2 . 2,0;  $\rho$  нинг қиймати эса 1,4...2,2 га тенг. (\*) формуладан кўриниб турибдики, иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг ўртача босими бошланғич босим  $P_a$ ,  $\epsilon$  ва  $\eta_t$  га боғлиқ бўлиб, улар қанча катта бўлса,  $P_u$  ҳам шунча катта бўлади.

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

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

Циклнинг ўртача босими

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

2- мисол. Иссиқлик аралаш усулда бериладиган циклнинг термик ф. и. к. ва ўртача босими топилсин. Бунда  $\epsilon = 16,5$ ;  $\kappa = 1,41$   $P_a = 0,1$  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 б о б

## ЁНИЛҒИ ВА УНИНГ ЁНИШ ХИМИЯВИЙ РЕАКЦИЯЛАРИ

### 8- §. ЁНИЛҒИ

Ички ёнув двигателларида суюқ ва газ ҳолатидаги ёнилғи ишлатилади.

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

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

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

Ёнилғининг юқори  $H_u$  ва қуйи  $H_u$  ёниш иссиқлиги бўлади.

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

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

Бунинг учун ёнилғининг элементар таркиби ва юқори ёниш иссиқлиги  $H_u$  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 буғини ҳосил қилиш учун 2512 кЖ/кг ёки 600 ккал/кг иссиқлик миқдори сарфланади.

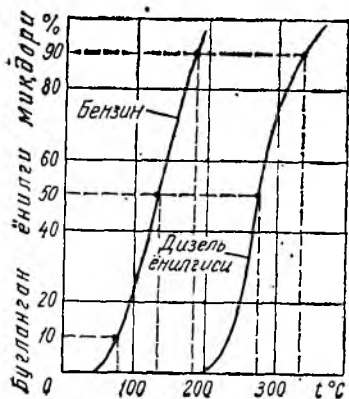
1 кг ёнилғи ёнганда 9H сув буғи ҳосил бўлади, 1 кг ёнилғида H масса водород бўлади;

W — 1 кг ёнилғидаги намлик миқдори.

Ёнилғининг фақат элементар таркиби (C,  $H_2$ ,  $O_2$  ва S) маълум бўлган ҳолларда ҳам унинг қуйи ёниш иссиқлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун Д. И. Менделеев формуласидан фойдаланилади:  $H_u = (34,013C + 125,6H - 10,9(O - S) - 2,512(9H + W)) 10^6$ , Ж/кг ёки

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

Бўланувчанлик ёнилғининг асосий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади ва у ёнилғининг фракцион таркибига қараб белгиланади. Ёнилғининг бўланувчанлиги махсус асбобда аниқланади. Бунинг учун ёнилғи асбобга солинади ва аста-секин қиздирилади. Ёнилғи қизиган сари буғлана бошлайди. Характерли нуқталар деб ёнилғининг 10, 50, 90 ва 100% қайнаб буғга айланган температураси қабул қилинган. Бу маълумотларга биноан ёнилғи фракцион таркибининг температурага боғлиқлигини аниқлаймиз. Ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг сифати, тез ёниши ва двигателнинг ишга тез тушиш хусусиятлари ёнилғининг фракцион таркибига боғлиқ. Ички ёнув двигателларида ишлатиладиган



12- расм. Сууюқ ёнилғиларни фракциялар буйича хайдаш эгри чизиклари.

сууюқ ёнилғиларнинг фракциялар буйича хайдалиш эгри чизиклари 12- расмда кўрсатилган, асосий кўрсаткичлари эса 4- жадвалда келтирилган.

Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнилғи сифатида бензин ишлатилади. Бензиннинг асосий кўрсаткичларидан бири унинг детонацияга чидамлилигидир. Ҳар бир двигатель учун унинг сиқиш даражасига қараб бензин сорти танланади. Агар шу двигателга бошқа сортдаги бензин ишлатилса, унинг цилиндрида ёниш процесси 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 ўзгартириши мумкин. Бензиннинг октан сони эталон ёнилғилар ёрдамида аниқланади. Эталон ёнилғилар сифатида детонацион чидамлилиги жуда катта бўлган *изооктан* ( $iC_8H_{18}$ ) ва детонацион чидамлилиги жуда кичик бўлган *гептан* ( $nC_7H_{16}$ ) ишлатилади. Бу двигателда синаш вақтида ёнилғи сифатида изооктан ва гептан аралашмаси ишлатилади. Ёниш процессида детонация ҳодисаси ҳар хил сиқиш даражасида, яъни аралашмадаги ёнилғиларнинг процент миқдорига қараб содир бўлади. Изооктан қанча кўп бўлса, детонация ҳодисаси шунча катта сиқиш даражасида содир бўлади. Демак, ёнилғи сифатида тоза изооктан ишлатилгандагина юқори сиқиш даражасига эга бўламиз. Гептанинг аралашмадаги процент 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 ёнилғи билинар-билимас детонация билан ёнсин. Демак, бу бензин қандай сиқиш даражасида ( $\epsilon$ ) детонацияга мойиллигини билиб олдик. Сўнгра двигателни изооктан ва гептан аралашмасидан иборат бўлган ёнилғи ишлатиб синаймиз. Бу аралашманинг шундай таркибини топишимиз керакки, унинг детонацияга мойиллиги юқоридагидек сиқиш даражасига содир бўлсин. Демак, бу аралашмадаги изооктанинг процент миқдори бензиннинг октан сонини беради.

Текширилаётган ёнилғи (бензин) билан изооктан ва нормал гептан аралашмасининг (бир хил сиқиш даражасида  $\epsilon = \text{const}$ ) детонацияга мойиллиги тенг бўлса, у ҳолда аралашмадаги изооктанинг процент миқдори октан сони дейилади.



Агар синалаётган ёнилғи ва аралашма (93% изооктан ва 7% гептан) бир хил шароитда детонация билан ёнса, ёнилғининг октан сони 93 га тенг бўлади.

4- жадвал

**Автомобиль ва трактор двигателларида ишлатиладиган суяқ ёнилғиларнинг асосий кўрсаткичлари**

Кўрсаткичлар	Автомобиль бензини	Дизель ёнилғиси
Ёнилғининг элементар масса таркиби:		
C	0,855	0,870
H <sub>2</sub>	0,145	0,126
O <sub>2</sub>	—	0,004
Ўртача молекуляр массаси, кг	110—120	180—200
Қуйи ёниш иссиқлиги:		
МЖ/кг да	44	42,5
ккал/кг да	10500	10150
Температура, °С:		
хайдашнинг сошланиши	35	185—1200
10% ёнилғини ҳайдаш	55—70	200—225
50% —»—	100—125	240—280
90% —«—	160—195	290—350
ҳайдашнинг тугалланиши (кўпи билан)	185—205	330—360

Ҳар бир карбюраторли двигатель учун ишлатилиши лозим бўлган бензиннинг октан сони инструкцияларда 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, автомобиль 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.

Дизель ёнилғиларига қўйиладиган талабларни кўриб чиқамиз. Юқорида айтиб ўтганимиздек, дизелнинг ёниш камерасига пуркалган ёнилғи ҳавонинг юқори температураси (500—600°С) таъсирида осон алангаланиши лозим. Бу дизель ёнилғисига қўйиладиган асосий талаблардан биридир. Дизелда ёнувчи аралашма цилиндр ичида сиқиш такти охирида ҳосил қилинади. Лекин ёниш процесси ёнилғи пуркалган заҳоти бошланмасдан, бир оз кечроқ бошланади. Шунинг учун алангаланишнинг кечикиш даври ёнилғи берилган пайтдан бошлаб ёниш бошлангунча бўлган вақт оралиғи билан ўлчанади. Алангаланишнинг кечикиш даври пуркаш бошланган пайтдаги ҳавонинг термодинамик параметрларига, ёнилғининг физика-химиявий хоссаларига ва ёнилғи бериш аппаратурасида ҳосил қилинадиган босимга (оғлиқ. Дизель 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 г/тенг) ва қийин алангаланувчан  $\alpha$  — метилнафталин (унинг цетан сони 0 га тенг) ўзаро солиштириб топилади. Бунда ёнилғилар алангаланишининг кечикиш даври аниқланади. Масалан, цетан сони номаълум бўлган дизель ёнилғисининг алангаланиш даври эталон аралашма (45% цетан + 55%  $\alpha$  — метилнафталин) нинг алангаланиш даврига тенг бўлса, у ҳолда ёнилғининг цетан сони эталон аралашмасидаги цетаннинг процент миқдори билан аниқлан ди. Юқоридаги мисолда дизель ёнилғисининг цетан сони 45 га тенг. Умуман, дизель ёнилғиларнинг цетан сони 40...50 бўлади (ГОСТ 305-62).

Ёнилғининг муҳим сифат кўрсаткичларидан бири унинг температураси ва фракцион таркибига боғлиқ бўлган қовушоқлигидир. Ёнилғининг фракцион таркиби қанча оғир бўлса, унинг қовушоқлиги шунча юқори бўлади. Бундай ёнилғиларда температура пасайиши билан қовушоқлик тез ўсади. Масалан, бензиннинг температураси + 20°C дан — 20°C гача ўзгарса, унинг қовушоқлиги 2 марта, дизель ёнилғисиники эса 5—10 марта ошади. Ёнилғининг қовушоқлиги пуркалиш сифати ва ёнилғининг ҳаво билан аралашishiга таъсир кўрсади. Кун совуқ бўлганда дизелларни ишга туширишининг қийинлашишини ёнилғининг шу хусусияти билан тушунтирилади.

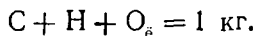
### 9- §. ЁНИЛҒИНИНГ ЁНИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

Двигатель цилиндри ичида ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг ёниши жуда муҳим ва мураккаб процесс бўлиб, шу давргача тўлиқ текширилмаган.

Ёнилғи ёниши натижада ажралиб чиқадиган иссиқлик эффектини ёнилғи таркибига кирувчи углерод С ва водород  $H_2$  нинг кислород  $O_2$  билан химиявий реакциялари орқали аниқлаш мумкин.

1 кг суяқ ёнилғи, С кг углерод (С), Н кг водород ( $H_2$ ) ва  $O_6$  кг кислород ( $O_2$ ) дан иборат.

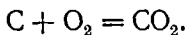
Буларнинг йиғиндис:



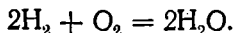
#### Ёнилғининг тўла ёниши

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

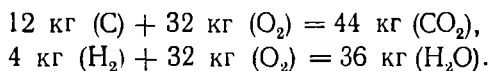
Ёнилғи тўла ёнишда углерод ва кислороднинг биттадан молекуласи ўзаро бирикиб карбонат ангидрид ҳосил бўлади:



Водород ёнишда унинг иккита молекуласи кислороднинг битта молекуласи билан бирикиб, сув буғининг иккита молекуласини ҳосил қилади:



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



1 кг углерод учун:

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

1 кг водород учун:

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

(a) тенглама шуни кўрсатадики, 1 кг углерод тўла ёниши учун  $\frac{8}{3}$  кг кислород керак ва бунинг натижасида  $\frac{11}{3}$  кг  $\text{CO}_2$  ҳосил бўлади. (б) тенгламага биноан 1 кг водород тўла ёниши учун 8 кг кислород керак, бунда 9 кг сув буғи ҳосил бўлади.

1 кг ёнилгининг 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:

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

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

1 кг ёнилгининг 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  $O_2$  ни ҳисобга олсак, 1 кг ёнилгининг тўла ёниши учун керакли минимал кислород миқдори

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

бўлади.

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

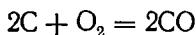
$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left( \frac{8}{3} C + 8H - O_2 \right), \text{ кг}$$

бўлади.

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

## Ёнилғининг чала ёниши

Карбюраторли двигателларни эксплуатация қилиш шуни кўрсатадики, улар умумий вақтнинг 70—80 проценти давомида асосан кичик нагрукларда ишлар экан. Бу ҳолларда ёниш процессида кислородни меъридан камроқ бериш керак, чунки бундай иш аралашмаси тез ёниш хусусиятига эга бўлади. Бундан ташқари, двигателни юргизишда ва у дан катта қувват талаб қилинганда ҳам камроқ кислород, яъни ҳаво бериш лозим бўлади. Тажрибаларнинг кўрсатишича, кислороднинг миқдори керагидан бир оз кам бўлса, ёниш процесси тез кетади. Бунда кислороднинг етишмаганлигидан углерод тўла ёнмайди ва унинг бир қисми ис гази (CO) ни ҳосил қилади, водороднинг озроқ қисми эса бутунлай ёнмай қолади, яъни



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

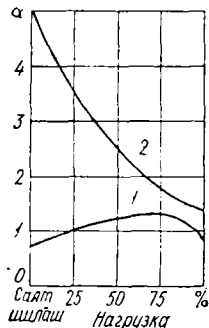
Углероднинг CO га айланган қисмини  $\phi$  билан белгилаймиз. У ҳолда C кг углероднинг CO га айланган қисми  $\phi C$  кг, CO<sub>2</sub> га айланган қисми эса  $(1 - \phi)C$  кг бўлади. Кўп ҳолларда водород тўла ёнади деб фараз қилинади. Карбюраторли двигателларнинг цилиндрида 1 кг ёнилғининг чала ёниши учун керак бўладиган ҳаво миқдори қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \left[ \frac{4}{3} (2 - \phi) C + 8H - O_2 \right], \text{ кг.}$$

## Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти

Автотрактор ички ёнув двигателларида уларнинг иш режимларига мос равишда ёниш реакцияларида қатнашаётган ҳавонинг миқдори ҳам ўзгариши шарт, яъни ҳаво миқдори ёнилғининг тўла ёниши учун керакли бўлган назарий миқдоридан кўп ёки кам бўлади ва ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha$  орқали ифодаланади. Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти деб, 1 кг ёнилғини ёндириш учун цилиндр ичига киритилган ҳавонинг ҳақиқий миқдори  $l$  ни назарий (зарур) миқдори  $l_0$  га нисбати айтилади, яъни

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



13- расм. Ҳаво ортиқлик коэффициенти  $\alpha$  нинг нагруккага боғлиқ ҳолда ўзгариш чегараси:

1 — карбюраторли двигатель, 2 — дизель.

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

Дизелларда  $\alpha$  ҳар доим бирдан катта бўлади. Шу сабабли улар карбюраторли двигателга нисбатан тежамли ишлайди.

13- расмда  $\alpha$  нинг нагруккага қараб ўзгариши тасвирланган. Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha$

маълум бўлса, углероднинг CO га айланган қисми қуйидаги ифода орқали топилади:

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

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

### Ёнувчи аралашма ва ёниш маҳсулотлари миқдорини аниқлаш

Учқун билан ўт олдириладиган двигатель цилиндрига киритилган ёнувчи аралашма ҳаво ва майда зарраларга парчаланган ёнилғидан иборат бўлади.

1 кг ёнилғи ёнишида қатнашадиган ёнувчи аралашманинг умумий массаси қуйидагича топилади:

$$G_1 = 1 + \alpha l_0, \text{ кг.}$$

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

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

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

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

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

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

Ёниш процессида қатнашмайдиган ва ишлатилган газлар билан чиқиб кетадиган азот миқдори қуйидаги ифода орқали аниқланади:

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

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

$$G_2 = \frac{11}{3}C + 9H + (\alpha - 0,23) l_0.$$

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

$$G_2 = C + H + O_2 + \alpha l_0 = 1 + \alpha l_0 = G_1 \quad \text{бўлади.}$$

**Чала ёниш ( $\alpha < 1$ ).** Бунда ёниш процесси кислород етишмаган ҳолда кетади. Шунинг учун ёниш маҳсулотларида кислород оз миқдорда бўлади.  $\alpha < 1$  бўлган ҳол учун 1 кг ёнилғи ёнгандаги ёниш

маҳсулотларининг массаларини қўйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаш мумкин:

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

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

$$G_{H_2O} = 9H, \text{ кг};$$

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

Демак, ёнилғи чала ёнганда ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори

$$G_2 = \frac{11}{3} C + 9H + 0,77 \alpha l_0 - \frac{4}{3} \varphi C = G_1$$

бўлади.

Ёнувчи аралашманинг ва ёниш маҳсулотларининг миқдорини моль ҳисобида аниқлаш. Двигателнинг асосий ўлчамларини топиш учун уни иссиқликка ҳисоблаш зарур. Бундай ҳисоблашларда ёнувчи аралашманинг ва ёниш маҳсулотларининг миқдорини кмоль ҳисобида ифодалаш керак. Ҳисобларни кмоль ҳисобида олиб бориш учун ёниш маҳсулотларининг таркибига кирувчи айрим газларни ва ёнувчи аралашма массаларини уларнинг молекуляр массаларига бўлиш керак. Карбюраторли двигателларда ёнувчи аралашма ҳаво ( $\alpha l_0$ ) ва 1 кг ёнилғидан иборат бўлади, яъни  $G_1 = \alpha l_0 + 1$ . Шунинг учун 1 кг ёнилғи ёнганда ёнувчи аралашманинг ҳақиқий миқдори қўйидагича ҳисобланади:

$$M_1 = \frac{\alpha l_0}{\mu_x} + \frac{1}{\mu_e} = \alpha L_0 + \frac{1}{\mu_e}, \text{ кмоль}$$

бу ерда

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

$\mu_e$  — ёнилғининг молекуляр массаси,  $\mu_e = 110$  120.

$L_0$  — 1 кг ёнилғи ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори, кмоль.

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

Дизелларда ёнувчи аралашма сифатида унинг цилиндрига киритиш тактида фақат ҳаво кириди ва шу сабабли ёнувчи аралашманинг кг да ўлчанган миқдори  $G_1 = \alpha l_0$  бўлади. Ёнувчи аралашманинг ҳақиқий миқдори эса қўйидагича аниқланади:

$$M_1 = \frac{\alpha l_0}{\mu_x} = \alpha L_0, \text{ кмоль}.$$

1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{l_0}{\mu_x} = \frac{1}{0,23 \cdot 28,97} \left( \frac{8}{3} C + 8H - O_e \right) = \\ &= 0,15 \left( \frac{8}{3} C + 8H - O_e \right), \text{ кмоль} \end{aligned}$$

ёки

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

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

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

Карбонат ангидрид газы

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

сув буғи

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

азот

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

ортиқча кислород

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

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

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

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

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

Ёниш процессида  $\alpha < 1$  бўлса, ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори қуйидагича бўлади:  $M_2 = M_{CO_2} + M_{CO} + M_{H_2O} + M_{N_2}$ , кмоль.

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

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

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

Демак, ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

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

Ёниш маҳсулотлари  $M_2$  билан ёнувчи аралашманинг миқдори  $M_1$  бир-бирига солиштирилса, уларнинг тенг эмаслигини кўраимиз. Бу эса

ёниш натижасида газлар молекулаларининг сони ўзгарганлигини билдиради. Бу ўзгариш қуйидагича аниқланади:

$$\Delta M = M_2 - M_1, \text{ кмоль.}$$

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

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_e}{32} - \frac{1}{\mu_e}, \text{ кмоль;}$$

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

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

Дизеллар учун ( $\alpha > 1$ ) моллар миқдорининг ортиши қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_e}{32}, \text{ кмоль.}$$

Ёнилғи ёнганда ҳосил бўлган газлар ҳажми ёнувчи аралашманинг ҳажмидан катта бўлади ва бу газлар фойдали иш бажаради. Ҳажмининг ўзгариши ёнувчи аралашма молекуляр ўзгаришининг назарий коэффициенти  $\mu_0$  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:

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

$\alpha < 1$  бўлганда эса

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

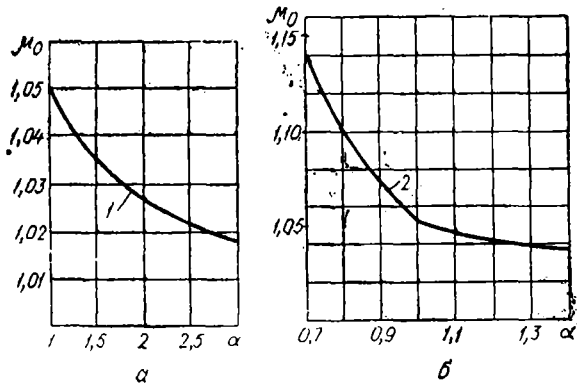
Дизеллар учун

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

Дизель ва карбюраторли двигателлар учун химиявий молекуляр ўзгариш коэффициентининг  $\alpha$  га боғлиқлиги 14- расм, а, б да тасвирланган.

3- мисол. Карбюраторли двигателларда 1 кг бензиннинг ёниши учун  $\alpha = 0$ , ва  $\alpha = 1,05$  бўлганда қуйидагилар аниқлансин: 1 кг бензин ёниши учун зар





14- расм. Химиявий молекуляр ўзгариш коэффициенти  $\mu_0$  нинг  $\alpha$  га боғлиқлиги:

1 — дизель; 2 — карбюраторли двигателъ.

бўлган ҳавонинг назарий миқдори ( $l_0$ , кг ва  $L_0$ , кмоль) ва ҳақиқий миқдори ( $\alpha l_0$ , кг ва  $\alpha L_0$ , кмоль); янги аралашманинг умумий миқдори ( $G_1$ , кг ва  $M_1$ , кмоль); ёниш маҳсулотларининг таркибидаги газлар миқдори ва уларнинг умумий миқдори ( $G_2$ , кг ва  $M_2$ , кмоль) ёнишдаги ҳажм ўзгариши  $\Delta M$  ва молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициенти  $\mu_0$ . Бензиннинг элементар таркиби ва молекуляр массаси:

$C = 0,855$ ;  $H = 0,145$  ва  $\mu_g = 110$ . Бу ҳолда:

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

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

ёки

$$L_0 = \frac{l_0}{\mu_x} = \frac{14,91}{28,97} = 0,515 \text{ кмоль};$$

бу ерда  $\mu_x$  ҳавонинг молекуляр массаси.

1 кг бензин ёнишида қатнашадиган ҳавонинг ҳақиқий миқдори:

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

$$\alpha L_0 = 0,8 \cdot 0,515 = 0,412 \text{ кмоль бўлади.}$$

$$\alpha = 1,05 \text{ бўлганда} \quad \alpha l_0 = 1,05 \cdot 14,91 = 15,65 \text{ кг,}$$

$$\alpha L_0 = 1,05 \cdot 0,515 = 0,540 \text{ кмоль бўлади.}$$

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

$\alpha = 0,8$  бўлганда

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

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

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

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

лиш маҳсулотлари таркибидаги газлар миқдори ва уларнинг умумий миқдори:

$\alpha = 0,8$  бўлганда:

Углероднинг ис гази  $CO$  га айланган қисми:

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

Углероднинг карбонат ангидрид га айланган қисми:

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

Карбонат ангидрид газининг миқдори:

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

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

Ис газининг миқдори:

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

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

Сув буғининг миқдори:

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \cdot 0,145 = 1,305 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{0,145}{2} = 0,0725 \text{ кмоль.}$$

Азотнинг миқдори:

$$G_{\text{N}_2} = 0,77 \cdot 11,92 = 9,18 \text{ кг;}$$

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 0,412 = 0,325 \text{ кмоль.}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

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

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

$\alpha = 1,05$  бўлганда:

Карбонат ангидрид газининг миқдори:

$$G_{\text{CO}_2} = \frac{11}{3} \cdot 0,855 = 3,135 \text{ кг;}$$

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{0,855}{12} = 0,0712 \text{ кмоль.}$$

Сув буғининг миқдори:

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \cdot 0,145 = 1,305 \text{ кг;}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{0,145}{2} = 0,0725 \text{ кмоль.}$$

Кислороднинг миқдори:

$$G_{\text{O}_2} = 0,23 \cdot (1,05 - 1) \cdot 14,91 = 0,171 \text{ кг;}$$

$$M_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (1,05 - 1) \cdot 0,515 = 0,0054 \text{ кмоль.}$$

Азотнинг миқдори:

$$G_{\text{N}_2} = 0,77 \cdot \alpha \cdot l_0 = 0,77 \cdot 15,65 = 12,05 \text{ кг;}$$

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot \alpha \cdot L_0 = 0,79 \cdot 0,540 = 0,427 \text{ кмоль.}$$

Ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори.

$$G_2 = 3,135 + 1,305 + 0,171 + 12,05 = 16,65 \text{ кг.}$$

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

Ҳажмининг ўзгариши  $\Delta M$  ва молекуляр ўзгаришнинг назарий коэффициенти  $\mu_0$   
 $\alpha = 0,8$  бўлганда:

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

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

$\alpha = 1,05$  бўлганда:

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

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

## 10- §. ЁНИШ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ

Ички ёнув двигателлари цилиндрида ёнилғи билан ҳаво аралашмасининг ёниши натижасида тўла ёниш маҳсулотлари билан бир қаторда кам миқдорда бўлса ҳам, чала ёниш маҳсулотлари  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  ҳамда ёнилғининг парчаланиш маҳсулотлари ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , альдегидлар ва 3,4 — бензпирен) ҳосил бўлади. Бу газлар киши соғлиғи учун (умуман, тирик организм учун) зарарлидир. Ишлатилган газлар таркибидаги заҳарли газ компонентларининг миқдори химиявий усул билан текшириб аниқланади.

Ёниш маҳсулотларининг заҳарли компонентларига ис гази —  $\text{CO}$ ; азот оксиди —  $\text{NO}_x$ ; якка углеводородлар —  $\text{C}_x\text{H}_y$  (бензпирен) ва бошқалар киради.

Ис гази  $\text{CO}$  — ёнилғининг чала ёниши натижасида ҳосил бўлади, яъни двигатель асосан кичик нагрузкаларда ишлаганда ажралиб чиқади ва миқдори бўйича ёниш маҳсулотларининг 10—12% ини ташкил қилиши мумкин. Айниқса, автомобиль жойидан қўзғалаётганда ис гази кўп ажралиб чиқади. Дизелларда ис газининг миқдори нисбатан кам (0,5%) бўлади. Бу жиҳатдан дизель карбюраторли двигателларга қараганда катта афзалликларга эга.

Азот оксидлари кам миқдорда бўлиб (0,8 мг/л), асосан  $\alpha$  нинг катта қийматларида пайдо бўлади.

Бу ҳолда ёниш маҳсулотлари таркибида  $\text{SO}_2$  нинг миқдори 250 мг/л гача бўлиши мумкин.  $\text{H}_2\text{S}$  эса жуда оз миқдорда бўлади.

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

Якка углеводородларнинг миқдори 10—20 мкг/м<sup>3</sup> ни ташкил этади. Уларнинг асосийси 3,4 — бензпирен бўлиб, у жуда актив моддadir. Унинг жуда оз концентрацияси ҳам киши организмни заҳарлаши мумкин.

Этиланган бензин ишлатилганда қўрғошин бирикмалари ҳосил бўлади.

Ички ёнув двигателларида ишлатилиб атмосферага чиқариб ташланган газлар таркибидаги хилма-хил заҳарли моддалар киши организмни доимо заҳарлаб келади ва турли касалликлар келиб чиқишига сабаб бўлмоқда. Автомобиль транспорт саноати ривожланган шароит-

да катта шаҳарлар, йирик корхона ва ҳ. к. да ишлатилган газларнинг кўплаб 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 нагрукаларда суюқ аралашмада ишлатиш, аланга билан ўт олдириш йўлларига катта аҳамият берилмоқда. Чиқариш системасида ишлатилган газларни қайтадан ёқиш усуллари ҳам қўлланиляпти. Карбюраторли двигателлар ва дизелларнинг товуш пасайтиргичларига (глушитель) газларни нейтраллаштирувчи моддалар (нейтрализаторлар) қўйилиб, ишлатилган газлар нейтрализатордан ўтганда заҳарли моддалардан тозаланади.

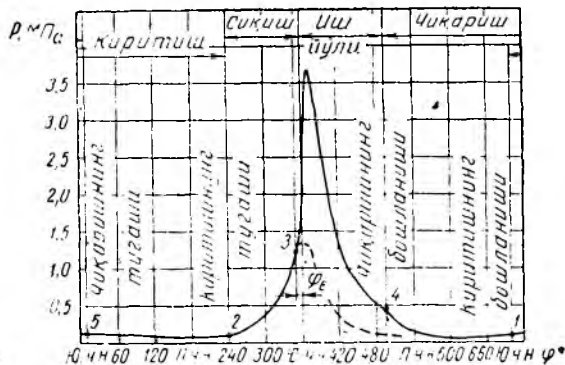
Карбюраторли двигателларнинг асосий камчиликларидан бири, улар нагрукасиз (салт) ишлаганида айниқса кўп миқдорда заҳарли моддалар ажралиб чиқишидир. Бу камчиликни камайтириш мақсадида махсус сийракликни чеклагичлар ўрнатилмоқда. Карбюраторли двигателлар кичик ва ўртача нагрукка билан ишлаганида уларнинг тежамлилиги кескин камаяди. Бу камчиликларни йўқотиш учун ёнилғини аланга (машъал) 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 (юқори босимли насос ва форсунка) тўғри ва пухта ростланган бўлса, заҳарли моддалар жуда кам ажралиб чиқади. Айрим ҳолларда тутунни камайтириш мақсадида дизель ёнилғисига тутунга қарши қўшимча моддалар қўшилади.

#### IV боб

### ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИНИНГ ҲАҚИҚИЙ ЦИКЛЛАРИ

#### 11- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Назарий циклларни анализ қилганимизда иссиқлик циклнинг маълум бир даврида «иссиқ» манбадан берилади деб фараз қилган эдик. Ички ёнув двигателларининг ҳақиқий циклларида 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 процесси содир бўлган цилиндрни ёниш маҳсулотларидан тозалаш ва уни янги ёнувчи аралашма билан тўлдириш лозим. Бунинг учун қўшимча иш сарфланади. Сиқиш ва кенгайиш процессла-



15- расм.

ри ташқи муҳит билан иссиқлик алмашиб содир бўлади, ёни.тғнинг ёниши эса маълум вақт давом этади ва кенгайиш процессида узил-кесил тугайди. Сиқиш ва кенгайиш процессларининг бу характерда кечиш натижасида қўшимча иссиқлик сарфланади.

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

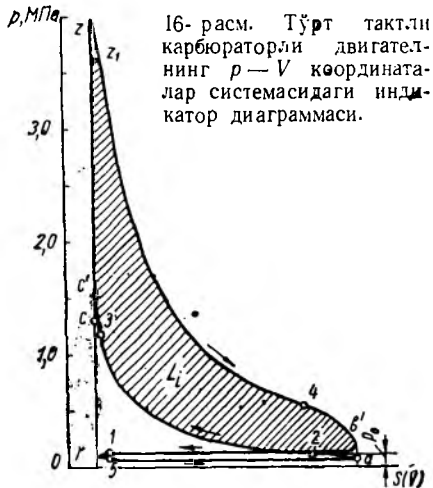
Иссиқликдан фойдаланишнинг мукамаллигини ҳақиқий ва назарий циклларда бажарилган фойдали ишларни ўзаро солиштириб баҳолаш мумкин.

Ҳақиқий цикл давомида бажарилган иш махсус асбоб-босим индикатори ёрдамида аниқланади. Бу асбоб цилиндрдаги босимни цикл давомида тирсакли валнинг айланиш бурчагига мос равишда ўзгариш-ини осциллограф қоғозига  $p - \varphi$  координаталар системасида ёзади (15- расм). Олинган индикатор диаграммадан циклнинг ишини аниқлаш учун уни  $p - V$  координаталар системасида қайта қуриш керак (16- 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.

Реал двигателларда иссиқликдан фойдаланиш эффективлиги индикатор ф. и. к. орқали баҳоланади ва у  $\eta_i$  билан белгиланади:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_1}$$

бу ерда  $L_i$  — индикатор иш;  $Q_1$  — цилиндрга киритилган иссиқлик миқдори.



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

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

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

ёки

$$\eta_i = \frac{AL_i}{Q_1} \quad \text{бўлади,}$$

бу ерда  $A = \frac{1}{427}$  ккал/кГ·м,  $L_i$  — кГ·м ва  $Q_1$  — ккал.

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

$$\eta_0 = \frac{\eta}{\eta_i}$$

билан солиштирилади, Ҳозирги двигателларда  $\eta_0 = 0,65$  — 0,80 га тенг. Демак, ҳақиқий циклларда иссиқликдан фойдаланиш даражаси назарий циклларникига нисбатан паст бўлиб, 65—80% ни ташкил қилади.

## 12- §. ТҶРТ ТАКТЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИШ ЦИКЛИ

Замонавий автомобиль двигателлари икки ва тўрт тактли циклларда ҳамда нағрузка ва тезлик режимларининг кенг қўламда ўзгаришлари билан ишлайди. Қуйида автомобиль двигателларига хос бўлган циклларнинг ишини кўриб чиқамиз.

### Карбюраторли двигатель

Карбюраторли двигателларда тирсақли валнинг айланишлар частотаси 6000—8000 айл/мин га тенг бўлиб, уларнинг циклда иш бажариши учун жуда қисқа вақт (0,15—0,02 с) ажратилган. Шу қисқа вақт ичида цилиндрга ёнувчи аралашма кириши, сиқиш процесси содир бўлиши, ёнилғи буғланиши ва ҳаво билан аралашуши, учқун берилиши, аралашма ёниши, иш бажарилиши ва ишлатилган газлар атмосферага чиқариб юборилиши керак. Циклниң самарадорлигини оширишда ёниш процессига катта аҳамият бериш керак, чунки бу процесс қанчалик тўғри ташкил қилинса, циклда шунча катта иш бажарилади.

15- расмда тўрт тактли карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси  $p - \varphi$  координаталар системасида кўрсатилган. Шу диаграмманиң  $p - V$  координаталар системасида қайта қурилгани 16- расмда кўрсатилган.

Бу двигателда киритиш клапани очила бошлаши (1- нуқта) билан карбюраторда ҳосил бўлган ёнувчи аралашма цилиндр ичига киради ва бу процесс киритиш клапани ёпилганда тугайди (2- нуқта). Бу процесс киритиш процесси деб аталади. Киритиш процесси давомида ҳаво ва ёнувчи аралашма двигателнинг кириш йўлида (ҳаво то-залагич, карбюратор, дроссель-заслонка, киритиш клапани) қаршилиқ-

тарга дуч келади, натижада унинг босими камаяди. Двигатель цилиндрига тушган ёнувчи аралашма илгариги циклдан қолган ёниш маҳсулотлари билан аралашиб иш аралашмасини ҳосил қилади.

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

Сиқиш процесси 2-нуқтадан, яъни киритиш клапани ёпилиши билан бошланади. Иш аралашмасининг температураси иссиқлик берилдиган юзалар (цилиндр, головка, поршень) нинг ўртача температурасидан фарқ қилганлиги учун сиқиш процессида ўзаро иссиқлик алмашилиши содир бўлади. Сиқиш процессининг биринчи даврида иссиқлик цилиндр деворларидан иш аралашмасига берилади, сўнгра сиқиш натижасида иш аралашмасининг температураси ўсади ва иссиқлик аксинча, аралашмадан цилиндр деворларига берилади.

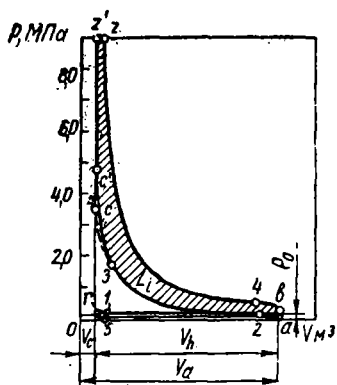
Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси электр учқунни билан ёндирилади. Ёниш бошлангандан сўнг иш аралашмасининг свеча атрофидаги қисми алангалади ва ёниш камераси бўйлаб юқори тезлик ( $30-50$  м/с) билан тарқалади. Аралашманинг асосий массаси поршень ю. ч. н. га яқин (кенгайиш бошланишида) бўлганда ёниб гугаса, яъни ёниш процесси ўзгармас ҳажмда кетса, бу ҳолда иссиқликдан жуда яхши фойдаланилган бўлади ва циклниинг индикатор ф. и. к. ортади. Бунинг учун аралашмани илгарироқ, яъни поршень ю. ч. н. га келмасдан ёндириш керак (3- нуқта). Бундай шароитда ёниш процесси жуда қисқа вақт оралиғида, яъни тирсақли валнинг бурилиш бурчаги ю. ч. н. га  $10...15^\circ$  етмасдан ва ю. ч. н. дан  $15...20^\circ$  ўтиб кетган участка оралиғида содир бўлади, бу ҳолда температура ва босимнинг тез ўзгариши кузатилади.

Кенгайиш процесси (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- нуқта) 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 процесси поршень ю. ч. н. га етгунча давом этади ва чиқариш клапани ёпилиши билан тугайди (5- нуқта). Чиқариш процесси узоқ вақт давом эттишига қарамасдан ( $\sim 260^\circ$ ) цилиндрнинг ичида ишлатилган газларнинг озроқ қисми қолади ва улар қолдиқ газлар коэффицентни билан характерланади.

## Дизель

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



17- расм. Тўрт тактли наддувсиз дизелнинг  $p-V$  координаталар системасидаги индикатор диаграммаси.

Тўрт тактли наддувсиз дизелнинг  $p-V$  координаталар системасидаги индикатор диаграммаси 17-расмда келтирилган. Дизелда киритиш клапани очилганда (1-нуқта) цилиндр ичига фақат ҳаво киради, киритиш процесси поршень ю.ч.н. дан п.ч.н. га етиб келгунча давом этади ва 2-нуқтада, яъни клапан ёпилиши билан тугайди.

Карбюраторли двигателдаги каби дизелда ҳам киритиш клапани ёпилиши билан (2-нуқта) поршень п.ч.н. дан ю.ч.н. га ҳаракат қилганда цилиндр ичиде сиқиш процесси содир бўлади. Бу вақтда киритилган ҳаво билан цилиндр деворлари ўртасида ўзаро иссиқлик алмашилиши кетади. Ёниш камерасига ёнилғини пуркаш поршень ю.ч.н. га яқинлашганида (3-нуқта) бошланади.

Дизель цилиндрига ёнилғини пуркаш поршень ю.ч.н. га  $10... 20^\circ$  етмасдан бошланади. Бу пайтда сиқилган ҳавонинг температураси юқори бўлиб ( $800... 1000^\circ \text{K}$ ), пуркалган ёнилғининг зарралари ҳавога қўшилиши 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 олиш катта аҳамиятга эга. Бундай шароитда ёнилғи пуркаш асбобларига ва ҳавонинг уюрма ҳаракатига бўлган талаб ошади.

Юқори босимли ёнилғи насоси ва кичик тешиклари бўлган форсунка дизелнинг ёниш камерасига ёнилғини майда заррачаларга тўзитиб пуркайди. Сиқилган ҳавонинг уюрма ҳаракати таъсирида иш аралашмаси ҳосил бўлади. Камеранинг қайси қисмида аралашманинг таркиби ёнишга тайёр бўлса, ўша ердан ёна бошлайди ва тезликда бутун камера бўйлаб тарқалади. Цилиндрга пуркалган ёнилғи маълум вақт ўтиши билан ёна бошлайди. Бу давраланганишнинг кечикиш даври дейилади. Бу давр ичиде ҳаво билан ёнилғи аралашishi ва алангаланишига тайёрланади. Демак, дизелда ёниш процесси карбюраторли двигателдагидек содир бўлмайди. Ёниш процессида босим аввал жуда тез кўтарилади ( $c'z'$  участка), сўнгра қисқа вақт давомида ( $z\bar{z}'$  участка) босим деярли ўзгармайди. Ёниш кенгайиш процессида ҳам давом этади ва бу пайтда карбюраторли двигателда бўлгани сингари ёниш маҳсулотлари билан цилиндр деворлари ўртасида иссиқлик алмашинуви содир бўлади. Демак, бу алмашинувда иссиқликнинг бир қисми исроф бўлади, бир қисми эса атмосферага чиқиб кетади. Ишлатилган газларнинг чиқиши чиқариш клапани очилганда 4-нуқтада бошланиб, поршень п.ч.н. дан ю.ч.н. га келгунча давом этади ва клапан ёпилганда (5-нуқтада) тугайди.

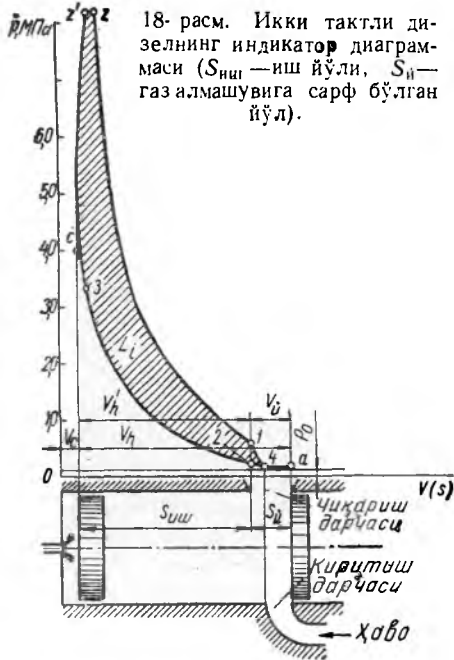


### 13-§. ИККИ ТАКТЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ИШ ЦИКЛИ

18-расмда тирқишлар орқали газ алмашинувчи икки тактли дизелнинг индикатор диаграммаси кўрсатилган. Киритиш процесси 4-нуқтада бошланиб,  $a4$  нуқтагача давом этади. Бу вақт ичида ҳаво компрессордан босим остида цилиндрга киритилади. 2-нуқтадан (чиқариш дарчаси беркитилгандан сўнг) 3-нуқтагача сиқиш процесси содир бўлиб, форсунка орқали ёниш камерасига ёнилғи пуркалади. Сиқиш процессида ёнилғини пуркаш, уни майда зарчаларга тўзатиш, иш аралашмаси ҳосил қилиш, алангалатиш ва ёниш процесси худди тўрт тактли дизелда бўлгани каби ўтади. Кенгайиш процессининг охирида чиқариш дарчалари п. ч. н. га  $40...45^\circ$  етмасдан (1-нуқта) 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-нуқтада компрессор орқали берилётган босимдан кичик бўлиб қолади. Поршень 4-нуқтага келганида ҳаво киритиш дарчаси очилади ва поршеньнинг пастга ҳаракат қилиши натижасида дарчалардан цилиндрга босим остида ҳаво кира бошлайди. Шу пайтда (4a нуқта) чиқариш ва киритиш дарчалари маълум вақт ичида очиқ бўлади, кираётган ҳаво ёниш маҳсулотларини ҳайдайди ва цилиндрни тозалашга ёрдам беради. Поршень п. ч. н. дан ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганида компрессордан цилиндрга ҳаво кириши тўхтайдди (4-нуқта). Лекин бу вақтда ( $a—4—2$  нуқталарда) ҳам ишлатилган газларнинг чиқиши давом этади ва 2-нуқтага келиб тугайди, цикл қайтарилади.

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

Учқун билан ўт олдириладиган двигателлар ҳам икки тактли цикл сингари ишлаши мумкин. Бундай карбюраторли двигателлар айрим мотоциклларда қўлланилади. Лекин уларнинг тежамлилиги тўрт тактли карбюраторли двигателларникига нисбатан ёмон, чунки газларни чиқариш вақтида ёнувчи аралашма ҳам қисман ташқарига чиқиб кетади.



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

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

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

$\frac{V_h}{V_h}$  нисбат иш ҳажмининг газ алмашинувида йўқолган улушини билдиради ва  $\varphi_h$  билан белгиланади. Бу ҳолда ҳақиқий ва геометрик сиқиш даражалари ўртасидаги боғланиш қуйидагича аниқланади:

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

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

## V б о б

### ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИДА СОДИР БЎЛАДИГАН ПРОЦЕССЛАР

Двигателнинг энг катта қуввати, буровчи моменти, унинг тежамлилиги, ейилишга чидамлилиги ва бошқа иш кўрсаткичлари айрим цикл давомида содир бўладиган процессларнинг бориш характерига боғлиқ. Двигателларнинг янги конструкцияларини яратишда тажрибалар орқали аниқланган ва двигателнинг айрим параметрларига ҳамда уларда содир бўладиган процессларга ижобий таъсир кўрсатадиган факторларни ҳисобга олиш зарур.

Қуйида двигателларда содир бўладиган процесслар ва уларга таъсир этувчи факторларнинг анализини кўриб чиқамиз.

#### 14-§. ГАЗ АЛМАШИНИШ ПРОЦЕССИ

##### Киритиш ва чиқариш процессларининг характеристикалари

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

Цилиндр ичига ёнувчи аралашмани ёки ҳавони кўп миқдорда киритиш учун поршень секин ҳаракат қилиши, цилиндрда қолдиқ газлар бўлмаслиги, киритиш клапанларининг кесим юзаларни катта бўлиши, иссиқлик тарқаладиган юзаларнинг температураси ташқи муҳитнинг температурасига тенг бўлиши лозим. Бундай шароитда цилиндрга кирган ҳаво ёки ёнувчи аралашма поршень п. ч. н. га етганида цилиндр ҳажмини тўлиқ қоплайди ва унинг босими ҳамда температура атмосферикига тенглашади.

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

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

бу ерда  $V_a$  — цилиндрнинг тўла ҳажми,  $m^3$ ;  
 $\rho_0$  — ҳавонинг нормал босим ва температурадаги  
 зичлиги,  $kg/m^3$ .

Амалда киритиш процессида юқорида кўрсатилган шароитларни яратиб бўлмайди, чунки реал двигателларда поршень маълум тезликда ҳаракатланади ва цилиндрда албатта қолдиқ газлар бўлади.

19-расмда тўрт тактли карбюраторли двигателнинг киритиш системасида аввал ҳаёо, сўнгра ёнувчи аралашманинг ҳаракат схемаси кўрсатилган. Ҳаёо киритиш системасига ташқи муҳитдан  $p_0$  босим ва  $T_0$  температура билан киради. Ҳаёо таркибида ҳамма вақт чанг заррачалари бўлади ва бундай ҳаёони цилиндрга киритишдан олдин тозалаш зарур. Цилиндр деворлари, поршень ҳалқалари ва Сошқа дегалларнинг тез ейлишига чанг сабаб бўлади. Ҳавони чангдан тозалаш учун ҳаёо тозалагичлар (ҳаёо филтрлари) ишлатилади. Ҳаёо тозалагичларда тозаланган ҳаёо карбюратор диффузоридан катта тезликда ўтиб, тўзигичдан чиқаётган ёнилғи билан аралашади ва ёнувчи аралашма ҳосил қилади.

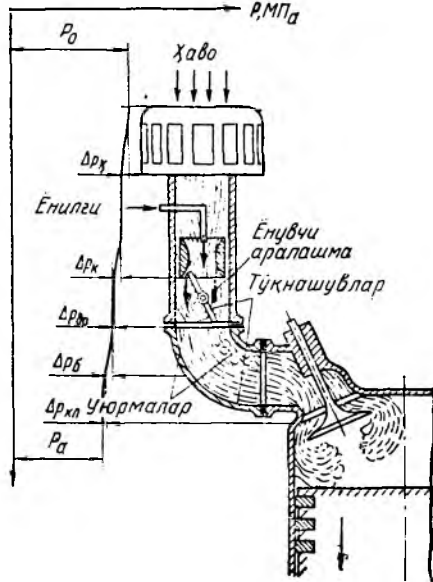
Ҳаёо ёки ёнувчи аралашма двигателнинг киритиш системасида гидравлик қаршилиқларга дуч келиб, гидробланади, натижада ҳавонинг деворлар билан ишқаланиши ва ўзаро ички ишқаланиши кучаяди. Гидравлик қаршилиқлар таъсирида киритиш системасидаги ҳаёонинг босими атмосфера босимидан паст ( $P_a < P_0$ ) бўлади.

Ҳаёо ва ёнувчи аралашманинг киритиш системасидан ўтаётган вақтдаги босимнинг ўзгариш характери 19-расмда тасвирланган.

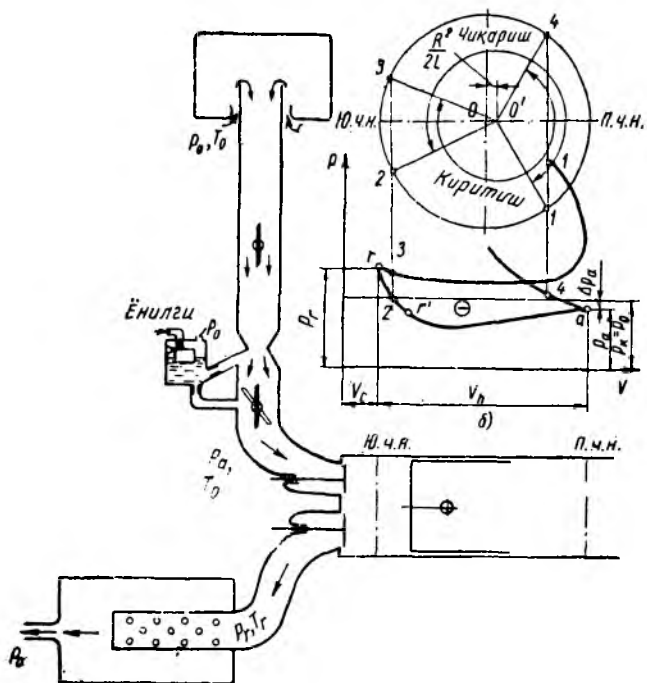
Тўрт тактли карбюраторли двигателда ва наддувсиз дизелда ишлатилган газларни ташқарига чиқариш ва янги зарядни киритиш (газ алмашиниш) процессининг схемаси ҳамда индикатор диаграммалари 20-расмда тасвирланган.

21-расмда бу процесс наддувли дизель учун тасвирланган.

Наддувли дизелда ҳаёо аввал компрессорда  $P_k$  босимгача сиқилади, натижада унинг температураси  $T_k$  гача ошади. Компрессор эса турбина билан ҳаракатга келтирилади. Ишлатилган газлар цилиндрлардан чиқиб ресиверга киради, сўнг ресивердан бир текисда чиқиб турбинани айлантиради. Ресивердаги босим  $P_p$  атмосфера босими  $P_0$  дан катта, лекин  $P_k$  дан кичик бўлади, шунинг учун газ алмашиниш диаграммасининг кўп қисмида чиқариш процессини характерловчи



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



20- расм. Карбюраторли двигатель ва наддувсиз дизелда газ алмашиш процессининг характеристикалари:

*a* — газ алмашиш системасининг схемаси; *b* — газ алмашиш процессининг диаграммаси

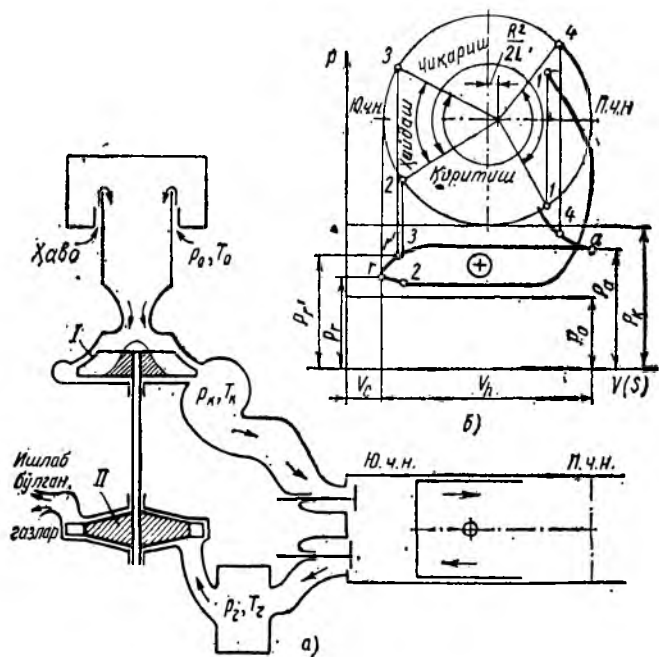
12г чизиқ киритиш чизиғи 3а4 дан пастда жойлашади. Демак, наддувли дизелда газ алмашиш процессида фойдали иш бажарилади.

Наддувсиз дизелда киритиш процессида ҳаво атмосферадан киради ва газ алмашиш процесси 20- расмда кўрсатилгандек бўлади. Фақат гидравлик қаршилиқлар ва шунга мос ҳолда  $\Delta P_n$  нинг миқдори кичик бўлади, чунки дизелда карбюратор ва дроссель-заслонка бўлмайди. Шу сабабли дизелнинг тўлдириш коэффициенти карбюраторли двигательниқидан катта бўлади.

20- расм, *b* ва 21- расм, *b* да газ тақсимлаш фазалари, яъни янги заряд киритиш ва ишлатилган газларни чиқариш процеслари тасвирланган\*. Қиритиш ва чиқариш клапанларининг очилиш ҳамда ёпилиш пайтлари газ тақсимлаш фазалари ва индикатор диаграммаларида бир хил номли нуқталар билан белгиланган.

Зўриқишларни камайтириш учун клапанлар очилиш ва ёпилиш пайтида секин ҳаракат қилиши керак. Акс ҳолда газ тақсимлаш ме-

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



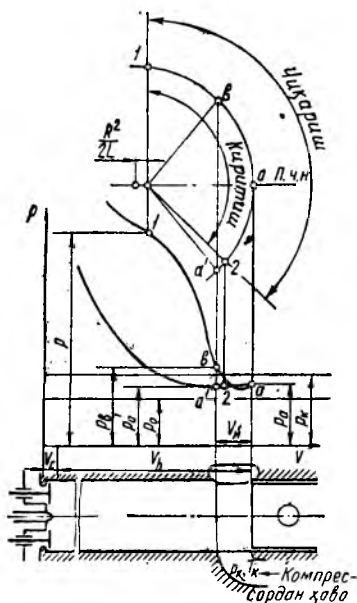
21- расм. Тўрт тактли наддувли дизелда газ алмашиш процесининг характеристикалари:

а — газ турбинали наддувли двигателнинг схемаси; б — газ алмашиш процесининг диаграммаси. I — компрессор; II — газ турбина.

ханизмлари синиши мумкин. Цилиндрни янги заряд билан кўпроқ 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.

Автомобиль ва трактор двигателларида чиқариш клапани поршень п. ч. н. га  $45...70^\circ$  етмасдан очилади (1-нуқта, 20-расм) ва цилиндр ичидаги ёниш маҳсулотлари катта тезлик билан чиқа бошлайди. Бу процесс эркин чиқариш деб аталиб, поршень п. ч. н. га келгунча давом этади. Ёниш маҳсулотларининг қолган қисми поршень ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда ҳайдаб чиқарилади ва тирсакли вал ю. ч. н. дан  $2...25^\circ$  ўтганида чиқариш клапани ёпилади (2-нуқта). Бу нуқтада чиқариш процесси тугайди. Киритиш клапани чиқариш процесининг охирида поршень ю. ч. н. га  $5...20^\circ$  етмасдан очилади (3-нуқта). Шундай қилиб, маълум вақт давомида (3r2 нуқталар оралигида) иккала клапан очиқ ҳолагда бўлади. Клапанларнинг бундай ишлаши тўлдириш процессига ижобий таъсир кўрсатади.

Киритиш клапани барвақт очилгани учун цилиндр ичидаги ишлатилган газлар янги заряд ёрдамида ҳайдалади. Бундан ташқари, ишлатилган газлар ҳайдалганда тезлик билан ташқарига чиққани учун поршень ю. ч. н. томон ҳаракатланса ҳам газлар ўз инерцияси билан ташқарига чиқишда давом этади. Бу пайт киритиш клапанларининг



22-расм. Икки тактли дизелда газ алмашиниш процессининг характеристикаси.

клапанлари томон ҳаракат қилиб, ишлатилган газларни ҳайдаб чиқаради ва унинг бир қисми ишлатилган газлар билан атмосферага чиқиб исроф бўлади. Чиқариш клапанлари поршень ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганида 2-нуқтада ёпилади. Бу пайтда ҳаво киритиш дарчалари очиқ бўлади ва ҳавонинг цилиндрга кириши дарчалар ёпилгунча ( $a'$  нуқта) давом этади, чунки цилиндрдаги босим компрессордаги босимдан кичик.

### Газ алмашиниш процессларини характерловчи параметрларни аниқлаш

**Босим  $P_a$  ва  $P_r$ .** Киритиш процессини анализ қилиш шуни кўрсатадики, гидравлик қаршиликлар таъсириде цилиндр ичидаги босим маълум вақтдан сўнг атмосфера босими  $P_0$  дан (наддувсиз двигателда) ёки компрессордаги босим  $P_k$  дан (наддувли двигателда)  $\Delta P_a$  миқдорга камаяди, яъни  $P_a$  га тенг бўлади. Тажрибаларнинг кўрсатишишича, босимнинг сарфи  $\Delta P_a$  заряд ҳаракати тезлигига, киритиш системаси юзларнинг ишланиш сифатига, бурилгишлар мавжудлигига-дрессель-заслонкани  $\gamma$  ҳолатига, айланишлар частотасига боғлиқ бўлиб, ҳар хил двигателлар учун қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta P_a = (0,01 \quad 0,02) P_0, \text{ МПа.}$$

Наддувсиз двигателда  $P_k = P_0$  ва  $\rho_k = \rho_0$  бўлади. Ҳисоблашларни содаллаштириш мақсадида киритиш ва чиқариш процесслари п. ч. н. ва ю. ч. н. да тугайди деб фараз қилинади. Бу ҳолда цилиндр ичидаги ( $a$  нуқтадаги) босим наддувли двигателлар учун  $P_a = P_k - \Delta P_a$

бўлади. Наддувсиз двигателлар учун эса  $P_a = P_o - \Delta P_a$  бўлади. Тажрибаларнинг кўрсатишича наддувсиз тўрт тактли двигателларда  $P_a = (0,8... 0,9) P_o$ ; наддувли двигателларда  $P_a = (0,90... 0,96) P_k$ ; икки тактли тезюар двигателлар учун:

$$P_a = (0,85... 0,98) P_k.$$

Чиқариш процесси охиридаги босим наддувсиз двигателлар учун

$$P_r = 0,11... 0,125 \text{ МПа бўлади.}$$

Демак, киритиш процессида цилиндр ичидаги босим ташқаридаги босимдан кичик бўлади, шунинг учун цилиндрга кирган заряднинг зичлиги ва, бинобарин, масса миқдори ҳам кам бўлади. Цилиндр ичидаги ҳавонинг ёки ёнувчи аралашманинг зичлиги характеристик тенгламалар орқали қуйидагича топилади:

$$\rho_a = \frac{P_a}{RT_a} \quad \text{ва} \quad \rho_o = \frac{P_o}{RT_o},$$

бу ерда

$$P \text{ — Н/м}^2; R \text{ — Ж/(кг.град).}$$

Зичликларнинг ўзаро боғланиши қуйидагича ифодаланади

$$\rho_a = \rho_o \frac{P_a}{P_o}$$

Демак,  $P_a$  босимда ва  $T_a$  температурада заряднинг массаси

$$G = \rho_a \cdot V_a = \rho_o V_a \cdot \frac{P_a}{P_o}$$

бўлади.

Заряд массасининг гидравлик қаршиликлар таъсирида камайиши:

$$\Delta G = G_o - G = \rho_o V_a - \rho_o V_a \cdot \frac{P_a}{P_o} = \rho_o V_a \left(1 - \frac{P_a}{P_o}\right).$$

**Киритиш процесси давомида заряднинг қизиши.** Двигателни ишга туширишни осонлаштириш учун цилиндрга кираётган зарядни озроқ қиздириш талаб этилади. Шу мақсадда чиқариш трубалари киритиш трубаларига яқин жойлаштирилади. Натижада қиритиш 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 аралашishi натижасида ҳам масса миқдори камаяди. Двигателнинг иш режимларида цилиндр ва головка 150... 200 °С гача қизийди. Ташқи муҳитдан кираётган ҳавонинг температураси головка ва цилиндр температурасидан анча кам бўлгани учун киритиш процессида ҳаво  $\Delta T^\circ$  га қизийди, зичлиги эса камаяди. Демак, тўлдириш бошида заряд қизиб унинг температураси

$$T'_o = T_o + \Delta T$$

га тенг бўлади.

Тўлдириш процесси охирида заряднинг зичлиги (гидравлик қаршиликлар ва қизишни ҳисобга олсак) қуйидагича аниқланади:

$$\rho'_a = \frac{P_a}{RT'_o}$$

ёки атмосфера шароитларига тааллуқли параметрлар орқали ифодаласак:

$$\rho'_a = \rho_o \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T'_a}$$

бўлади.

Цилиндрга кирган янги заряднинг миқдори:

$$G' = \rho_0 V_a \frac{P_a T_0}{P_0 T_0'}$$

Юқорида келтирилган сабабларга биноан заряд массасининг камайиши:

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

Заряднинг қизиш миқдори  $\Delta T$  двигателнинг нагрукасига, кириш процессининг давоматига, чиқариш трубаларининг жойлашишига ва атмосфера температурасига боғлиқ.

Карбюраторли двигателларда ёнилғини тезроқ буғлантириш мақсадида киритиш трубаларини махсус қиздирилади, чунки бу ёниш процессининг эффектив ўтишини яхшилайти. Аммо, двигатель цилиндрини янги заряд билан кўпроқ тўлдириш учун киритиш даврида зарядни камроқ қиздиришга ҳаракат қилиш керак. Агар заряд кўпроқ қиздириб юборилса, цилиндрини янги заряд билан тўлдириш ёмонлашади, шунинг учун зарядга фақат ёнилғини 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 қолдиқ газлар. Маълумки, чиқариш процесси давомида ишлатилган газларни ҳайдаб чиқариб янги заряд кириш керак. Лекин ҳақиқий циклларда газ тақсимлаш фазаларининг тўғри танланганлигига қарамасдан ишлатилган газларнинг бир қисми, яъни қолдиқ газлар цилиндр ичида қолади. Бу камчилик асосан наддувсиз двигателларга тааллуқлидир.

Цилиндрнинг янги заряд билан тўлиш даражасига ишлатилган газларнинг таъсири қолдиқ газлар коэффициентини  $\gamma_{\text{кол}}$  билан характерланади. Қолдиқ газлар миқдори  $M_r$  нинг янги заряд миқдори  $M_1$  га бўлган нисбати қолдиқ газлар коэффициентини деб аталади;

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

бу ерда  $M_r$ ,  $G_r$  — қолдиқ газлар миқдори, кмоль ва кг;

$M_1$ ,  $G_1$  — янги заряд миқдори, кмоль ва кг.

Қолдиқ газлар коэффициентининг қиймати двигатель турига ва, асосан, унинг сиқиш даражасига боғлиқ. Ҳанча катта бўлса, қолдиқ 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, нагрукка камайиши билан қолдиқ газлар миқдори ошиб кетади.

Икки тактли дизелларда цилиндрини 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 қийматиға двигателларнинг тезлик режими ҳам таъсир қилади. Карбюраторли двигателларда дроссель-заслонка тўла очилганда  $\gamma_{\text{кол}}$  минимал қийматга эга бўлади. Двигателнинг айланишлар частотаси ошиши билан янги заряд миқдори  $G_1$  камайди ва  $\gamma_{\text{кол}}$  кўпаяди.

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

**Газ алмашиниш процесси охиридаги температура.** Газ алмашиниш процессининг боришига юқорида кўриб ўтилган факторлар алоҳида-алоҳида эмас, балки комплекс таъсир қилади. Тўрт тактли двигателларда ишлатилган газларни чиқариш киритиш процесси бошлангандан кейин тугалланса ҳам, янги заряд қолдиқ газларнинг кенгайиши натижада улар билан аралашиб цилиндр деворларига тегиб қизийди. Қўқорида 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 қолдиқ газларникидан паст бўлади. Бу температуранинг иссиқлик балансига асосланиб аниқлаш мумкин. Иссиқлик баланси янги заряд ва қолдиқ газлар учун уларнинг бири-бири билан аралашгандан кейинги ва аралашмасдан олдинги ҳолатлари учун тузилади. Иссиқлик баланси шартларига биноан:

$$Q_{\text{ар}} = Q_{\text{аз}} + Q_r = c_p G_1 \cdot T'_o + c'_p G_r \cdot T_r = c_{\text{рар}} (G_1 + G_r) \cdot T$$

бу ерда  $Q_{\text{аз}}$  — янги заряднинг иссиқлик миқдори;

$Q_r$  — қолдиқ газларнинг иссиқлик миқдори.

$c_{\text{рар}}, c_p, c'_p$  — иш аралашмаси, янги заряд ва қолдиқ газларнинг ўзгармас босимдаги солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = c'_p = c_{\text{рар}}$  деб қабул қилинади.

$T_a$  — иш аралашмасининг киритиш процесси охиридаги температураси.

Тенгламанинг ўнг ва чап қисмларини  $G_1$  га бўлиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$T'_o + \frac{G_r}{G_1} \cdot T_r = \left(1 + \frac{G_r}{G_1}\right) T_a;$$

бу ерда  $\frac{G_r}{G_1} = \gamma_{\text{кол}}$  эканини ҳисобга олсак, у ҳолда киритиш процесси охиридаги температура қуйидагича аниқланади:

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

Тўрт тактли карбюраторли двигателларда ва наддувсиз дизелларда  $T'_a = 310 \dots 350^\circ \text{K}$ ; наддувли ва икки тактли двигателларда  $T'_a = 320 \dots 400^\circ \text{K}$ .

Тажрибаларнинг кўрсатишича  $\gamma_{\text{кол}}$  ва  $\Delta T$  ларнинг қиймати қанча катта бўлса, киритиш процесси охирида заряднинг температураси ҳам шунча ортади. Бу эса цилиндрга кираётган янги заряднинг зичлигини камайтиради, натижада тўлдириш коэффициенти ва цилиндрга

кираётган заряднинг миқдори камаяди. Чиқариш процесси охиридаги ишлатилган газларнинг температураси  $T_r$  тажриба йўли билан аниқланган бўлиб, карбюраторли двигателлар учун  $T_r = 900 \dots 1000^\circ \text{K}$ , дизеллар учун эса  $T_r = 700 \dots 900^\circ \text{K}$ .

**Тўлдириш коэффициенти.** Двигатель цилиндрини янги заряд билан тўлдириш сифати тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  билан белгиланади. Двигатель цилиндрига кирган янги заряд ҳақиқий миқдори  $G_1$  нинг атмосфера шароитларида ( $p_o, T_o$ ) двигателнинг иш ҳажми  $V_h$  га жойланиши мумкин бўлган заряд миқдори  $G_o$  га нисбати тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  деб аталади.

$$\eta_v = \frac{G_1}{G_o}$$

Ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида бундан кейин суяқ ёнилғида ишловчи ҳамма типдаги двигателлар учун янги зарядни ҳавонинг иборат деб ҳисоблаймиз.

Оқорида айтиб ўтганимиздек, наддувсиз тўрт тактли двигателларда киритиш процессида ҳаво атмосферадан  $P_o$  босим ва  $T_o$  температурада сўрилади. Икки тактли ва тўрт тактли наддувли автомобиль двигателларида цилиндрга ҳаво компрессордан киргани учун унинг босими  $P_k$  ва температураси  $T_k$  бўлади.

Нормал атмосфера шароитлари учун:

$$G_o = \frac{P_o V_h}{R_o T_o}$$

бўлади, бу ерда  $R_o$  — ҳавонинг газ доимийси.

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

$$G_1 + G_r = \frac{P_a V_a}{R_{ap} T_a}$$

ёки

$$G_1 (1 - \gamma_{\text{қол}}) = \frac{P_a V_a}{R_{ap} T_a};$$

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

Бу ҳолда тўлдириш коэффициенти қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\eta_v = \frac{G_1}{G_o} = \frac{P_a V_a}{R_{ap} T_a} \cdot \frac{1}{1 + \gamma_{\text{қол}}} \cdot \frac{R_o T_o}{P_o V_h}$$

$\frac{V_a}{V_h} = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1}$  эканлигини ҳисобга олиб,  $\eta_v$  ни қуйидагича ифодалаймиз:

$$\eta_v = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_a (1 + \gamma_{\text{қол}})}$$

Икки тактли ва наддувли двигателлар учун  $T_o = T_k$  ва  $P_o = P_k$

Лекин

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

эканлигини ҳисобга олсак, юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_v = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_o + \Delta T + \gamma_{\text{кол}} T_r}$$

Тўлдириш коэффициентини аниқроқ ҳисоблаш учун қўшимча заряд киритиш коэффициенти  $\phi_1$  ни ҳисобга олиш зарур, чунки  $\eta_v$  нинг ифодаси газ тақсимлаш фазаларини ҳисобга олмасдан ҳисобланган эди. Бу ҳолда тўлдириш коэффициенти қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_v = \phi_1 \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_o + \Delta T + \gamma_{\text{кол}} T_r}$$

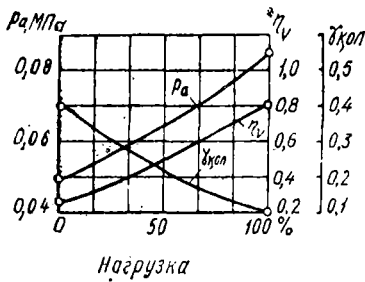
бу ерда  $\phi_1 = 1,05$  1,1. Двигателда қўшимча заряд киритиш, яъни киритиш клапаннинг кечроқ ёпилиш даври қанча катта бўлса,  $\phi_1$  ҳам шунча катта бўлади.

#### 15-§. ТЎЛДИРИШ КОЭФФИЦИЕНТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ФАКТОРЛАР

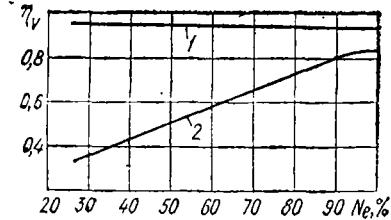
Юқорида келтирилган тенгламалардан кўриниб турибдики, тўлдириш коэффициентига асосан, киритиш процесси бошидаги ва охиридаги босим  $P_k$  ва  $P_a$  лар таъсир кўрсатади. Лекин температура  $T_a$ , заряднинг қизиши  $\Delta T$ , қолдиқ газлар коэффициенти  $\gamma_{\text{кол}}$ , температура  $T_r$  ва сиқиш даражаси  $\epsilon$  ларнинг таъсирини ҳисобга олиш зарур.  $P_a$  катта бўлса, тўлдириш коэффициенти ҳам катта бўлади. Тоғли районларда тўлдириш коэффициентининг кичик бўлишига асосий сабаб  $P_o$  нинг кичиклигидир. Тўлдириш коэффициентига қуйидагилар таъсир кўрсатади: киритиш трубаи ички юзасининг ҳолати; тирсаклар (бурилишлар); ҳаво тозаллагичининг конструкцияси ва жойлашиши (капотнинг ичда ёки ташқарисида); газ тақсимлаш фазалари; атмосферанинг температураси ва босими; қолдиқ газлар миқдори; киритиш трубаининг жойлашиши.

**Нагрузка.** Карбюраторли двигателларда тирсакли валнинг айланишлар частотаси нагрузкага мос ҳолда ўзгаради. Лекин нагрузканинг тўлдириш коэффициентига таъсирини текшириш учун айланишлар частотаси ўзгармас бўлиши шарт. Синаш стендларида двигателнинг айланиш частотасини реостат ёрдамида ўзгартирмасдан сақланади. Бу ҳолда нагрузка дроссель-заслонканинг ҳолатини ўзгартириш билан, яъни цилиндрга кирувчи ёнувчи аралашманинг миқдори билан ўзгартирилади.

Двигателнинг ўзгармас айланишлар частотасида энг кўп қувват ҳосил қилиш учун дроссель-заслонкани тўда очиш керак. Бундай шароитда двигатель цилиндрига энг кўп миқдорда ёнувчи аралашма киради ва тўлдириш коэффициенти максимал,  $\gamma_{\text{кол}}$  эса минимал қийматга эга бўл ди.



23- расм. Карбюраторли двигатель учун  $P_a$ ,  $\gamma_{кол}$  ва  $\eta_v$  ларнинг нагрузкага боғлиқлиги.



24- расм. Тўлдириш коэффициентининг нагрузкага боғлиқлиги:

1 — тўрт тактли  $D = 108$  дизели ( $n = 1050$  айл/мин); 2 — карбюраторли ЗиЛ-130 двигатели ( $n = 1000$  айл/мин).

Двигатель кичик нагрузкада ишлаши учун дроссель-заслонка кам очилади. Бунда киритиш системасидаги гидравлик қаршиликлар кўпайиб,  $P_a$  босим пасаяди, натижада тўлдириш коэффициенти ҳам камаяди.

Карбюраторли двигателнинг нагрузкасига босим  $P_a$ , қолдиқ газлар коэффициенти  $\gamma_{кол}$  ва тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  нинг (дроссель-заслонканинг ҳолатига) боғлиқлиги 23-расмда кўрсатилган.

Дизелнинг нагрузкасини ўзгартириш учун цилиндрга маълум миқдорда ёнилги пуркаш керак. Дизелларнинг киритиш системасида цилиндрга келаётган ҳаво миқдорини ўзгартирувчи ҳеч қандай мослама йўқ. Шунинг учун дизелларда тирсакли валнинг айланишлар частотаси ўзгармас бўлса, киритиш системасидаги гидравлик қаршиликлар ҳам ўзгармай қолади. 24-расмда турли двигателлар учун нагрузканинг тўлдириш коэффициентига таъсири кўрсатилган.

Дизелларда нагрузка ортиши билан тўлдириш коэффициентининг қиймати (1-чизиқ) фақат ҳавонинг қизиши  $\Delta T$  таъсир қилади. Бунда тўлдириш коэффициентининг қиймати камаяди. Карбюраторли двигателларда эса (2-чизиқ) аксинча, нагрузка ортиши билан тўлдириш коэффициенти ортади. Дизелларда  $\eta_v$  нинг бундай ўзгариши қуйидагича тушунтирилади: нагрузка ортиши билан цилиндр девори, поршень туби, цилиндрлар головкасининг температураси ҳам ортади. Бу эса ўз навбатида цилиндрга кираётган ҳавони кўпроқ қизишига олиб келади ва натижада тўлдириш коэффициенти бир оз пасаяди.

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,  $\Delta P_a$  ҳам шунча катта бўлади, бу эса  $P_a$  босимнинг пасайишига олиб келади. Худди шундай ҳол чиқариш системасида ҳам кузатилади. Айланишлар частотаси ортиши билан қолдиқ газлар босими  $P_r$  ва унинг миқдори  $M_r$  ортади.

Тезлик режими ортганда  $\Delta T$  (зарядни қиздириш) камаяди, чунки заряднинг иссиқ деворга тегиб ҳаракат қилиш вақти қисқаради. Шу сабабдан  $\Delta T$  нинг  $\eta_v$  га таъсири нисбатан камдир.

Ҳар бир двигатель 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. 25-расмда карбюраторли двигатель ва дизель учун тўлдириш коэффициенти билан айланишлар частотаси орасидаги боғланиш кўрсатилган. Ҳар иккала двигатель учун ҳам тўлдириш коэффициенти энг катта қиймати маълум бир айланишлар частотасига мос келади. Двигателнинг айланишлар частотаси камайиши билан тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  ҳам камаяди.

Бунни 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 поршень ҳалқалари орқали ўтиб йўқолиши кўпаяди.

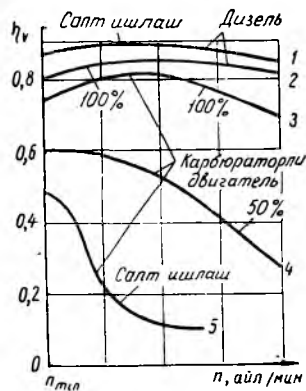
25-расмдан кўриниб турибдики, дизелларда тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  (1- ва 2-эгри чизиқлар) карбюраторли двигательларникига (3, 4, 5-эгри чизиқлар) қараганда бирмунча юқори бўлиб, тезлик ва нагрузкага қараб кам ўзгаради.

Карбюраторли двигательларнинг асосий камчиликларидан бири шунки, дроссель-заслонка беркитила бориши билан (нагрузка камайганда) қаршиликлар ошиб, тўлдириш коэффициенти тез камайиб кетади (4-ва 5-эгри чизиқлар). Карбюраторли двигательларда тўлдириш коэффициенти айланишлар частотасига бундай боғлиқлиги натижасида нагрузка пасайиши билан тирсакли валнинг максимал айланишлар частотаси қиймати чекланади, яъни двигатель ҳаддан ташқари катта тезликда ишлашдан сақланади ва энг кам айланишлар частотасида двигательнинг салт ишлаши таъминланади.

Дизелларда нагрузка пасайиши билан тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  ошиб кетиб, дизель ҳаддан ташқари катта тезликда ишлаши мумкин. Бу эса дизелнинг асосий камчилигидир.

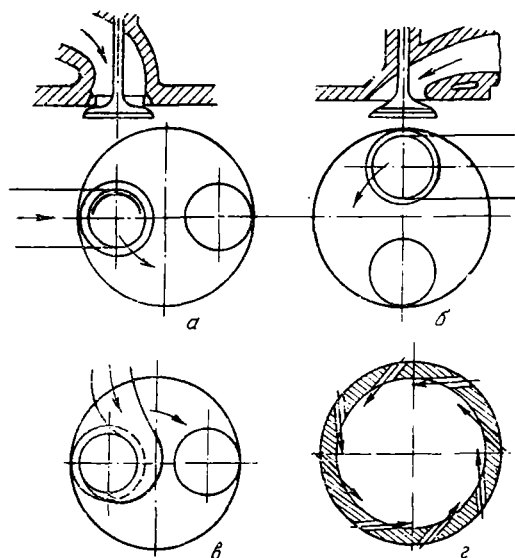
С: қиш даражасининг ортинчи ёки камайиши натижасида двигатель цилиндридаги зарядни қиздириш шароити  $\Delta T$  ҳамда қолдиқ газлар миқдори  $M$ , ва температураси  $T$ , ўзгаради. Масалан, сиқиш даражаси ортганда  $\Delta T$  ортади, лекин  $M$ , ва  $T$ , камаяди. Натижада бу факторларнинг алоҳида таъсири ўзаро йўқолади. Тажрибалар тўлдириш коэффициенти умуман сиқиш даражасига боғлиқ эмаслигини кўрсатади.

Агар двигатель катта диаметрли цилиндрга эга бўлса, унга катта диаметрли киритиш ва чиқариш трубалари ҳамда клапанлар ўрна-



25-расм. Двигатель вали айланишлар частотасининг  $\eta_v$  га таъсири.

тиш мумкин. Бу эса киритиш процессида зарядни кичик тезликда ҳаракатланишини таъминлайди. Натижада гидравлик қаршиликлар камайиб, тўлдириш коэффициенти ошади. Поршеннинг ўртача тезлиги кичик бўлса, цилиндрга заряд кўпроқ тушади. Шу сабабдан поршень йўли цилиндр диаметридан кичик бўлган ( $S/D < 1$ ) двигателлар кўпроқ ишлатилади. Бундай двигателларнинг афзалликларидан бири шуки, нисбатан катта цилиндрлар головкасига катта диаметри клапанларни жойлаштириб



26- расм. Заряднинг айланма ҳаракатини ҳосил қилувчи мосламалар:

а — клапанда ширма бўлган канал; б — тангенциал канал; в — «кулитка» шаклли канал; г — тангенциал тешикли гильза.

тўлдириш коэффициенти ошириш мумкин. Бундан ташқари махсус шаклли киритиш каналлари иш аралашмасининг цилиндр ичига йўналтирилган ҳаракатда бўлиши учун имконият ярагади. Бу эса аралаштириш процессларини яхши ташкил қилишга олиб келади.

Газ тақсимлаш фазаларининг тўлдириш коэффициенти таъсири  $\varphi_1$  ва  $\varphi_2$  коэффициентлар орқали белгиланади. Бу ҳолда  $\eta_v$  қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$\eta_v = \varphi_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + \gamma_{\text{кол}} T_r}$$

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  $\varphi_1$  — 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 (20-расм, а 4-чизик).

Автомобиль двигателларининг газ тақсимлаш фазалари

5-жадвал

Двигателлар	Киритиш кла		Чиқариш к		Очиқ ҳолатнинг давомлилиги, град.		Клапанларнинг бараварига очиқ ҳолати, град.
	очишлигининг бошланғичи, ю. ч. н. гача	туўлиқ ёпилиши, п. ч. н. дан сўнг	очишлигининг бошланғичи, ю. ч. н. гача	туўлиқ 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°
Д 37 Е	16°	40°	40°	16°	236°	236°	32°
СМД — 14	17°	56°	56°	17°	253°	253°	54°

$\varphi_2$  — цилиндрни ҳаво ёрдамида қолдиқ газлардан тозалаш коэффициенти. Бу коэффициент поршень ю. ч.  $\xi$ . атрофида бўлганида (иккала клапаннинг бараварига очиқ ҳолатида) цилиндрни қўшимча тозаланишини ҳисобга олади.

Тўрт тактли двигателлар учун қолдиқ газлар коэффициентини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_r} \frac{P_r}{\epsilon P_a - P_r}$$

Айланишлар частотаси кенг чегарда ўзгарувчи автомобиль двигателларининг турли тезлик режимларида тажриба йўли билан танланган газ тақсимлаш фазалари тўлдириш коэффициентининг оптимал қийматларини олишга имкон бермайди. Шу сабабдан газ тақсимлаш фазалари танланадиган айланишлар частотаси двигателни эксплуатация қилишда қўйиладиган талабларга боғлиқ бўлади.

5-жадвалда айрим автомобиль ва трактор двигателлари учун газ тақсимлаш фазалари келтирилган.

**Газларнинг тебранма ҳаракати.** Киритиш ва чиқариш процесси давомида трубаларда газларнинг тебранма ҳаракати вужудга келиб, босим тўлқинлари ҳосил бўлади. Газларнинг тебранма ҳаракатидан цилиндрга кираётган янги заряд массасини кўпайтириш учун фойдаланилади. Масалан, чиқариш трубасининг узунлигини шундай танлаш мумкинки, бунда чиқариш процесси охирида чиқариш системасида сийраклик ҳосил бўлади, цилиндрдан ишлатилган газларнинг кўп қисми чиқиб кетади ва натижада  $\gamma_{\text{кол}}$  камаяди. Шунда двигатель цилиндрга янги заряд кўпроқ киради. Киритиш трубасининг узунлигини ҳам шундай танлаш мумкинки, бунда киритиш клапани олдидаги босим атмосфера босимидан юқсри бўлиб қолади, цилиндрга эса кўпроқ янги заряд киради.

Цилиндрга кираётган янги заряд массасини бундай кўпайтириш усули «инерцион наддув» дейилади. Бундай двигателларда тўлдириш коэффициентини  $\eta_v$  1 дан катта бўлади.

5-мисол. Карбюраторли двигателлар учун тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  ва киритиш процесси 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  $T_0$ ,  $\Delta T$  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  $20^\circ$ .  $T_0 = 288$  ва  $310^\circ\text{K}$  ҳамда  $P_a = 0,79$  ва  $0,85\text{кг/см}^2$ .

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

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

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

Тўлдириш коэффициенти:

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

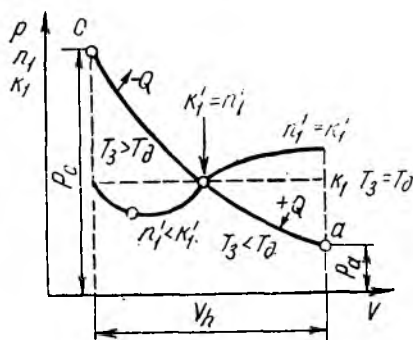


$$2) \eta_v = 1,05 \frac{8,8}{8,8-1} \frac{0,79}{1,0} \frac{310}{365} = 0,796$$

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

## 16-§. СИҚИШ ПРОЦЕССИ

Наддувли ва наддувсиз тўрт тактли двигателларда киритиш клапанлари беркитилгандан кейин, икки тактли двигателларда эса газ алмашув процесси тугагандан сўнг поршень цилиндра ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда сиқиш процесси содир бўлади. Цилиндрга кирган янги заряднинг температураси ва босими сиқиш натижасида ортади. Сиқиш даражаси карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши билан, дизелларда эса дизель ёнилгисининг ўз-ўзинга алаңгалиниш температураси билан чекланган бўлади. Шу



27- расм. Ҳақиқий циклда сиқиш процессининг кетиш характери.

рўсда кўрсатилган. Сиқиш процессининг биринчи даврида заряднинг температураси цилиндр деворлари, головкаси ва поршень тубининг температурасидан паст бўлгани учун заряд қизийди. Поршеннинг ю. ч. н. га томон ҳаракати давомида заряд тобора кўпроқ сиқилади ва унинг температураси  $T_3$  ҳамда цилиндр деворларининг ўртача температураси  $T_d$  орасидаги фарқ камайиб боради. Поршеннинг маълум бир нуқтасида заряд  $v_1$  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 сиқилган заряддан цилиндр деворларига иссиқлик ўта бошлайди. Заряд температурасининг ўзгаришига мос равишда политропа кўрсаткичи ҳам ўзгаради. Сиқишнинг биринчи даврида  $n_1 > \kappa$ , иккинчи даврида  $n_1 = \kappa$ , учинчи даврида эса  $n_1 < \kappa$  бўлади. Лекин ҳисоблашларда ўзгарувчан политропа кўрсаткичи ишлатилмасдан, унинг ўртача қиймати қўлланилади. Бу ҳолда сиқиш процесси охиридаги

сабабли сиқиш процесси охирида заряднинг температураси ва босими маълум чегарада бўлади. Дизелларда сиқиш процесси охирида температура ва босимнинг ошиши билан циклниң унумдорлиги ошадди ҳамда иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади.

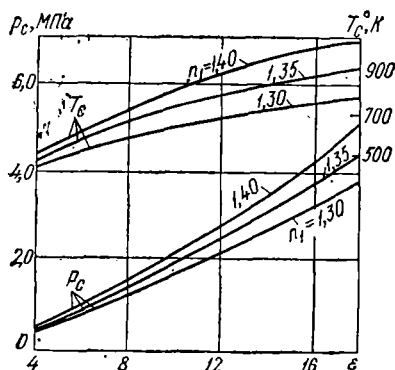
Сиқиш процесси охирида цилиндрдаги заряднинг уярма ҳаракатини тезлаштириш учун ёниш камераси, киритиш каналлари ва клапанлари махсус шаклда тайёрланади.

Ҳақиқий циклда сиқиш процессининг содир бўлиш характери 27-

(C нуқтада) температура ва босимни политропа тенгламаси  $PV^{n_1} = \text{const}$  орқали аниқлаш мумкин:

$$P_c = P_a \left( \frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1} \text{ ва } \left( \frac{T_c}{T_a} \right) = \left( \frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1-1}$$

аммо  $\frac{V_a}{V_c} = \epsilon$  бўлгани учун  $P_c = P_a \epsilon^{n_1}$  ва  $T_c = T_a \epsilon^{n_1-1}$  бўлади. 28-расмда сиқиш процесси охиридаги босим  $P_c$  ва температура  $T_c$  нинг



28-расм. Сиқиш процесси охиридаги босим  $P_c$  ва температура  $T_c$  нинг  $\epsilon$  га боғлиқлик графиги ( $n_1$  нинг ҳар хил қийматларида).

$\epsilon$  ва  $n_1$  га боғлиқлиги тасвирланган. Автомобиль двигателларида қўлланиладиган сиқиш даражалари  $\epsilon$  сиқиш процесси охиридаги босим ва температура ҳамда политропа кўрсаткичи  $n_1$  б-жадвалда келтирилган.

Мисол. Сиқиш даражаси  $\epsilon = 8$  ва политропа кўрсаткичи  $n_1 = 1.34$  бўлган карбюраторли двигатель учун киритиш процесси охиридаги икки хил температура  $T_a = 335^\circ\text{K}$ ;  $365^\circ\text{K}$  ва босим  $P_a = 0,085$ ;  $0,079$  МПа учун, сиқиш процесси охиридаги температура  $T_c$  ва босим  $P_c$  аниқлансин.

$$1) P_c = P_a \cdot \epsilon^{n_1} = 0,085 \cdot 8^{1,34} = 1,38 \text{ МПа}$$

$$2) P_c = P_a \cdot \epsilon^{n_1} = 0,079 \cdot 8^{1,34} = 1,263 \text{ МПа}$$

Сиқиш процесси охиридаги температура:

$$1) T_c = T_a \cdot \epsilon^{n_1-1} = 335 \cdot 8^{0,34} = 680^\circ\text{K}$$

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

Демак, Ўрта Осиё иқлим шароитига мос температурада  $P_c$  ва  $P_a$  босимлар пасаяр экан, сиқиш процесси охиридаги температура эса ортади. Бу дизелларда ёниш процессини яхшилашга олиб келса, карбюраторли двигателларга салбий таъсир қилиши мумкин.

б-жадвалда ички ёнув двигателларида қўлланиладиган сиқиш даражалари ва сиқиш процессининг параметрлари келтирилган.

б-жадвал

Двигатель тури			$P_c$ МПа	$T_c$ °К
Карбюраторли	6—9	1,3—1,37	0,57—0,16	600—750
Дизеллар:				
ажратилмаган камерали	16—17	1,34—1,38	3,88—5,88	800—1050
ажратилган камерали	18—21	1,34—1,40	2,81—4,20	700—900
газли	5—10	1,3—1,37	0,55—1,1	480—650

## 17-§. УЧҚУН БИЛАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ДВИГАТЕЛЛАРДА ЁНИШ ПРОЦЕССИ

### 1. Умумий маълумотлар

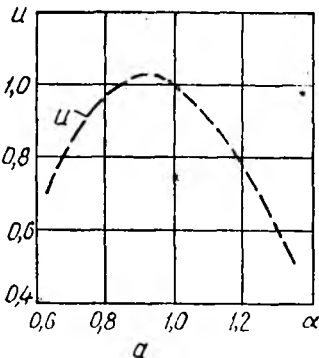
Ички ёнув двигателларининг ёниш камерасида иш аралашмаси ёнганида ёнилгининг химиявий энергияси иссиқлик энергиясига айланади ва натижада механикавий иш бажарилади. Бундай ўзгаришлар поршень ю. ч. н. атрофида бўлганида, яъни маълум вақт оралиғида юз беради.

Ёниш процессининг самарадорлигига бир қанча факторлар, жумладан, аралашманинг таркиби, уни ҳосил қилиш усули ва ёнилги ёндиришни илгарилатиш бурчаги, двигателнинг нагрукаси ва айланишлар частотаси, ёниш камерасининг шакли, сиқиш даражаси ва бошқалар таъсир этади. Шунинг учун ёниш процессини карбюраторли двигателлар ва дизеллар учун алоҳида кўриб чиқиш керак.

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

Аланганинг тарқалиш тезлиги ёнувчи аралашманинг таркибига, яъни ҳавонинг ортиқлик коэффицентига боғлиқ. Бензин ва газда ишлайдиган двигателларда ёниш процесси нормал кечиши учун ҳавонинг ортиқлик коэффиценти  $\alpha = 0,7...1,2$  бўлиши керак. Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти бу миқдордан ошиб ёки камайиб кетса иш аралашмаси ёнмайди, чунки ёниш учун шаронт яратилмайди. Аланга тарқалишининг юқори концентратцион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффицентининг энг кичик қиймати  $\alpha_{\min}$  га айтилади. Аланга тарқалишининг қуйи концентратцион чегараси деб, аралашмани ёндиришга имкон берувчи ҳаво ортиқлик коэффицентининг энг катта қиймати  $\alpha_{\max}$  га айтилади. Углеводородли ёнилғиларда  $\alpha = 0,85... 0,9$  бўлганда аланганинг тарқалиш тезлиги энг юқори қийматга эришади. 29-расмда мисол тариқасида пропан алангасининг тарқалиш тезлиги  $\alpha$  га боғлиқ ҳолда кўрсатилган. Графикдан кўринадики,  $\alpha$  нинг миқдори оптимал қийматдан ошса ёки камайса аланганинг тарқалиш тезлиги бир оз пасаяди. Иш аралашмаси жуда суюқлашса ёки қуюқлашса ёниш тезлиги кескин камайиб кетади. Ёниш тезлиги температуранинг квадратига пропорционал равишда ошади, босим кўтарилганда эса бир оз пасаяди.

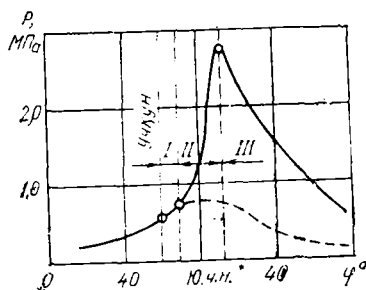
Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёнувчи аралашма газ ёки бензин бўғларидан ва ҳаводан ташкил топган бўлиб,



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

уни алангаланувчанлик чегарасидан ташқарида ёндириб бўлмайди. Иш аралашмасида қолдиқ газлар кўп бўлса, алангаланувчанлик чегаралари қисқаради. Шунинг учун, карбюраторли двигателларнинг нарузкаси ўзгарганда ёнилғи ва ҳавонинг миқдорини шундай ўзгартириш керакки, натижада ҳар қандай нарузкада ҳам ёнувчи аралашма алангаланувчанлик чегарасида бўлсин. Карбюраторли двигателларда цилиндрга берилётган ёнувчи аралашманинг таркиби ва миқдори дроссель-заслонканинг ҳолати билан белгиланади. Двигатель кам нарузка билан ишласа (автомобилни юргизиб юборишда, кичик тезликда ҳаракат қилишда), дроссель-заслонка беркитилади, натижада аралашма қуюқлашади. Бу эса двигателнинг тежамлилигини пасайтиради ва иссиқликдан фойдаланишни ёмонлаштиради.

30-расмда  $p - V$  координаталар системасида карбюраторли двигатель учун ёниш процессининг индикатор диаграммаси тасвирланган, ушбу циклга мос бўлган назарий циклдаги иссиқлик узатиш эса штрих чизиқлар билан кўрсатилган. Ҳақиқий циклда ёниш процесси



31-расм. Карбюраторли двигательнинг индикатор диаграммаси.

маълум вақт (0,001 с) оралиғида содир бўлади, бу даврда поршень тирсакли валнинг  $\varphi_{z_1} = 10 \dots 25^\circ$  бурчакка бурилишига мос йўлни босади. Диаграммадан кўришиб турибдики, ёниш даврида (тирсакли вал  $20^\circ$  га бурилганда) ёниш процессини характерловчи  $C_1 Z_1$  чизиқ  $V = \text{const}$  чизиғидан кўп четлашмайди. Ёниш процессини  $p - V$  координаталар системасида кўриб чиқиш қийин, шунинг учун бу процессини  $p - \varphi$  координаталар системасида кўриб чиқиш анча қулайдир. Ёниш процессининг бундай диаграммалари босим индикатори ёрдамида двигателларни синаш пайтида ёзиб олинади.

31-расмда карбюраторли двигателининг индикатор диаграммаси циклнинг характерли нуқталари билан кўрсатилган. Ёниш камерасига электр учқуни берилмаган холдаги кенгайиш процесси штрих чизиқ билан кўрсатилган. Ёниш натижасида ажралиб чиққан иссиқликдан унумли фойдаланиш учун иш аралашмасини поршень ю. ч. н. яқинида бўлганида тез ёнишини таъминлаш зарур. Бунинг учун ёниш камерасига электр учқуни поршень ю. ч. н. га бир неча градус етмас-

дан берилиши керак. Тирсакли валнинг учқун берилган пайдан ю. ч. н. гача бурилиш бурчагига *ўт олдиришни илгарилатиш* бурчаги дейлади ва  $\varphi_6$  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 процессининг бошланишига химиявий тайёргарлик учун секунднинг мингдан бир улушича вақт керак.

Электр учқуни ёниш камерасига I нуқтада берилган бўлса ҳам, аланга пайдо бўлмаганлиги учун босимнинг I нуқтадан II нуқтагача кўтарилиши учқун берилмаган ҳолдагидек юз беради. II нуқтада кўзга кўринадиган аланга пайдо бўлади, босим эса сезиларли даражада тез кўтарилга 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 процесси босим энг катта қийматига эришгандан кейин ҳам давом этади. Лекин поршеннинг п. ч. н. га томон ҳаракатланиши ва газларнинг кенгайиши натижасида босим камаяди.

Ёниш процессининг турли даврларида олинган фотосуратлар, камерада ёнган ва ёнмаган аралашмани ажратиб турувчи—ёруғланувчи контур борлигини кўрсатади. Аланга fronti деб номланган бу контур ёниш реакциялари ривожланаётган аралашманинг юпқа қатламидан иборат.

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

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

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

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

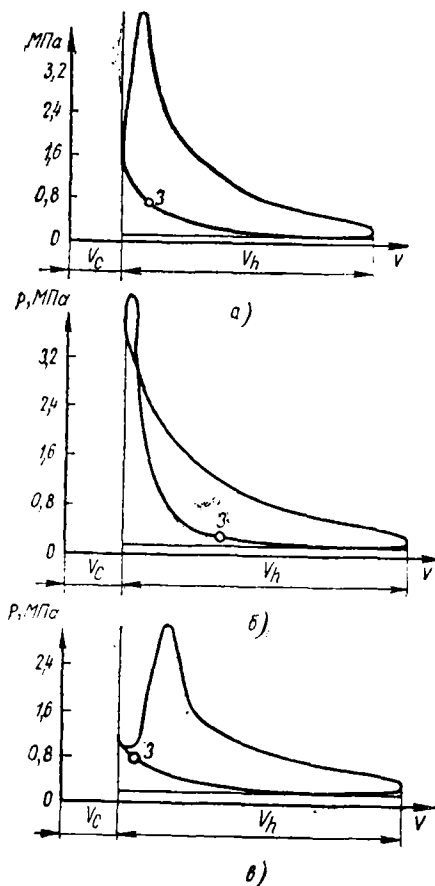
бу ерда  $\Delta p$  босимлар айирмаси.

Учинчи фаза—босим максимумга эришган пайдан ёнишнинг ёниб тугашигача бўлган давр. Ёниш процесси тўғри уюштирилган карбюраторли двигателларда учинчи фазанинг давом этиш даври катта эмас ва кенгайиш процессининг ўрталарида тугайди.

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

## 2. Ёниш процессига таъсир этувчи факторлар

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



32-расм. Ўт олдиришни илгарилатиш бурчагининг карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммасига таъсири.

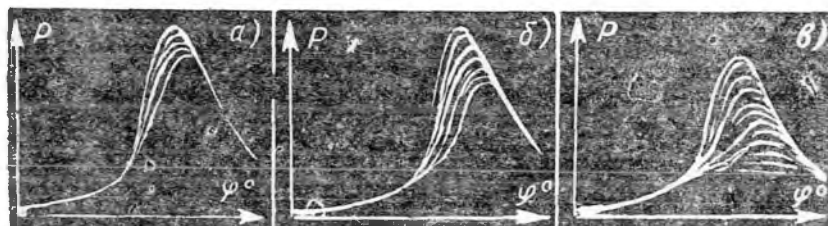
32-расм, а, б ва в да карбюраторли двигателлар учун ўт олдиришни илгарилатиш бурчакларининг турли қийматларидаги индикатор диаграммалар кўрсатилган. Бу диаграммаларни олишда двигателнинг айланишлар частотаси ва дроссель-заслонканинг ҳолати ўзгармас бўлган. Юқорида айтиб ўтилганидек, двигателнинг ҳар бир иш режими учун ёндиришни илгарилаш бурчаклари тўғри аниқланган бўлиши лозим. 32-расм, а да тасвирланган диаграммадан кўриниб турибдики, ёндиришни илгарилаш бурчаги тўғри танланган. Учқун ўз вақтида берилиши натижасида ёниш процессининг ю. ч. н. яқинида (кенгайишнинг бошланиш даврида) тугалланиши таъминланади. Натижада двигатель энг юқори қувватга эришади ва тежамкор ишлайди.

Агар ёндиришнинг илгарилаш бурчаги қандайдир сабабга кўра катталашиб кетса (32-расм, б), ёниш процесси поршень ю. ч. н. га етиб келмасдан содир бўлади, натижада босим бирдан кўтарилади ва ўзининг энг юқори қийматига сиқиш процессида, поршень ю. ч. н. га етмасдан эришади. Поршеннинг бундан кейинги ҳаракати натижасида

босим камайиб ю. ч. н. яқинида кенгайиш процессида «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, двигатель «тақиллаб» ишлайди.

Ёндиришнинг илгарилаш бурчаги кичрайиб кетса (35-расм, в) ёниш процесси кечгайиш вақтида, яъни поршень ю. ч. н дан анча узоқлашган пайтда содир бўлади. Натижада двигателнинг қуввати, тежамлилиги ёмонлашади, ишлатилган газларнинг температураси кўтарилади ва двигатель қизиб кетади. Учқун билан ўт олдириладиган двигателлар учун ёндиришни илгарилаш бурчагининг энг қулай қиймати тор-мозлаш стендида двигателни синаб танланади. Ёндиришни илгарилаш бурчаги иш аралашмасининг температурасига, укрма ҳаракатига, таркибига, двигателнинг иш режимларига боғлиқ.

**Иш аралашмасининг таркиби.** Иш аралашмасининг таркиби ҳавонинг ортиқлик коэффиценти  $\alpha$  билан белгиланади ва у ёниш процессининг кечиш характерига катта таъсир кўрсатади. Юқорида айтиб ўтилган-дек, ҳавонинг ортиқлик коэффиценти  $\alpha = 0,8 \dots 0,9$  бўлганда ёниш процесси жуда қисқа вақт давом этади, аланганинг тарқалиш тезлиги эса энг катта қийматга эришади. Шунингдек, ёниш процессининг биринчи фазаси қисқаради, асосий фазаси эса тез кксалади ва ёндиришнинг илгарилаш бурчаги тўғри танланган бўлса, ёниш ю. ч. н атрофида тугайди,  $P_z$  босимнинг энг катта қиймати ва циклда энг катта иш бажарилиши таъминланади. Ҳавонинг ортиқлик коэффиценти ошиши билан ( $\alpha > 1$ ) ёнишнинг чўзилиб кетиши кузатилади, бу эса асосан, биринчи фазанинг катталаниши ҳисобига бўлади.



$\alpha = 0,8 \dots 0,9$

$\alpha = 1,0 \dots 1,3$   
33- расм.

$\alpha = 1,14 \dots 1,15$

33-расмда карбюраторли двигателнинг индикатор диаграммаси ҳаво ортиқлик коэффиценти уч хил қиймати учун келтирилган.

$\alpha = 1,14$  бўлганда кетма-кет келувчи циклларда ёниш процесси 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 процесси жуда секин ривожланади, натижада двигатель беқарор ва самарасиз ишлайди. Демак,  $\alpha$  нинг қиймати, ҳар бир двигатель учун ёниш камерасининг шакли, сиқиш даражаси ва нагрузкасига қараб танланади.

Двигателдан катта қувват олиш зарур бўлган ҳолларда цилиндрга қуюқ аралашма ( $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ ) киритиш зарур. Бунинг учун дросель-заслонка тўлиқ очилади ва экономайзер ишга туширилади. Аммо бундай шаронгда двигателнинг тежамлиги паст бўлиб, ёнишги чала ёниши сабабли кўп сарфланади. Карбюраторли автомобилъ двигателлари ҳавонинг ортиқлик коэффиценти  $\alpha = 1,05 \dots 1,15$  бўлганда

тежамли ишлайди, чунки бунда ёнилғи тўла ёнади. Натижада иссиқликдан тўла фойдаланилади ва индикатор фойдали иш коэффициентини  $\eta_i$  энг катта қийматга эришади. Лекин бу ҳолда двигателнинг қуввати бир оз пасаяди.

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

**Иш аралашмаси уюрма ҳаракати тезлигининг ёниш процессига таъсири.** Иш аралашмасининг уюрма ҳаракати тезлиги аланга фронтининг тарқалиш тезлигига ва ёнишнинг иккинчи фазаси қисқаришига ижобий таъсир қилиб, ёнишнинг умумий вақтини камайтиради. Карбюраторли двигателларда иш аралашмаси уюрмали ҳаракатланганда аланганинг 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 поршень ва цилиндр головкиси орасида озгина оралиқ (1 мм га яқин) бўлади. Сиқиш процесси охирида бу оралиқдан заряд ёндириш свечасига қараб ҳайдалади ва бунда уюрма ҳаракатнинг кучайиши юз беради. Бундай камераларда ёнилғининг охириги порцияси тўла ёнади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишини камайтиради.

**Айланишлар частотасининг ёниш процессига таъсири.** Двигателнинг айланишлар частотаси қанча катта бўлса, ёниш процесси учун ажратилган вақт шунча кам бўлади. Шу сабабли ёниш фазаларининг айланишлар частотасига боғлиқлигини кўриб чиқамиз. Айланишлар частотаси ошиши билан ёнишнинг биринчи фазасининг давом этиш вақти бир оз камаяди, чунки сиқиш процесси охиридаги температура бир оз ошадди. Лекин бу камайиш айланишлар частотасининг ошишига пропорционал бўлмагани учун биринчи фазанинг тирсакли вал бурилиш бурчаклари орқали ифодаланган қиймати катталашади. Айланишлар частотасининг ўсиши билан зарядниёғ 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 процессининг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги орқали ифодаланган қийматининг катталашига сабаб бўлади. Демак, карбюраторли двигателларда ёниш процессини ю. ч. н. яқинида таъминлаш учун айланишлар частотасининг ортиши билан ёндиришнинг илгарилаш бурчагини ҳам ошириш керак, яъни илгарироқ учқун бериши керак (34-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.

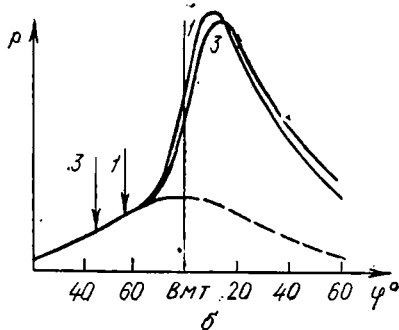
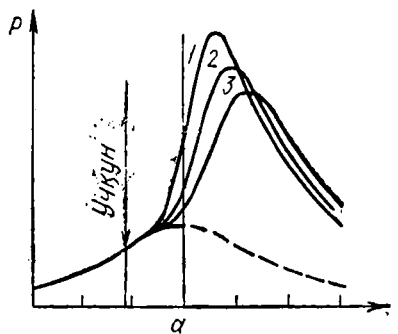


**Нагрузканинг ёниш процессига таъсири.** Двигатель иш вақтининг 70—80 % даврида кичик нагрузкаларда ишлайди, яъни дроссель-заслонка оралиқ ҳолатларда бўлади. Бунла цилиндрга келаётган янги аралашма миқдори камаёди. Бу эса киритиш процессидаги босим  $P_a$  ва температура  $T_a$  нинг камайшига олиб келади; қолдиқ газлар коэффициенти кўпаяди, янги аралашма эса инерт газлар билан қўшилиб, цилиндрни тўлдириши ёмонлашади. Натижада иш аралашмасининг ёниш шароити ёмонлашади, аланганинг тарқалиш тезлиги камаёди ва ёниш процессининг биринчи ҳамда асосий фазаларнинг давом этиши ортади.

Дроссель-заслонканинг оралиқ ҳолатларида ёниш процессини қисман яхшилаш учун ёнувчи аралашма таркибини махсус сошлаш ёки ёндиришни илгарилаш бурчагини катталаштириш керак. Бу вазифани вакуум-корректор ёрдамида бажарилади.

Дроссель-заслонка тежамли режим ( $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ ) ҳолатидан бошлаб ёпилганда аралашма қуюқлаша бориши керак. Бу эса ёниш процессининг 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 иссиқликнинг маълум қисми ажралмайди, ёнилғи ортиқча сарфланади. Бунда ишлатилган газлар билан бирга кўп миқдорда тўла ёниб улгурмаган, таркибида заҳарловчи моддалар бўлган маҳсулотлар ҳам чиқариб кборилади.

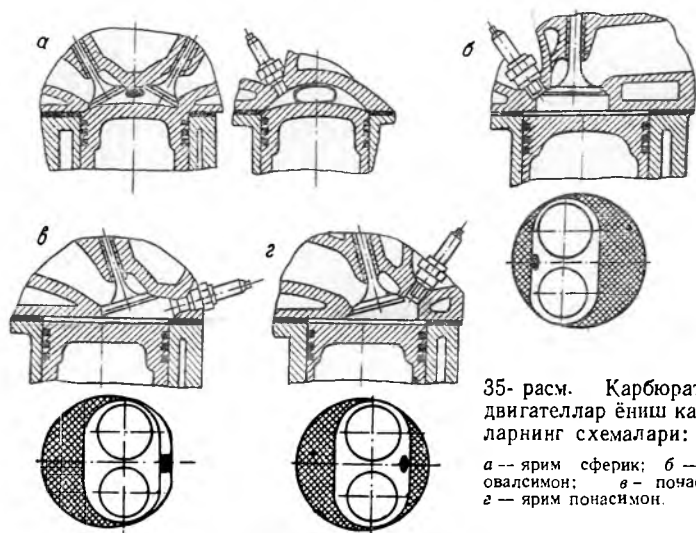
**Сиқиш даражасининг таъсири.** Сиқиш даражасини ошириш натижасида сиқиш процесси охиридаги босим ва температура ортади. Температура ва босимнинг ортиши билан ёнилғини ёнишга тайёрлаш ҳамда аланганинг тарқалиш тезлиги катталашади. Бунинг натижасида ёниш процессининг умумий давом этиш вақти қисқаради, двигателнинг қуввати ва тежамлилиги яхшиланади. Двигателларда сиқиш даражаси ўзгартирилганда ёндиришни илгарилаш бурчагини ҳам ўзгартириш лозим. Сиқиш даражаси ошганда детонацияли ёниш, барвақт ёниш ёки ўз-ўзидан ёниш ҳолисалари бўлмаслиги лозим. Бунинг учун сиқиш даражасига мос бензин тури ишлатилиши керак.



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

$a - \theta_g = \text{const}$ ;  $b - \theta_g$  оптимал.  $1 - n = 1000$  айл/мин;  $2 - n = 2000$  айл/мин,  $3 - n = 3000$  айл/мин.

Ёниш камераси шаклининг ва ёндириш свечалари жойлашишининг ёниш процессига 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 жойлашиши ёниш процессига катта таъсир кўрсатади. Ёниш камерасининг энг узоқ жойлашган нуқтаси билан ёндириш свечаси орасидаги масофа қанча кичик бўлса, ёниш камераси шунча қулай ҳисобланади, чунки бунда аланга фронтининг йўли қисқа бўлади.



35- расм. Карбюраторли двигателлар ёниш камераларининг схемалари:

а -- ярим сферик; б -- текис овалсимон; в -- понасимон; г -- ярим понасимон.

35- расмда ёниш камераларининг энг кўп тарқалган шакллари кўрсатилган. Ёндириш свечаси камеранинг ўрта қисмига жойлаштирилганда (35- 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 (35- расм, а, в ва г). Бундай камераларда сиқиб чиқариш ҳисобига заряднинг уюрма ҳаракати ҳосил бўлади, натижада ёниш процесси тез ривожланади. Ёниш камерасининг бундай тузилиши заряднинг уюрма ҳаракатини тезлаштиради ва иш аралашмаси охириги порциясининг детонациясиз ёнишини таъминлайди.

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

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

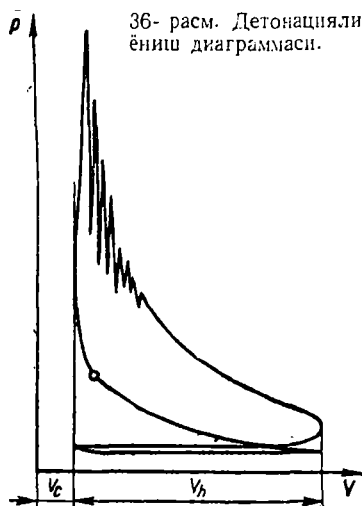
### 3. Детонацияли ёниш. Детонациянинг пайдо бўлишига таъсир этувчи факторлар

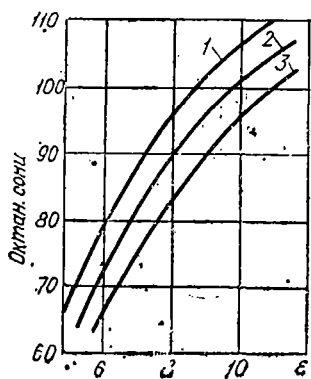
Карбюраторли двигателларда баъзан жаранглаган металл товушлари эшитилади. Бу ҳодиса двигателларнинг сиқиш даражасига мос бўлмаган бензин ишлатилганда, двигателни ўчирганда, катта нагрукзада ишлаганда содир бўлади. Бу товушлар детонацияли ёнишнинг белгисидир. Детонация нисбатан кучсиз бўлганда бу товушлар вақт-вақти билан эшитилади, бу товуш худди поршень бармоғи ва шатуннинг юқори втулкаси орасидаги зазор қиймати нормадан катталашганда пайдо бўладиган товушга ўхшайди. Агар детонация кучайса, бу товушлар узлуксиз эшитилиб туради. Двигатель нотекис ишлайди ва тирсакли валнинг айланишлар частотаси камайиб кетади, цилиндр ва цилиндрлар головкаси қизийди, ишлатилган газларда эса қора тутун пайдо бўлади.

Агар двигатель бундай ҳолатда узоқ муддат ишласа, поршеннинг четлари, цилиндрлар билан головка орасидаги қистирма, шунингдек, ёндириш свечасининг электродлари ва изоляторлари куйиб кетиши мумкин. Детонация натижасида ҳосил бўлган юқори босим кривошип-шатунли механизмда зарбий нагрукзалар ҳосил қилиб шатун подшипнигидаги антифрикцион (ишқаланишни камайтирадиган) қатламни ишдан чиқаради. Зарбий нагрукзалар таъсирида мой пардалари йиртилади, бу эса цилиндрлар гильзалари юқори қисмининг тез ейилишига олиб келади. Шу сабабларга кўра детонация билан ишлашга йўл қўйилмайди.

Детонацияли ёниш процессида аланга fronti олдида ёнмай қолган иш аралашмалар сиқилиб, унинг температураси кўтарилади. Натижада ёнилғи молекулаларида химиявий 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 процесси жуда катта тезлик билан иш аралашмасининг қўшни қатламларига тарқалади ва бу қатламларда ҳам бетартиб ёниш процесси бошланади. Бу ҳолда ёниш процессини бошқариб бўлмайди. Бундай ёниш процессида ҳосил бўлган зарбий тўлқинлар жуда катта тезлик билан бутун ёниш камераси бўйлаб тарқалади ва деворлардан қайтиб, металл товушлар пайдо қилади. Зарб тўлқинлари химиявий реакция эндигина тугаётган зоналарга таъсир қилиб, детонацияли портлашлар ҳосил қилади. Бундай детонацияли тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги 2000...2300 м/с гача етади.

Карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг индикатор диаграммаси 36-расмда кўрсатилган. Бу





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

1) 120 мм; 2) 90 мм; 3) 60 мм.

дики, октан сонига сиқиш даражасидан ташқари цилиндрнинг ўлчамлари ҳам таъсир қилади.



### Ёниш камерасининг шакли ва ёндириш свечаларининг жойлашуви

Ёниш процесси детонациясиз бориши ва аланганинг ҳамча томонга текис тарқалиши учун ёндириш свечаси ёниш камерасининг марказига ўрнатилиши лозим (35- расм, а). Бундай камерада сиқиш даражасининг қийматини ошириш мумкин. Сиқиб чиқаргичли ёниш камерасида эса (35- расм, в ва г) двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди, чунки бу ҳолда иш аралашмаси уюрмали ҳаракатга келиб аланга fronti таъсирида узоқ вақт қолиб кетмайди.

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

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

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

**Айланишлар частотаси.** Валнинг айланишлар частотаси ошганда, детонацияли ёниш бўлмайди, чунки ёнувчи аралашманинг молекулаларидаги оксидланиш реакцияларига кетадиган вақт камаяди; киритиш системасидаги қаршиликлар  $\Delta p_a$  ва қолдиқ газлар ошади. Бу факторларнинг биргаликдаги таъсири натижасида айланишлар частотаси ортиши билан сиқиш ва ёниш процесслари охиридаги температура ва босим пасаяди, двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди.

**Двигатель нагрукаси.** Нагрукка камайганда ҳам двигателнинг детонацияга мойиллиги камаяди.

**Ёндиришни илгарилаш бурчаги.** Ёндиришни илгарилаш бурчаги катталашганда ёниш процесси ю. ч. н. яқинида, сиқиш процесси охирида содир бўлади. Натижада ёниш процессининг иккинчи фазасидаги босим ва температура катталашади, бу эса детонациянинг пайдо бўлишига ёрдам беради.

**3c) Қурум ҳосил бўлиши.** Поршень тубини ва цилиндрлар головкасини қурум қоплаши натижасида улардан иссиқликнинг тарқалиши қийинлашади ва ёниш камераси деталларининг температураси ортиб боради. Бундан ташқари сиқиш даражаси ҳам бирмунча ошади. Натижада, ёнувчи аралашманинг температураси ва босими ортади, детонацияли ёниш рўй беради. Бундай двигателларда детонациянинг олдини олиш учун ёндиришни илгарилаш бурчагини бир оз камайтириш керак.

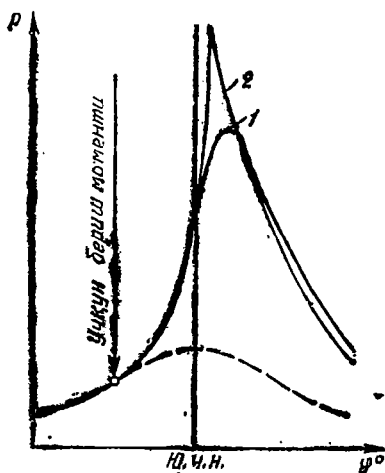
**4c) Двигателни совитиш.** Бирон сабабга кўра цилиндр деворлари орқали совитиш муҳитига узатиладиган иссиқлик қўлдорли камайса, цилиндр, поршень ва цилиндрлар головкаси қизиб, детонацияли ёнишнинг содир бўлишига қулай шароит яратилади.

#### 4. Барвақт ўз-ўзидан алангаланиш

Карбюраторли двигателлар катта нагрукка билан ва иқлими иссиқ шароитларда ишлаганда цилиндрлар головкасининг айрим зоналари, чиқариш клапанлари ва свечаларининг электродлари қаттиқ қизиб кетади ҳамда уларнинг температураси  $700...800\text{ }^\circ\text{C}$  ни ташкил қилади. Шунингдек, чўғланган қурум мавжуд бўлса, учқун берилмасдан ҳам иш аралашмаси ўз-ўзидан алангаланиши мумкин.

38-расмда ўз-ўзидан алангаланиш шароитида олинган индикатор диаграмма кўрсатилган. Ёнувчи аралашма барвақт ўз-ўзидан алангаланганда ёниш процессида бўғиқ тақиллаш овозлари эшитилади, двигателнинг қуввати камаяди, иссиқлик кўп йўқолади. Бундан ташқари,





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

1 — нормал ёниш; 2 — ўз-ўзидан ёниш.

кин тақиллаш, гулдураш кузатилади. Ўз-ўзидан алангаланиш ҳодисаси содир бўладиган циклниң индикатор диаграммаси 39-расмдаги-дек кўринишга эга бўлади.

Бундай ёниш процесси карбюраторли двигателларда, кўпинча кичик нагрузкадан тўла нагрузкага ўтиш вақтида рўй беради.

сиқиш процессида босимнинг ортиши натижасида кривошип-шатунли механизмда қўшимча динамик кучланишлар ҳосил бўлади.

## 5. Ёниш даврида ўз-ўзидан алангаланиш

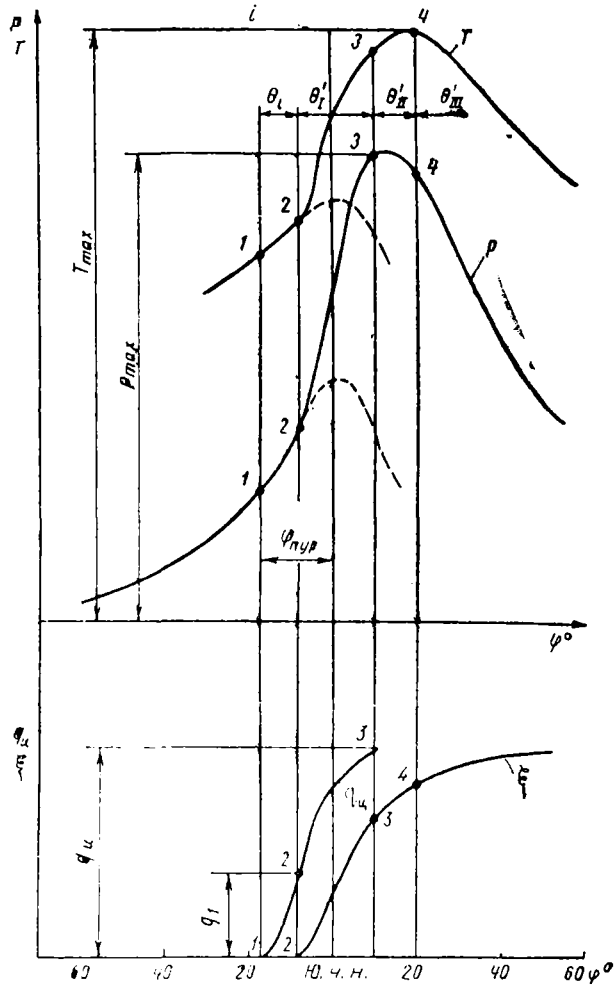
Ҳозирги замон карбюраторли двигателларида юқори сиқиш даражаси ва юқори октан сонли ёнилғилар ишлатилади.

Бундай двигателларда ёниш процесси бошлангандан сўнг чўлганган қурум зарралари таъсирида ўз-ўзидан алангаланиш ҳодисаси рўй бериб туради. Алангаланиш ёниш камерасининг исталган қисмида содир бўлиши мумкин. Натижада ёнишнинг асосий фазасида максимал босим ва ёнишнинг жадаллиги катталашади. Бу каби содир бўладиган ёниш процессида кес-

## 18-§. ДИЗЕЛЛАРДА ЁНИШ ПРОЦЕССИ

### 1. Умумий маълумот

Дизеллар цилиндрида ёнувчи аралашма сиқиш процессининг охирида ҳосил бўлади. Шунинг учун сиқиш процессида фақат ҳаво сиқилади. Ёниш камерасига ёнилғини пуркаш поршень ю. ч. н. га келмасдан бир оз вақтлироқ, яъни сиқиш процесси охирида амалга оширилади. Натижада сиқилган ҳаво билан майда зарраларга парчаланган ёнилғи ўзаро қўшилиб ёнувчи аралашмани ҳосил қилади. Дизелларда ишлатиладиган ёнилғи (дизель ёнилғи) дан бир жинсли аралашма ҳосил қилиш мумкин эмас, шунинг учун у юқори ва пастки алангаланиш чегарасига эга бўлмайди. Ёнилғи зарралари ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб нотекис тақсимланади. Натижада камераниң айрим жойларида буғланган ёнилғи билан ҳаво аралашиб алангаланиш чегарасида турган зоналар ҳосил бўлади ва ёниш камерасининг ушбу зоналарида буғланган ёнилғининг алангаланиши рўй беради. Сўнгра аланга ёниш камерасининг барча ҳажмини эгаллайди. Демак дизелларда ёниш процесси карбюраторли двигателларга нисбатан мураккаброқ кечади ва уни бошқариш мумкин эмас.



40-расм. Дизелда ёнил-  
ғи бериш ва ёниш про-  
цесслари.

Ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб аралашманинг нотекис тақсим-  
ланиши дизелларда ёнувчи аралашма таркибини сифатли ростлашга  
имкон беради.

Аралашма таркибини сифатли ростлашда дизелнинг нағрузкаси  
камайса, цилиндрга кираётган ҳавонинг миқдори ўзгармай қолади. Бу  
ҳолда цилиндрга пуркалаётган ёнилгининг миқдори камайтиради,  
натижада ҳаво ортиқлик коэффициентининг ўртача қиймати ортади ва  
дизель салт ишлаганда  $\alpha = 5 \dots 6$  бўлади.

Дизелларда қўлланиладиган сиқиш даражаси пуркалган ёнилғи-  
нинг ўз-ўзидан алангаланишини таъминлаши лозим. Шу сабабли сиқиш  
процесси охирида ҳавонинг температураси дизель ёнилғисининг алан-  
галаниш температурасидан тахминан  $150 \dots 250^\circ$  юқори бўлиб,  $700 \dots$   
 $900 \text{ K}$  ни ташкил қилади.

Дизелларда ёниш процессини характерловчи параметрларнинг ўзга-  
риш схемаси 40-расмда кўрсатилган. Расмда цилиндрдаги босим  $p$  ва

температура  $T$  нинг тирсакли валнинг бурилиш бурчаги  $\varphi$  бўйича ўзгариш чизиқлари келтирилган, штрих чизиқлар билан ёниш процесси содир бўлмаган циклнинг диаграммалари кўрсатилган. Пастки схемада ёниш камерасига пуркалган  $q_u$  ва ёнган ёнилғи  $\xi$  миқдорлари келтирилган.

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

Дизелда ёниш процессини қуйидаги фазаларга ажратиш мумкин:

**Биринчи фаза.**  $\theta_1$  бурчак билан белгиланиб, алангаланишнинг кечикиш даври деб аталади. Бу давр  $I$  нуқтадан  $2$  нуқтагача, яъни ёнилғи пуркалгандан кўзга кўринарли аланга ҳосил бўлгунча давом этади. Бу пайтда цилиндр ичидаги босимнинг ўсиши ҳавонинг янада сиқилиши билан тушунтирилади. Бу даврда ёнган ёнилғи алангаланмайди, ёнилғи томчилари қисман буғланиб химиявий оксидланиш реакциялари содир бўлади. Бу процессларнинг кетиши учун бирмунча вақт талаб қилинади. Шу вақт ичида цилиндрга  $q_1$  мг ёнилғи тушади ва у сиқилган ҳаво билан аралашиб алангаланишга тайёрланади. Натижада  $2$  нуқтада кўзга кўринарли ёниш бошланади, босим ва температурани ифодаловчи эгри чизиқ  $2$  нуқтада штрихланган эгри чизиқдан четлашади. Шу пайтдан бошлаб ёниш процесси жадаллашиб, босим  $p$  тез кўтарилади ва қисқа вақт оралиғида  $p_2$  қийматга эришади. Асосий ёки тез ёниш фазаси деб аталувчи бу даврда тирсакли вал  $\theta_1$  бурчакка бурилади ( $2$  ва  $3$  нуқталар оралиғи). Лекин цикл температурасининг максимал қиймати босимнинг энг катта қийматига мос келмайди, у  $4$  нуқтада ўзининг энг катта қийматига эришади. Бу давр секин ёниш фазаси деб аталади ва  $\theta_{11}$  билан белгиланади. Бу пайтда ёнилғининг асосий қисми ёниб бўлади. Дизелларда асосий ёниш фазасида босимнинг ошиш тезлиги ёниш камерасининг турига боғлиқ бўлиб, у  $0,4 \dots 1,0$  МПа/град. атрофида бўлади.

Юқорида айтганимиздек,  $6$  эгри чизиқ ёнган ёнилғи миқдорини ифодалайди. Бундан кўришиб турибдики, энг катта босим  $p_2$  га эришиш пайтида киритилган ёнилғининг фақат бир қисми ёнади. Дизелда ёниш процесси энг катта босимга эришилгандан кейин ҳам, диаграмманинг  $3-4$  қисмида катта иссиқлик чиқариб давом этади. Бу пайтда босимнинг бир оз пасайиши кузатилади, чунки поршень п. ч. н. га томон ҳаракат қилади. Лекин ёнилғининг ёниши давом этганлиги туфайли температура ортади ( $4$  нуқта).

$4$  нуқтадан кейинги кенгайиш процессида ёнилғининг ёниб бўлиши рўй беради ва у ёниб бўлиш фазаси деб аталади. Бу фаза  $\theta_{11}$  билан белгиланади. Ёнишнинг аниқ тугаш вақтини аниқлаш жуда қийин. Дизелларда ёниб бўлиш фазаси карбюраторли двигателларга нисбатан кўпроқ давом этади. Дизелнинг самарали ишлаши яхши бўлиши учун ёниш процесси мумкин қадар қисқа вақт давом этиши ва цикл босими бир текис ошиши керак. Акс ҳолда дизель шиддатли ва тақиллаб ишлайди.



## 2. Дизелларда ёниш процессига таъсир этувчи факторлар

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

Дизелларда алангаланишнинг кечикиш давриға, ёниш процессининг сифатиға ва давом этиш вақтиға қуйидаги факторлар таъсир қилади: ёнилғининг химиявий ва физикавий хоссалари, сиқиш даражаси, яъни ёнилғини пуркаш вақтида ҳавонинг температураси ва босими, ёнилғи пуркай бошлани илгарилаш бурчаги, ёниш камерасининг конструкцияси, ундаги ҳавонинг уюрма ҳаракати ва тезлиги, ёнилғи узатиш аппаратининг иш характеристикаси, тирсақли валнинг айланишлар частотаси ва двигатель нагрузкаси.

**Ёнилғининг физикавий ва химиявий хоссалари.** Алангаланишнинг кечикиш давриға ёнилғининг химиявий таркиби катта таъсир кўрсатади. Ёнилғи таркибида парафин углеводородлари қанча кўп бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври шунчалик кичик бўлади, натижада ёниш процессининг раво кетиши учун қулай шароит ҳосил бўлади.

Ёнилғининг физикавий хоссаларидан унинг қовушқоқлиги, сирт тарадлиги ва буғланувчанлиги ёниш процессиға катта таъсир кўрсатади. Алангаланишнинг кечикиш даврини ёнилғининг цетан сонига боғлиқ бўлган ўз-ўзидан алангаланиш температурасини пасайтириш билан камайтириш мумкин. Ёнилғининг цетан сони қанча 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 процессиға ижобий таъсир қилади, чунки ёнилғини пуркаш пайтида ҳавонинг температураси катта бўлса, алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради. Дизелларнинг сиқиш даражаси ошганда, двигатель тўла нагрузкаларда ишлаганда цилиндрға кираётган ҳавонинг температураси юқори бўлади. Натижада ёнишнинг шиддатлилиги камаяди.

**Ёниш камерасида ҳавонинг уюрма ҳаракати.** Сиқиш процесси охирида ёниш камерасидаги ҳавонинг ҳаракати ёниш процессиға катта таъсир кўрсатади. Агар ҳавоға маълум йўналишда ҳаракат берилмаса, ёниш процессини бошқариш мумкин эмас. Ёнилғининг самарали ёниши учун ҳавонинг уюрма ҳаракатини вужудға келтириш ва ёниш камерасининг бутун ҳажми бўйлаб бир текис ёнувчи аралашма ҳосил қилиш керак. Ҳавонинг уюрма ҳаракати ёнилғи буғларини кислород кўп бўлган зоналарға кўчиришға ва ёниш маҳсулотларини реакция рўй бераётган зоналардан чиқариб юборишға ёрдам беради. Шунинг учун дизелларда киритиш ва сиқиш процессида ҳавонинг уюрма ҳаракатини ҳосил қиладиган ёниш камерасининг ҳар хил турлари ва махсус қурилмалар қўлланилади.

**Ёнилғи бериш аппаратлари.** Ҳозирги замон тез юрар дизелларда турли конструкцияли ёнилғи бериш аппаратлари ишлатилмоқда. Ёнилғининг узоққа отилиши, тўзиш сифати ва ёниш камерасининг бутун ҳажмига текис тақсимланиши бу аппаратлар конструкциясига боғлиқ. Ёниш процессига ёнилғи пуркашнинг давом этиш вақти ҳам таъсир қилади ва у ўз навбатида ёнилғи бериш аппаратининг тузилишига боғлиқ.

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

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

**Ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчаги.** Ҳар бир двигатель 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 процессининг шиддатли ўтишига олиб келади. Бундан ташқари, энг юқори босимга поршень ю. ч. н. га келганда эришилади. Бундай шароитда ёниш процесси самарали бўлмайди.

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

**Нагрузка ва иш аралашмасининг таркиби.** Дизелларнинг карбюраторли двигателларга нисбатан афзалликларидан бири шуки, унда иш аралашмаси ёниш камерасининг ҳажми бўйлаб нотекис тақсимланиши туфайли, ёниш процесси ҳаво ортиқлик коэффициентининг катта қийматларида ( $\alpha=5...6$ ) ҳам содир бўлади. Аммо дизелларда ҳавонинг ор-

тиқлик коэффициентининг ўртача қиймати бирга яқин бўлган ( $\alpha=1$ ) да ёнилғи тўла ёнмайди. Бу ҳолда ёниш процесси кескин ёмонлашади, ишлатилган газлардаги тутун миқдори кўпаяди, двигателнинг тежамлилиги кескин пасаяди ва у қизиб кетади. Дизель энг катта қувватга  $\alpha$  нинг энг кичик қийматларида эришади.  $\alpha$  нинг энг кичик қиймати бир қатор факторларга боғлиқ бўлиб, тўрт тактли автомобиль дизелларида 1,25...1,4 га тенг ва у тутун чиқариб ишлаш чегараси билан белгиланади.

Пуркалётган ёнилғи миқдорини ўзгартириш билан дизелларнинг нагрукаси ўзгартирилади. Нагрузка камайганда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти ортади, чунки ёниш камерасига кам ёнилғи пуркалади. Дизелларда иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш ва индикатор фойдали иш коэффициенти ошириш учун нагрузка камайганда ( $n = const$ ) ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини озроқ камайтириш керак. Бу вазифани насос плунжери орқали амалга оширилади. Бунда ёнилғи юқори температурали зарядга пуркалади ва алангаланишнинг кечикиш даври қисқаради. Натижада ёниш процесси ю. ч. н. атрофида тугайди.

**Айланишлар частотаси.** Дизелларда айланишлар частотаси ўзгариши билан ёниш процессининг давом этиш вақти ўзгармай қолиши катта аҳамиятга эга. Бу масала ҳал қилинганлиги сабабли ҳозирги вақтда тўрт тактли автомобиль дизелларининг айланишлар частотаси 4500...5000 айл/мин га етказилди. Демак, ёниш процессини шундай ташкил қилиш керакки, айланишлар частотаси ортганда ёнишнинг ўзқала фазаси ( $\theta_1$  ва  $\theta_{11}$ ) имкони борича камайиши керак.

Дизелларда айланишлар частотаси ортса, ёниш ва ёнилғи аралашмасини тайёрлаш процесслари бирмунча тезлашади. Масалан, алангаланишнинг кечикиш даври  $\theta_1$  камаяди, бунга ёниш камерасидаги ҳаво уюрма ҳаракатининг кучайиши ва ёнилғи пуркаш босимининг ортиши сабаб бўлади. Аксинча, айланишлар частотаси ортиши билан киритиш босими  $p_3$  камаяди ва сиқиш процессида иссиқлик алмашиниш шароити ўзгарганлиги туфайли сиқиш охиридаги босим ва температура ҳам бир оз пасаяди. Юқоридаги барча факторларнинг биргаликда таъсири натижасида ёниш процессининг умумий давом этиш вақти қисқаради. Шу сабабли айланишлар частотаси ортса, ёниш процессининг ю. ч. н. яқинида ўтиши ҳамда иссиқликдан унумли фойдаланиш учун ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчагини катталаштириш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун ёнилғи насосининг валига пуркаш бурчагини илгарилаш муфтаси ўрнатилади.

## 19-§. ЦИКЛНИНГ МАКСИМАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВА БОСИМИНИ АНИҚЛАШ

### 1. Учқун билан ўт олдириладиган двигателда циклнинг максимал температурасини аниқлаш.

Карбюраторли двигателларда ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида циклнинг ёниш процесси энг катта босимгача, яъни  $C-Z$  нуқталари орасида ўзгармас ҳажмда боради (30-расм) деб қабул қилинади. Ле-

кин бу даврда ёнилғи 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, шатранг шаклдаги камералар қулай бўлиб, бунда клапанлар юқорида жойлашганлиги туфайли юзанинг ҳажмига нисбати кичик бўлади.

Карбюраторли двигателларда циклниңг максимал температураси  $2400^{\circ}\text{C}$  гача етиб, ёниш маҳсулотларининг маълум бир қисми молекулаларнинг диссоцияланиши натижасида элементларга парчаланadi. Диссоцияланиш вақтида молекулаларнинг парчаланиши учун иссиқлик сарф бўлади. Масалан сув буғи ( $\text{H}_2\text{O}$ ) водород ва кислородга парчаланганда иссиқлик ютилади. Аммо кенгайиш процессида температура пасайганда иссиқлик ажралиб чиқадиган тескари процесс кузатилади. Лекин бу иссиқлик ютилган иссиқликни қоплай олмайди.

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

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

бу ерда:  $Q_{a.k}$  — ёнилғининг  $CZ$  участкада ёниб тугалланмаганлиги сабабли ажралмай қолган иссиқлик миқдори;  $Q_{c.m.}$  — ёниш процессида совитиш муҳитига узатилган ва диссоцияланишга кетган умумий иссиқлик миқдори. Демак ёнилғи билан киртилган иссиқлик миқдори  $H_u$  дан тўла фойдаланилмайди ва унинг бир қисми исроф бўлади.

Шу сабабдан ёниш иссиқликларининг нисбатини  $\frac{H'_u}{H_u} = \xi$  деб белгилаймиз ва бу нисбатни циклда иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти деб атаймиз.

Газларнинг  $Z$  нуқтадаги температурасини аниқлаш учун  $CZ$  участкада ажралиб чиққан иссиқликнинг ҳаммаси ёниш маҳсулотларининг ички энергиясини ошириш учун сарф бўлади, деб фараз қилинади.

Термодинамиканинڭ биринчи қонунига мувофиқ қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

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

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

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

Ҳисоблашлар килокалорияда олиб борилганда:

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

бўлади. Натижада тенглама қуйидаги кўринишга келади:

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

Ўниш процесси охирида  $Z$  нуқтадаги газларнинг ички энергияси:

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

сиқиш процесси охирида  $C$  нуқтадаги иш аралашмасининг ички энергияси:

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

бўлади, бу ерда,  $\mu C_v^*$ ,  $\mu C_v$  — ўниш маҳсулотларининг ва иш аралашмасининг ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сифими, моль.

Қолдиқ 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  $M_1 + M_r = M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})$  га бўламиз,  $\mu C_v T_c$  ва  $\mu C_v^* T_z$  ларни ички энергия орқали ифодалаб карбюраторли двигатель учун ўниш процессининг тенгламасини ҳосил қиламиз.

$$\frac{\xi (H_u - \Delta H_u)}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} U_c^*}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} U_z^*$$

$\frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \mu$  деб белгилаймиз ва у молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти деб аталади. Бу коэффициент ўниш натижасида газлар молекулалари сонининг ошишини, яъни ҳажм ўзгаришини характерлайди. Натижада ўниш формуласи қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{\xi (H_u - \Delta H_u)}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c^*}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \mu U_z^*$$

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

Циклнинг максимал температураси  $T = 2500...2800^\circ\text{K}$ , шунинг учун ҳисоблашларда иссиқлик сифимининг температурага боғлиқлиги эътиборга олинади. Лекин ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида ўниш маҳсулотларининг ва турли газлар, ҳавонинг ички энергиясидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Газлар ички энергиясининг қиймати 6-жадвалда келтирилган. Температура  $T_z$  ни ички энергиянинг ўзгариши орқали аниқлаш  $V$  бобда келтирилган.

## 2. Дизель циклининг максимал температурасини аниқлаш

Дизель циклининг  $z$  нуқтадаги  $T_z$  температурасини ҳисоблашда ўниш аввал ( $cz'$  участкада) ўзгармас ҳажмда, кейин эса ( $zz'$  участкада) ўзгармас босимда рўй беради деб фараз қилинади. Дизелларда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha > 1$  бўлгани учун ўниш процессида ҳамма вақт ҳаво ортиқ бўлади. Дизель цикли учун термодинамиканинг биринчи қонуни қуйидаги кўринишга эга:

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

Берилган  $\alpha$  учун 1 кг ёнилғининг ёнишидан ҳосил бўлган ёниш маҳсулотларининг  $z$  нуқтадаги ички энергияси

$$U_z = (M_2 + M_r) U_z^*$$

га тенг,

бу ерда,  $U_z^*$  — 1 кмоль ёниш маҳсулотларининг ички энергияси;  $c$  нуқтадаги ички энергия ҳавонинг ва қолдиқ газларнинг ички энергиясидан ташкил топган, яъни:

$$U_c = M_1 U_c + M_r U_c^* = \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c^*}{1 + \gamma_{\text{кол}}},$$

бу ерда  $U_c$  — 1 кмоль янги заряднинг ички энергияси.

Кенгайиш процессида бажарилган иш қўйидагича аниқланади:

$$L'_{zz} = 8314 [(M_2 + M_r) T_z - \lambda (M_1 + M_r) T_c]$$

Дизелда ёниш процессининг тенгламаси:

$$\xi H_u = (M_2 - M_r) U_z^* - (M_1 + M_r) \cdot U_c + 8314 [(M_2 + M_r) T_z - \lambda (M_1 + M_r) T_c]$$

бўлади.

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 қийматларни чап тўмонга ўтказиб қўйидагини оламиз:

$$\frac{\xi H_u}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} \cdot U_c^*}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 8314 \lambda T_c = \mu [U_z^* + 8314 T_z]$$

Эски бирликларда ёниш процессининг тенгламаси.

$$\frac{\xi H_u}{M_1(1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} U_c^*}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 1,985 \lambda T_c = \mu [U_z^* + 1,985 T_z]$$

Дизель учун босимнинг ёнишидаги кўтарилиш даражаси:

$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = 1,4 - 2,2$  бўлади.  $\lambda$  нинг катта қиймати ажратилмаган, кичик қиймати эса ажратилган ёниш камерали дизеллар учун олинади.

### 3. Ёниш процессининг энг катта босимини аниқлаш

Юқорида янги заряд учун  $c$  нуқтадаги, ёниш маҳсулотлари учун эса  $z$  нуқтадаги ҳолат характеристик тенгламалар ёзилган эди.

Ушбу тенгламалардан фойдаланиб, карбюраторли двигатель учун циклнинг максимал босими қўйидагича аниқланади  $P_z = \mu P_c T_z/T_c$ .

Циклнинг ҳақиқий максимал босими тажриба натижаларига кўра қўйидагича топилади:

$$P_{z_1} \approx 0,85 P_z.$$

Дизелларда, яъни иссиқлик аралаш усулида бериладиган цикл учун

$$\frac{P_z}{P_c} = \lambda$$

деб белгиланган эди. Бу ҳолда циклниң энг катта босими қўйидагича топилади:  $P_z = \lambda P_c$ . Дастлабки кенгайиш даражаси  $\rho = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c}$  бўлади. Қўйидаги жадвалда ҳар хил двигателлар учун ёниш процессининг параметрлари келтирилган:

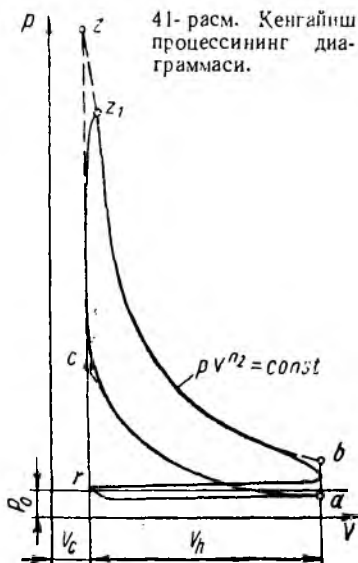
7-жадвал

Параметрлар	Дизель		Карбюраторли двигатель	Газ двигатель
	Ажратилмаган камерали	Ажратилган камерали		
$T_z, ^\circ\text{K}$	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
$\lambda$	1,7-2,1	1,4-1,7	3,8-4,2	3,5-4,0
$\rho$	1,4-1,8	1,3-1,7	1	1
$\xi_z$	0,7-0,82	0,6-0,75	0,8-0,9	0,80-0,85
$\alpha$	1,2-1,5	1,2-1,3	0,8-0,9	0,95-1,1
$dP/(d\psi)_{\text{max}} \text{ МПа/град}$	1,2 гача	0,25-0,4	0,15-0,25	0,2-0,3

## 20-§ КЕНГАЙИШ ПРОЦЕССИ

Ички ёнув двигателларида ёнган иш аралашмасининг кенгайиши натижасида иссиқлик энергияси механикавий энергияга айланиб, фойдали иш бажарилади. Ҳақиқий циклда ёниш маҳсулотлари юқори температурада кенгайгани учун иссиқликнинг бир қисми ташқи муҳитга цилиндрнинг головкаси, деворлари ва поршеннинг туби орқали узатилади. Натижада ёниш маҳсулотларининг температураси пасаяди. Ёниш процессини  $z$  нуқтада тугаллашнинг иложи бўлмагани учун кенгайиш процессида ҳам иссиқлик ажралиши давом этади. Демак, кенгайиш процессида иссиқлик алмашинуви мураккаб характерга эга бўлиб, бу процесснинг ўзгарувчан политропа кўрсаткичини аниқлаш қийин. Лекин ҳисобларни соддалаштириш мақсадида кенгайиш процесси политропаниң ўртача  $n_2$  кўрсаткичи бўйича содир бўлади деб қабул қилинади. У ҳолда кенгайиш процесси  $z$  нуқтадан (41-расм) бошланади деб фараз қилиб, политропа тенгламаси бўйича кенгайиш охиридаги ( $\theta$  нуқта) босим ва температурани қўйидагича аниқланади:

$$P_\theta = P_z \left( \frac{V_z}{V_\theta} \right)^{n_2}$$

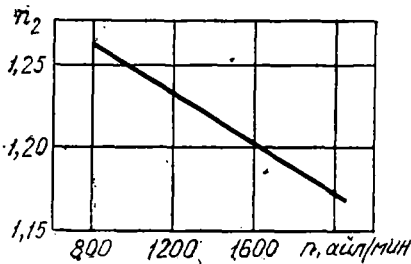


Дизель учун  $z$  нуқта ю. ч. н. га нисбатан  $z^1 z$  масофага сурилган бўлади. Шу сабабли  $V_z/V_b = \delta$  ни сўнгги кенгайиш даражаси дейилади. Бу ҳолда дизеллар учун кенгайиш охиридаги босим қуйидагича аниқланади:

$$P_b = P_z \frac{1}{\delta^{n_2}}$$

Карбюраторли двигателларда  $\frac{V_b}{V_z} = \frac{V_a}{V_c} = \epsilon = \delta$  бўлгани учун  $P_b = \frac{P_z}{\epsilon^{n_2}}$ .

Дизеллар учун кенгайиш процесси охиридаги температура:



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

Карбюраторли двигателлар учун эса

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

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

бу ерда  $n_2$  — политропанинг ўртача кўрсаткичи ва у тажриба асосида танланади. 42- расмда  $n_2$  нинг қиймати ЯМЗ-238 дизели учун кўрсатилган. Двигателлар учун кенгайиш охиридаги босим ва температуранинг ҳамда  $n_2$  қийматлари 8- жадвалда келтирилган:

8- ж а д в а л

	$n_2$	$P_b$ , бар	$T_b$ , °К	$P_b$ , МПа
Дизель	1,18...1,23	2...6,0	800...1200	0,25...0,6
Карбюраторли двигатель	1,23...1,30	4...6	1400...1700	0,4...0,6

Кенгайиш процессидан сўнг чиқариш процесси содир бўлади. Чиқариш клапани очилиши билан ишлатилган газлар двигатель цилиндрида катта тезликда чиқа бошлайди ва натижада, қаттиқ шовқин ҳосил бўлади. Шовқинни камайтириш учун чиқариш трубаларига шовқин сўндиргич ўрнатилади. Ишлатилган газлар сўндиргичдан ўтаётганда кенгайиб, ўз тезлигини анча йўқотади ва ташқи муҳитга шовқинсиз чиқади. Ёниш маҳсулотларидаги захарли моддаларни камайтириш мақсадида чиқариш трубаларига нейтрализаторлар ўрнатилади. Бу ҳолда шовқин сўндиргич ва нейтрализатор биргаликда ясалади. Чиқариш системасига шовқин сўндиргич ўрнатилганда, унинг қаршилиги бир оз ортиб, чиқариш даврида цилиндр ичидаги босим ( $P_z$ ) кўтарилади. Натижада цилиндрдаги қолдиқ газларнинг миқдори ортиб, тўлдириш коэффициентни камаяди. Бу эса двигатель қувватини бир оз пасайишига олиб келади. Чиқариш трубаларига акустик шовқин сўндиргич ўрнатилганда двигатель ортиқча қувват сарфламайди.

Двигатель қувватини ошириш усулларида бири наддувдир. Қувватни ошириш учун ишлатилган газларнинг кинетик энергиясидан



фойдаланилади. Бунинг учун чиқариш трубаларига газ турбинаси уланади. Двигатель цилиндрларидан чиқаётган ишлатилган газлар турбина куракчаларини ҳаракатга келтиради. Турбина ўз навбатида компрессорни ҳаракатга келтиради ва цилиндрга босим остида ҳаво ҳайдалади. Чиқариш трубаларига газ билан айлантриладиган турбина ўрнатиш чиқариш системасининг қаршилигини бир оз ортишига олиб келади, лекин бунга сарфланган қувват наддуддан олинadиган фойдadan жуда кичикдир. Наддуд орқали двигатель қувватини 70% гача ошириш мумкин.

## VI б о б

### ЦИКЛНИНГ ЎРТАЧА БОСИМИ, ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИ ВА ТЕЖАМЛИЛИГИ

#### 21- §. ЦИКЛНИНГ ЎРТАЧА ИНДИКАТОР БОСИМИ

##### 1. Карбюраторли двигатель

Тўрт тактли карбюраторли двигателнинг бажарган иши ҳақиқий циклнинг индикатор диаграммасидаги  $a_1 f k z_1 l b_1 a_1$  юза билан аниқланади (43- расм, а).

Двигателнинг ҳақиқий индикатор диаграммаси эзиб олинмаган бўлса, у циклнинг индикатор иши  $L_{ix}$  ни ҳисоблаш билан қурилган қиррали диаграммадаги  $ac\bar{z}ba$  юза орқали аниқланади. Бу ҳолда циклнинг  $L_i$  индикатор иши кенгайишда бажарилган  $L_{zb}$  иш билан сиқишда бажарилган  $L_{ac}$  ишнинг айирмасига тенг бўлади, яъни:

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

Кенгайиш процессида бажарилган иш қуйидагича аниқланади:  $L_{zb} = \frac{\lambda P_c V_c}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right)$ , бу ерда  $\lambda P_c = P_z$  ва  $\frac{V_z}{V_b} = \frac{1}{\varepsilon}$ .

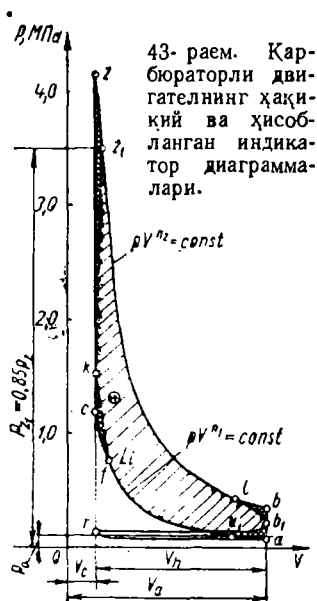
Сиқиш процессида бажарилган иш эса:

$$L_{ac} = \frac{P_c V_c}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \text{ бўлади, бу ерда } \frac{V_c}{V_a} = \frac{1}{\varepsilon}$$

У ҳолда циклнинг ҳисобланган индикатор иши:

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

бўлади.



Цилиндрнинг  $V_h$  иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган қиррали диаграмманинг солиштира 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 ёзиб олинган бўлса, у ҳолда циклнинг ўртача индикатор босими  $P_i$  қуйидагича топилади (44-расм):

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

Циклнинг ўртача индикатор босими шартли доимий таъсир кўрсатувчи ортиқча босимни ифодалайди. Бундай босимла поршень бир марта ўз йўлини босиб ўтганда газларнинг бажарган иши циклнинг индикатор ишига тенг.

Ўртача индикатор босимни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P_{ix} = P_a \frac{\epsilon^{r_1}}{\epsilon - 1} \left[ \frac{\lambda}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

## 2. Дизель

Дизель учун ҳақиқий ( $a_1 c_1 c_2 z_2 b_1 a_1$ ) ва ҳисоблаш йўли билан қурилган индикатор диаграммалар ( $ac z^1 z ba$ ) 45-расмда кўрсатишган. Циклнинг ҳисобланган индикатор иши қуйидагича аниқланади:

$$L_{ix} = L_{z^1 z} + L_{zb} - L_{ac}.$$

Бу ерда бирламчи кенгайишда бажарилган иш:

$$L_{z^1 z} = P_z \cdot V_z - P_{z^1} V_{z^1} = \lambda P_c \cdot V_c (\rho - 1) \text{ бўлади.}$$

Сўнгги кенгайишда бажарилган иш эса:

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

Дизель ва карбюраторли двигателларнинг циклларидаги сиқиш процесси ўзаро фарқ қилмагани учун сиқиш процессида бажарилган иш ҳам карбюраторли двигателдагидек аниқланади, яъни:

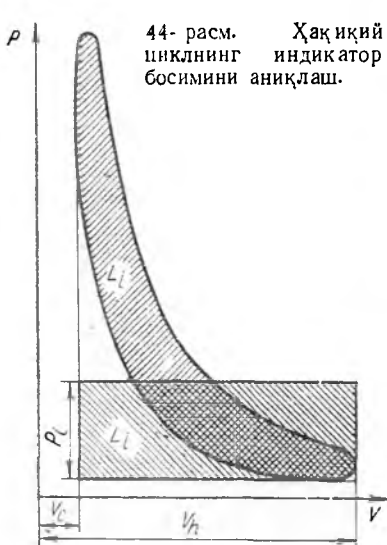
$$L_{ac} = \frac{P_c \cdot V_c}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right)$$

бу ҳолда дизель учун ҳисобланган ўртача индикатор босим қуйидагича бўлади:

$$P_{ix} = P_a \frac{\epsilon^{n_1}}{\epsilon - 1} \left[ \lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

### 3. Ёзиб олинган диаграмма бўйича ўртача индикатор босимни аниқлаш

Ҳақиқий циклниң индикатор диаграммаси босим индикатори ёрдамида фотоқозга 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 кела-



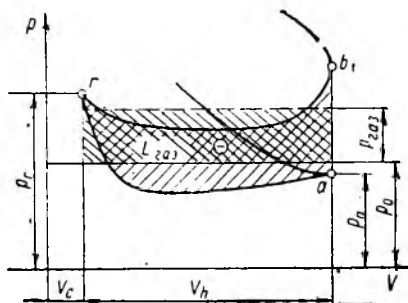
диган иш миқдори кичикдир (44-45-расмлар). Демак,  $L_i = \varphi_r L_{ix}$  бўлади, бу ерда  $\varphi_r$  — диаграмманиң тўлалик коэффиценти. Тўрт тактли двигателлар учун  $\varphi_r = 0,92 \dots 0,97$  га тенг.  $\varphi_r$  ниңг кичик қиймати дизеллар учун, катта қиймати эса карбюраторли двигателлар учун олинади. Тўрт тактли двигателниң ҳақиқий цикли учун ўртача индикатор босимни индикатор иш каби аниқлаш мумкин:

$$P_i = \varphi_r P_{ix}$$

Наддувсиз тўрт тактли двигателларда газ алмашувига  $b_1 r a b_1$  юзага тенг  $L_{газ}$  иш сарфланади (46-расм). Газ алмашув процессиниң ўртача босими қуйидагича ҳисобланади:

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

бу ерда  $L_{газ}$  — Нм,  $V_h$  — м<sup>3</sup> да ифодаланган;



46-расм. Тўрт тактли двигателда газ алмашушга сарф бўладиган иш.

Наддув бўлмаганда  $P_{\text{газ}}$  нинг қийматини қуйидаги ифодадан тахминий ҳисоблаш мумкин:

$$P_{\text{газ}} = P_r - P_{\text{а}}$$

Икки тактли двигателнинг ўртача индикатор босими қуйидагича аниқланади:

$$P_{i\text{x}} = \frac{L_{i\text{x}}}{V_h}$$

Ҳақиқий циклнинг ўртача индикатор босими  $P_i$  эса йўқотилган ҳажмнинг улуши  $\psi$  ни ва диаграмманинг тўлалик коэффиценти  $\varphi_r$  ни ҳисобга олиб, умумий ҳажм  $V_h$  га нисбатан қуйидагича аниқланади:  $P_i = \varphi_r \cdot P_{i\text{x}} \cdot (1 - \psi)$ . Икки тактли дизелларда:  $\varphi_r = 0,94$  1,0 га тенг. Турли двигателларнинг ўртача индикатор босими 9-жадвалда келтирилган.

9- ж а д в а л.

Двигатель тури	$P_i$ кг/см <sup>2</sup>	$P_i$ МПа
Карбюраторли двигателлар	8 12	0,8 1,2
Газ двигателлар	5 7	0,5 0,7
Дизеллар (наддувсиз)	7,5 10,5	0,75 1,05
Наддувли дизеллар	12 ва юқори	1,2 ва юқори
Икки тактли дизеллар	5 . 7	0,5 0,7

Бу қийматлар двигатель тўла нагрузка билан ишлаганда олинган.

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

## 22- §. 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:

$$L_i = P_i \cdot V_h$$

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

Бир цилиндрдан олинладиган индикатор қувват қуйидагига тенг

$$N_{i\text{ц}} = \frac{2n}{\tau} P_i V_h, \text{ Вт,}$$

$i$  та цилиндрга эга бўлган двигателнинг индикатор қуввати

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

бу ерда:  $2n$  — поршеннинг бир секунддаги юриш сонн:

$\tau$  — двигатель такти;

$P_i$  — ўртача индикатор босим,  $\text{Н/м}^2$ ,

$V_h$  — цилиндрнинг иш ҳажми,  $\text{м}^3$ ;

$n$  — тирсакли валнинг бир секунддаги айланишлар частотаси.

Индикатор қувват кВт ларда қўйидагича 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.

### 23-§. ДВИГАТЕЛДА МЕХАНИКАВИЙ ЙЎҚОТИШЛАР

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

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

$$N_m = N_{\text{ишқ}} + N_{\text{ё.м}} + N_{\text{газ}}$$

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

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

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

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

Бу ҳолда:  $N_m = N_{\text{ишқ}} + N_{\text{ё.м}} + N_{\text{газ}} + N_k$  бўлади, бу ерда

$N_k$  — компрессорни ҳаракатга келтириш учун сарфланадиган қувват,

бу қувват двигательнинг тирсакли вали компрессор билан механикавий боғлиқ бўлса, ҳисобга олинади.

Механикавий йўқотишлар қуввати  $N_m$  ни қўйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин:

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

бу ерда  $P_m$  — механикавий йўқотишларнинг ўртача босими, бар.

Механикавий йўқотишларнинг ўртача босимини механикавий йўқотишлар қуввати каби қўйидагича ифодалаш мумкин:

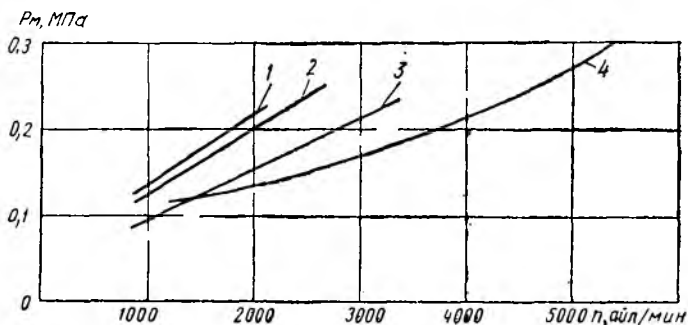
$$P_m = P_{\text{ишқ}} + P_{\text{ё.м}} + P_{\text{газ}} + P_k$$

$P_{иш}$ ,  $P_{эм}$ ,  $P_{газ}$ ,  $P_{к}$  — ишқаланишга, ёрдамчи механизмларни ҳаракатга келтиришга, газлар алмашуви ва компрессорни ҳаракатга келтиришга сарфланган ўртача индикатор босимнинг улушлари.

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

Механикавий йўқотишлар қуввати двигателнинг тури, цилиндр диаметри, поршень йўли, тезлик, нагрузка ва иш шаронтирига боғлиқ.

Бир қатор двигателлар учун механикавий йўқотишлар ўртача босими  $P_m$  нинг айланишлар частотасига боғлиқлик графиклари 47-расмда келтирилган. Графиклардан кўриниб турибдики, бир хил айланиш-



47-расм. Механикавий 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.

лар 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 механикавий йўқотишларнинг ўртача босимини қуйидаги эмпирик формула орқали аниқлаш мумкин:

$$P_m^1 = a + bV_n;$$

Двигатель тури		$b$
Карбюраторли двигателъ: $S/D > 1$		0,155
	$S/D < 1$	0,135
Дизель:	а) ажратилмаган ёниш камерали	0,12
	б) ажратилган ёниш камерали	0,138

бу ерда  $a$  ва  $b$  двигателнинг турига боғлиқ бўлган ўзгармас коэффициентлар бўлиб, уларнинг қийматлари қуйида келтирилган.

$V_n$  — поршеннинг ўртача ҳаракатланиш тезлиги, м/с.

Дизелларда  $P_m$  ёниш камерасининг турига ҳам боғлиқ. Ажратилган ёниш камерали дизелларда қаршиликлар катта бўлгани учун  $P_m$  ҳам катта бўлади. Дизелларда ёнилғи узатиш апарати ишқаланиш жуфтларининг сони, двигателнинг техникавий ҳолати (цилиндрлар блокида ва головкасида накип борлиги, цилиндр қобирғаларида чангнинг бўлиши), совигувчи сув ва мойнинг температураси ҳам механикавий йўқотишларнинг ўртача босимига таъсир кўрсатади. Шу сабабли двигателнинг нормал ишлаши учун талаб қилинадиган совитувчи сув ва мой температураси техникавий шартларда кўрсатилади.

#### 24-§. ЭФФЕКТИВ ҚУВВАТ ВА МЕХАНИКАВИЙ Ф. И. К.

Двигателнинг эффектив қуввати  $N_e$  деб, тирсақли валдан олиннадиган ва иш машинаси (автомобиль, трактор) ни ҳаракатга келтириш учун сарфланадиган қувватга айтилади.

Агар индикатор қувват ва механикавий йўқотишларга сарфланадиган қувват маълум бўлса, эффектив қувват қуйидагича ҳисобланади:

$$N_e = N_i - N_m$$

ёки ўртача эффектив босим:

$$P_e = P_i - P_m$$

Агар  $P_e$  маълум бўлса, эффектив қувватнинг қиймати қуйидаги формула ёрдамида топилади:

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

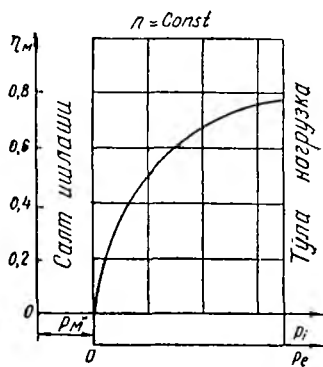
$P_e$  — эффектив босим, цилиндрнинг ҳажм бирлигига тўғри келадиган циклнинг ишини ифодалайди, у ўзгармас бўлиб, бунда поршеннинг бир йўлида газлар бажарган иш циклда бажарилган эффектив ишга тенг бўлади. Агар индикатор қувват ва босим ҳамда эффектив қувват ва босим маълум бўлса, механикавий ф. и. к.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

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

ёки

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$$

Механикавий ф. и. к. двигатель нагрукасига боғлиқ бўлиб, нагрукка ошган сари  $\eta_m$  нинг қиймати катталашади, чунки ис-сиқликнинг кўп қисми эффектив ишга айланади. Ушбу боғланиш 48-расмда кўрсатилган.  $P_e$  босим двигателга берилган нагруккани кўрсатади. Юқорида айтганимиздек, двигатель салт ишлаганда  $P_i = P_m$  ва  $N_e, P_e, \eta_m = 0$  бўлади. Нагрукка



48-расм. Механикавий ф. и. к.  $\eta_m$  нинг нагруккага боғлиқлиги.

ошган сари механикавий ф. и. к. катталашиб, двигателнинг тўлиқ нагрукасида ўзининг энг катта қийматига эришади.

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

10-жадвалда номинал режимда ишлаётган турли двигателлар учун ўртача эффектив босим ва механикавий ф. и. к. нинг қийматлари келтирилган.

10-жадвал.

Двигатель тури	$\eta_m$	$P_e$ бар	$P_e$ , МПа
Карбюраторли двигателлар	0,7...0,85	7,5...9,5	0,75...0,95
Дизеллар (наддувиз)	0,7...0,82	6,0...8,5	0,6...0,85
Наддувли дизеллар	0,8	0,9 10 ва юқори	1,0 ва юқори
Икки тактли дизеллар	0,7...0,85	4,0...7,5	0,4...0,75

### 25-§. ЁНИЛҒИ САРФИ ВА Ф. И. К.

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

Двигателни синаш маълум тезлик ёки нагрукка режимларида олиб борилади (яъни,  $P_e = const$  ёки  $n = const$ ). Ўлчашлар 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  $\Delta q$  — ўлчанаётган ёнилғи миқдори, г;  $\tau$  — сарф вақти, с.

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

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

Ёнилғининг солиштирма эффектив сарфи:

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

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



$$q_e = \frac{q_i}{\eta_m}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

Ҳақиқий циклларла ёнилғининг ёниши натижасида ажралиб чиққан иссиқликдан фойдаланиш даражаси индикатор ф. и. к  $\eta_i$  орқали баҳоланади ва у ёнилғининг солиштирама 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  $\eta_i$  нинг қиймати термик ф. и. к. нинг қийматидан доимо кичик бўлади, чунки циклнинг номукамаллиги натижасида қўшимча йўқотишлар ҳосил бўлади. Бу фарқ нисбий ф. и. к  $\eta_n$  орқали ифодланади.

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

Бу ифодадан кўриниб турибдики, циклда иссиқликдан фойдаланиш қанчалик мукамал ташкил қилинган бўлса,  $\eta_n$  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:

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

Агар  $\eta_i$  ва  $\eta_m$  маълум бўлса,  $\eta_e$  қуйидагича ҳисобланади:

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

Номинал режимда ишлаётганда автомобиль двигателлари учун ёнилғининг сол штирма сарфи, индикатор ва эффектив ф. и. к. ларнинг қиймати 11-жадвалда келтирилган.

11-жадвал

Двигатель турлари	Ёнилғининг солиштирама сарфи				$\eta_i$	$\eta_e$
	г(кВт·соат) $q_i$	г(о.к.соат) $q_i$	г(кВт·соат) $q_e$	г(о.к.соат) $q_e$		
Карбюраторли	245—300	180—220	330—325	220—260	0,28—0,35	0,25—0,29
Тезюрар дизеллар	175—205	130—150	220—240	160—180	0,42—0,48	0,35—0,40
Газ билан ишлай- диган	—	—	—	—	0,28—0,33	0,23—0,26

Циклда иссиқликдан самарали фойдаланиш учун унга таъсир қилувчи факторларни билиб олиш керак. Фақат бу факторларга 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,  $\eta_i$  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  $M_1$  моль янги заряд ва атмосфера шароити  $P_o$  ва  $T_o$  учун қуйидагича аниқлаймиз:

$$V_h = 8314 \frac{M_1 T_o}{P_o \eta_v}$$

Бу ҳолда  $L_i$  қуйидаги кўринишга келади:

$$L_i = 8314 \frac{P_i}{P_o} \cdot \frac{M_1 \cdot T_o}{\eta_v}$$

Демак, индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = 8314 \frac{P_i}{P_o} \cdot \frac{M_1}{H_u} \cdot \frac{T_o}{\eta_v}$$

бўлади.

$$M_1 = \alpha L_o = \frac{\alpha l_o}{\mu_x} \text{ ва } \mu_x \cdot R = 8314$$

эканлигини ҳисобга олсак, юқоридаги ифода қуйидагича ёзилади:

$$\eta_i = 8314 \frac{P_i \alpha \cdot l_o}{R \cdot \mu_x \rho_o \cdot H_u \cdot \eta_v} = \frac{P_i \alpha \cdot l_o}{H_u \cdot \eta_v \cdot \rho_o}$$

Агар  $P_i$  бар ва  $H_u$  МЖ/кг деб олинса, тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\eta_i = \frac{\alpha \cdot l_o \cdot P_i}{10 H_u \cdot \eta_v \rho_o}$$

Индикатор ф. и. к. маълум бўлса, ёнилгининг солиштирма индикатор сарфи қуйидагича аниқланади:

$$g_i = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_i} \text{ ёки } g_i = \frac{3600 \rho_o \eta_v}{\alpha l_o P_i}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

Наддувли двигателъ 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:

$$g_e = 36000 \frac{\rho_o \eta_v}{\alpha \cdot l_o \cdot P_e}, \text{ г/(кВт соат)}$$

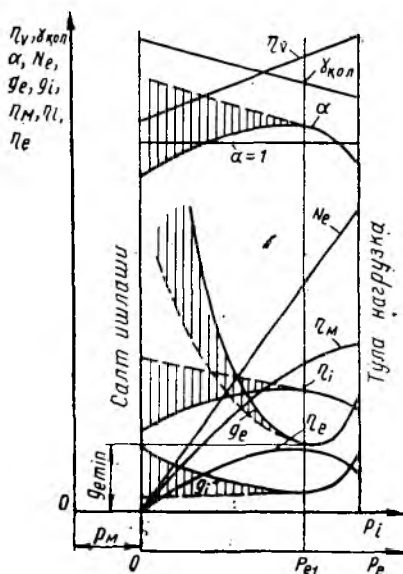
## 26- §. ЁНИЛЎНИНГ СОЛИШТИРМА САРФИ ВА ДВИГАТЕЛЬ ҚУВВАТИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ФАКТОРЛАР

### Ёнилғининг солиштирма сарфига таъсир қилувчи факторлар

Ёнилғининг солиштирма сарфини аниқлаш формулаларини анализ қилиш шунни кўрсатадики, у янги заряд зичлиги  $\rho_0$  га, унинг миқдори  $\alpha l_0$  га, тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  га ва ўртача эффектив  $P_e$  ёки индикатор  $P_i$  босимга боғлиқдир. Бу факторларнинг двигатель тежамлилигига таъсирини алоҳида-алоҳида текшириш анча мураккаб, чунки бир факторнинг ўзгариши билан бошқалари ҳам ўзгаради. Бу ўзгаришлар турли двигателларда ҳар хил кечади. Шу сабабли бу факторлар таъсирини нарузкалар орқали анализ қилиш қулай.

49-расмда карбюраторли ва учқун билан ўт олдириладиган двигателлар асосий кўрсаткичларининг  $n = const$  бўлгандаги нарузкага қараб ўзгариш характери кўрсатилган.

Двигатель салт ишлаганда ўртача эффектив босим  $P_e$  ва ф. и. к.  $\eta_e = 0$  бўлади, чунки  $P_i = P_m$ , яъни индикатор иш ишқаланишга, газ алмашувига ва қўшимча механизмларни ҳаракатга келтиришга сарфланади. Бундан ташқари, тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  энг кичик қийматга эга бўлади. Дроссель-заслонка очила бошлаши билан тўлдириш коэффициенти ҳам ўса бошлайди ва дроссель-заслонка тўла очилганда ўзининг энг катта қийматига эришади. Бу вақтда двигатель энг катта нарузка билан ишлайди, демак, двигателдан энг катта қувватни олиш учун дроссель-заслонка тўла очиқ бўлиши керак. Нарузка камайиши билан қолдиқ газлар коэффициенти  $\gamma_{кол}$  ортади ҳамда ёнилғининг ёниш шароити ёмонлашади. Дроссель-заслонка қия ёпилган шароитда ёнувчи аралашма ёниши учун аралашмани қуюқлаштириш, яъни ёнилғини кўпроқ бериш керак, бу эса карбюраторни махсус усулда сошлаш орқали амалга оширилади. 49-расмдан кўриниб турибдики, двигатель кичик нарузкаларда ишлаганда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти бирдан кичик ( $\alpha < 1$ ) бўлади. Бу эса карбюраторли двигателларнинг асосий камчиликларидан биридир, чунки бундай шароитда  $\eta_v$  камайди ва  $g_e$  ортиб кетади. Ўрта нарузкаларда ҳавонинг ортиқлик коэффициенти бирдан катта ( $\alpha > 1$ ) бўлади ва двигатель тежамли ишлайди. Агар нарузкани яна ҳам кўпайтириш керак бўлса, дроссель-

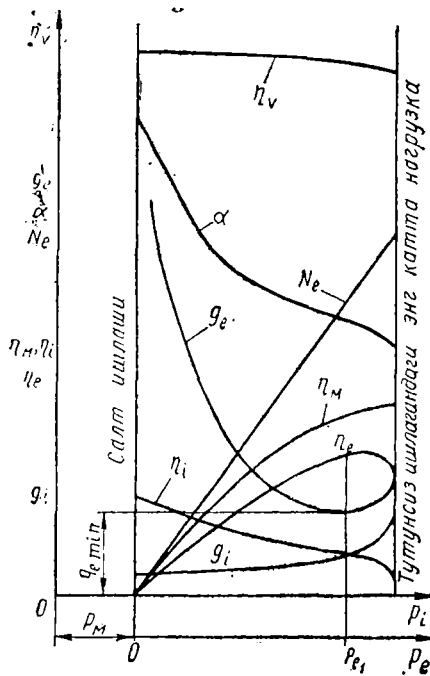


49- расм. Карбюраторли ва аланга билан ўт олдириладиган двигатель асосий кўрсаткичларининг нарузкага қараб ўзгариши ( $n = const$ ).

заслонкани каттароқ очиш керак. Шу вақтда экономайзер ишга тушади, ёнувчи аралашма қуюқлашади ва двигателдан энг катта қувват олинади, лекин тежамлилик бир оз ёмонлашади,  $\alpha$  эса пасаяди. Нагрузка  $P_e$  ошиши билан механикавий ф. и. к. нолдан максимумгача ўсади. Эффектив ф. и. к.  $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$  эса двигатель салт ишлаганда нолга тенг бўлади, нагрузка ортиши билан  $i$  у ҳам ортади.  $\eta_e$  максимал қийматга  $P_{e1}$  да эришади. Нагрузканинг бундан кейинги оширилиши ёнилғи иссиқлигидан чала фойдаланишга олиб келади, бунда  $\eta_i$  пасаяди ва натижада эффектив ф. и. к.  $\eta_e$  ҳам пасаяди. Ёнилғининг солиштирма эффектив сарфи  $g_e$  эффектив ф. и. к.  $\eta_e$  га мос равишда ўзгаради.  $\eta_{e \max}$  бўлганда  $g_{e \min}$  бўлади. Карбюраторли двигателларда нагрузка камайиши билан  $\eta_i$  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%) дроссель-заслонка чала ёпиқ ҳолда бўлади. Бунда нагрузка  $P_{e1}$  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 чизиқлар билан кўрсатилган (49-расм). Кўриниб турибдики, бу турдаги карбюраторли двигателнинг кўрсаткичлари ( $\eta_i, g_i, g_e$ )

жуда ҳам мукамал ва дизелникига яқиндир, чунки бундай шароитда ёнилғи тўла ёнади.

Дизель асосий кўрсаткичларининг  $n = const$  бўлгандаги нагрузкага қараб ўзгариш характери 50-расмда кўрсатилган. 49- ва 50-расмларни анализ қилиб, дизелда тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  нинг, ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha$  нинг, индикатор ф. и. к.  $\eta_i$  нинг ва ёнилғининг индикатор солиштирма сарфи  $g_i$  нинг нагрузкага боғлиқлик характери карбюраторли двигателларникига қараганда бутунлай бошқача эканлигини кўрамыз. Дизелда нагрузка ошганда қуйидагилар содир бўлади: тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  бир оз камаяди, чунки нагрузка ошганда заряднинг қизиши кузатилади; ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha = 6...1,2$  оралиғида ўзгаради; индикатор ф. и. к.  $\eta_i$  нинг қиймати 0,5 дан 0,4 гача пасаяди; ёнилғининг индикатор солиштирма сарфи  $g_i$  бир оз катталашади. Дизелда нагрузкани ка-



50- расм. Дизель кўрсаткичларининг нагрузкага қараб ўзгариши.

майтириш учун пуркалаётган ёнилғи миқдори камайтиради, натижада  $\alpha$  нинг миқдори катталашади. Бу эса ёниш процессини ю. ч. н. яқинида тугаллашга олиб келади, ёнилғининг кўпгина қисми ўзгармас ҳажмда ёнади, натижада иссиқликдан фойдаланиш яхшиланади ( $\eta_i$  катталашади,  $g_i$  пасаяди). Дизель бошқа кўрсаткичлари ( $N_e$ ,  $\eta_m$ ,  $\eta_e$  ва  $g_e$ ) нинг ўзгариш характери худди карбюраторли двигателдагидек бўлади.

Дизелнинг эффектив ф. и. к.  $\eta_e$  ва солиштирма сарфи  $g_e$  ўзининг оптимал қийматига  $P_{e1}$  нагрукда (80—85%) эришади. Дизелдан катта нагрук олиш талаб қилинганда пуркалаётган ёнилғининг миқдори яна ҳам оширилади. Бунда  $\alpha$  нинг қиймати кичиклашади ( $\alpha = 1,4 \dots 1,2$ ), натижада аралашма ҳосил қилиш ва ёниш процесслари ёмонлашади. Бундай шароитда индикатор ф. и. к. кескин камаяди, бу камайиш механикавий ф. и. к. нинг ортиши билан компенсацияланмайди, натижада ёнилғининг солиштирма сарфи ( $g_i$ ,  $g_e$ ) ортади. Шу сабабли дизелларда нагруканинг ошиш чегараси қилиб ишлатилган газларда тутун пайдо бўлиш вақти олинган. Дизелнинг бундан ортқ нагрукда ишлашига йўл қўйиш мақсадга мувофиқ эмас.

Дизелларнинг карбюраторли двигателларга нисбатан энг асосий афзаллиги уларнинг ўрта ва кичик нагрукларда кам ёнилғи сарфлашидир (30—35%), чунки  $\alpha$  нинг катта қийматларида ҳам ёниш тўла таъминланади.

### Двигателнинг қувватига таъсир қилувчи факторлар

Двигателнинг қувватига асосан қуйидаги факторлар таъсир қилади: ўртача индикатор босим  $P_i$ ; цилиндр диаметри  $D$ ; поршень йўли  $S$ ; айланишлар частотаси  $n$  ва тактлар сони  $\tau$ . Агар  $\eta_i = \frac{\alpha I_0 P_i}{10 H_u \rho_o \eta_v}$  ва  $P_e = \eta_m P_i$  эканлигини эътиборга олсак, у ҳолда индикатор ва эффектив қувватларни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$N_i = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{I_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot \eta_v \cdot \rho_o \cdot i \cdot V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт}$$

ва  $N_e = N_i \eta_m$  бўлгани учун:

$$N_e = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{I_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot \eta_v \cdot \eta_m \cdot \rho_o \cdot i V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт бўлади,}$$

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

Юқоридаги тенгламани анализ 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 ўлчамларининг ўсишига боғлиқ. Шунинг учун қувватни оширишнинг шундай усулларини топиш керакки, улар иш ҳажми бирлигига тўғри келадиган қувватни оширсин.

Турли хилдаги двигателлар лойиҳаларининг мукамаллигини бир литр иш ҳажмидан олинадиган қувват билан баҳолаш қабул қилинган. Литравий қувватни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$N_d = \frac{N_e}{iV_n} = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_o} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot \eta_m \cdot \eta_v \cdot \rho_o \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ кВт/л.}$$

Бу тенглама двигателнинг литравий қувватига таъсир қилувчи асосий факторларни анализ қилишга ёрдам беради. Изланишлар литравий қувватга асосан қуйидаги факторлар таъсир қилишини кўрсатади:  $n$  — айланишлар частотаси;  $\tau$  — тактлар сони;  $\eta_i/\alpha$  — нисбат;  $\rho_o$  — ҳавонинг зичлиги ва бошқалар.

$\frac{H_u}{l_o}$  қиймат амалда  $N_d$  га таъсир кўрсатмайди, чунки  $H_u$  ва  $l_o$  катталиклар — суюқ ёнилғилар учун ўзгармас.

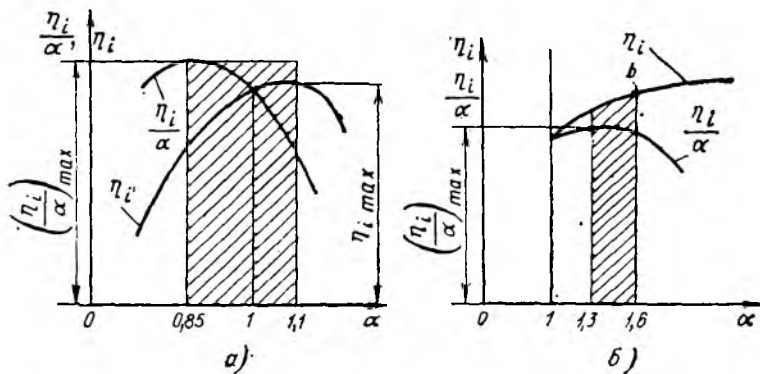
Двигателнинг литравий қувватини ошириш усулларидан асосийси унинг айланишлар частотасини оширишдир.

Айланишлар частотасининг энг катта қиймати ёниш процессининг қониқарли кетиши, двигатель асосий деталарининг ейилиши ва поршеннинг ўртача тезлиги билан чегараланади. Юк автомобиль двигателлари учун поршеннинг ўртача тезлиги  $C_n = 9...11$  м/с, енгил автомобиль двигателлари учун эса  $C_n = 11...15$  м/с ни ташкил этади.

Ёниш процессини двигателнинг жуда катта айланишлар частотасида ( $n=12000...14000$  айл/мин) ҳам қониқарли ташкил қилиш мумкин. Поршеннинг ўртача тезлигини эса маълум чегарада қисқа йўлли поршень конструкциясини қўллаб сақлаш мумкин. Қисқа йўлли  $S/D < 1$  двигатель конструкциясини қўллаш қатор афзалликларни беради. Бунда айланишлар частотасини ошириш, совитувчи муҳитга иссиқлик беришни камайтириш; двигатель головкасига катта клапанлар ўрнатиш ва ҳаво ўтказувчи юзаларни катталаштириш; тирсақли вални мустаҳкамлаш; двигатель конструкциясини ихчамлаш; двигатель массасини камайтириш мумкин.

Двигателнинг литравий қувватини оширишнинг яна бир усули цилиндрга кираётган ҳавонинг зичлигини оширишдан иборат. Бунга эса наддув қўллаб эришилади. Бу усул билан двигательдан олинаётган қувватни 70 % гача ошириш мумкин. Двигатель тоғлик районларда ишлаганда ҳаво зичлиги  $\rho_o$  нинг пасайишини ҳам ҳисобга олиш керак. Агар  $\rho_o$  нинг пасайиши наддув билан компенсацияланмаса, двигательнинг қуввати баландликка кўтарилиши билан кескин пасаяди. Бу ҳолда двигателнинг қувватини ошириш учун кўпроқ ёнилғи беришга тўғри келади, натижада  $\alpha$  нинг миқдори кичиклашади, ёнилғи чала ёнади ва двигатель қизиб кетади, сув эса қайнай бошлайди ва двигателни тўхтатиб совитиш керак бўлади. Бу ҳодиса, айниқса, эски конструкцияли двигателларда кўпроқ содир бўлади.

Тактлар сони  $\tau$  двигателнинг қувватига катта таъсир кўрсатувчи асосий факторлардан биридир. Тўрт тактли цикл ўрнига икки тактли цикл қўллаб, двигателнинг максимал қувватини назарий жиҳатдан икки баравар ошириш мумкин. Лекин амалда бундай бўлмайди, чунки икки тактли двигателда газ алмашиш процесси поршеннинг п. ч. н. атрофидаги ҳаракатида амалга оширилади ва иш ҳажмининг бир қисми бу процессда йўқотилади. Бундан ташқари, компрессорни ҳаракатга келтириш учун индикатор қувват сарфланади. Цикллар сони икки марта кўп бўлгани учун двигатель қизийди, шу сабабли пурка-



51- расм. Ёнувчи аралашма таркибининг двигатель қувватига ва тежамли-  
лигига таъсири:

а — карбюраторли двигатель; б — дизель.

лаётган ёнилғи миқдори чегараланган бўлади. Натижада литравий қувват фақат 40...60% га ортади. Икки тактли дизелларнинг ишлаш муддати қисқа бўлади, шу сабабли улар СССРда ишлаб чиқарилмайди.

Механикавий ф. и. к. қанча катта бўлса, литравий қувват шунча катта бўлади. Бунинг учун ишқаланишга ва қўшимча механизмларни ҳаракатлантиришга сарфланадиган қувватни камайтириш керак. Шу сабабли деталларнинг тайёрланиш ва двигательни йиғиш сифати кагта аҳамиятга эга. Эксплуатация шароитларида мойнинг навига ва температурасига, совитувчи сувнинг температурасига ҳамда техникавий талабларга риюя қилиш зарур.

$\frac{\eta_i}{\alpha}$  қиймат двигательда иш процессининг яхши ёки ёмон ташкил

этилганлигини характерлайди. Двигатель қувватини ошириш учун  $\frac{\eta_i}{\alpha}$  нисбат мумкин қадар катта бўлиши керак. Бу қийматнинг ёнувчи аралашма таркиби  $\alpha$  га боғлиқ равишда ўзгариш характери карбюраторли двигатель учун 51- расм, а да берилган.

Карбюраторли двигательларда ф. и. к.  $\alpha = 1,05...1,15$  бўлганда индикатор ф. и. к. энг катта қийматга эришади.  $\frac{\eta_i}{\alpha}$  нисбат эса  $\alpha = 0,85...0,90$  бўлганда ўзининг энг катта қийматига эришади. Двигатель  $\alpha = 0,85...1,15$  оралиқда ишлаганда унинг кўрсаткичлари оптимал қийматларга эга бўлади ва у карбюраторни созлаш диапазонини белгилайди (штрихланган юза).  $\alpha$  нинг бундан бошқа қийматларида двигательнинг кўрсаткичлари кескин ёмонлашади.

51- расм, б да дизеллар учун  $\eta_i$  ва  $\frac{\eta_i}{\alpha}$  ларнинг  $\alpha$  га боғлиқлиги

кўрсатилган. Дизелларда  $\frac{\eta_i}{\alpha}$  нисбат ўзининг энг катта қийматига  $\alpha = 1,2...1,4$  бўлганда эришади.  $\alpha$  нинг бундан кейинги камайиши ёки орти-

пида бу нисбат пасая бошлайди. Агар ёнувчи аралашмаларда  $\alpha < 1,2$  бўлса, ёниш процесси кескин ёмонлашади, ишлатилган газларда тутун пайдо бўлади ва двигателнинг ўта қизиши кузатилади. Демак,  $\alpha$  нинг энг кичик қиймати  $\alpha$  нуқта билан чегараланиши лозим.  $\alpha$  нинг 1,4 дан катга қийматларида индикатор  $\phi$ . и. к. катталашади, лекин  $\frac{\eta_i}{\alpha}$  қиймат секин-аста кичиклашади. Шу сабабли  $\alpha$  нинг юқори қиймати  $b$  нуқта билан чегараланиб, бунда дизель оптимал кўрсаткичларга эришади.

Барча двигателларда тўлдириш коэффициентини мумкин қадар оширишга ҳаракат қилиш керак, чунки у литравий қувватга ижобий таъсир кўрсатади.

Карбюраторли двигателларнинг литравий қуввати дизелларникига қараганда анча юқори, чунки дизелларда айланишлар частотасининг қиймати 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.

## 27-§. ДВИГАТЕЛНИНГ ИССИҚЛИК БАЛАНСИ

*Двигателнинг иссиқлик баланси* цилиндрларда ёнган ёнилғи иссиқлигининг нималарга сарфланишини кўрсатади. Двигатель конструкциясини ўзгартириб ва баъзи факторларга таъсир қилиб иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш мумкин.

Двигателнинг иссиқлик баланси уни стенда ҳар хил шароитларда синаш натижасида олинади. Бунинг учун двигателнинг эффектив қуввати, ёнилғи ва сувнинг соатли сарфи, двигателга кираётган ва ундан чиқётган сувнинг температураси, ишлатилган газларнинг ва янги заряднинг температураси ўлчаниши шарт. Бу ҳолда иссиқлик баланси формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Q_y = Q_e + Q_{сов} + Q_r + Q_{ч.е} + Q_{кол.}$$

бу ерда:  $Q_y$  — двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори;

$Q_e$  — двигателнинг эффектив ишига сарфланган иссиқлик;

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

$Q_r$  — ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик;

$Q_{ч.е}$  — чала ёниш натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик;

$Q_{кол.}$  — иссиқлик балансининг қолдиқ қисми, у ҳисобга олинмаган иссиқлик сарфини (мойга бериладиган иссиқлик ва ҳ. к. ни) билдиради.

Иссиқлик балансининг ҳар бир ташкил этувчисини двигателга киритилган умумий иссиқлик миқдори  $Q_y$  га бўлсак, иссиқлик балансининг ташкил этувчилари процент ҳисобида ифодаланади:

$$q_e = \frac{Q_e}{Q_y} 100\%, \quad q_{сов} = \frac{Q_{сов}}{Q_y} 100\% \text{ ва ҳоказо.}$$

Бу ҳолда:



$$q_y = q_e + q_{\text{сов}} + q_r + q_{\text{ч.}} + q_{\text{кол}} = 100\%$$

Бир соат давомида двигателга берилган иссиқликнинг умумий миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_y = H_n \cdot G_e, \text{ кЖ соат;}$$

бу ерда  $G_e$  — ёнилгининг соатли сарфи.

Эффектив ишга сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q_e = 3600 N_e, \text{ кЖ соат;}$$

бу ерда  $N_e$  — эффектив қувват, кВт.

Цикл давомида совитувчи муҳитга берилётган иссиқлик миқдорини аниқлаш учун бир соат давомида двигатель орқали ўтган сувнинг миқдори  $G_{\text{суб}}$ , двигателга кираётган ва чиқаётган сувнинг те-пературалари  $t_{\text{ч.к}}$  ва  $t_{\text{к.р}}$  маълум бўлиши керак. Бу ҳолда:

$$Q_{\text{сов}} = 4,186 G_{\text{суб}} (t_{\text{ч.к}} + t_{\text{к.р}}), \text{ кЖ соат;}$$

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

- $G_e \cdot M_2 \cdot \mu C_p t_r$  — I соат давомида цилиндрдан ишлатилган газлар билан чиқиб кетган иссиқлик миқдори, кЖ соат;
- $G_e M_1 \mu C_p t_o$  — I соат давомида цилиндрга янги заряд билан киритилган иссиқлик миқдори, кЖ соат;
- $t_r$  — ишлатилган газларнинг чиқариш труба-дан кейин ўлчап-ган температураси, °С;
- $t_o$  — двигатель цилиндрига кирган янги заряднинг температураси, °С.

Ёнилгининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик миқдори  $Q_{\text{ч.}}$  одатда,  $\alpha \ll 1$  бўлса, алоҳида ҳисобланмайди ва  $Q_{\text{кол}}$  га қўшилади, яъни:

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

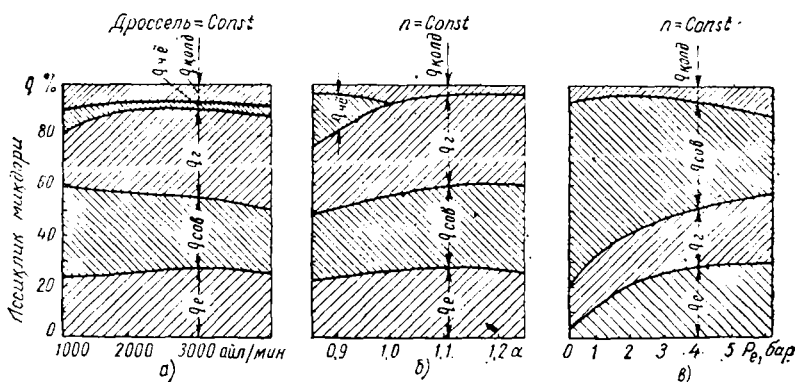
Двигателни синашда  $\alpha < 1$  бўлса, ёнилгининг чала ёниши натижасида ажралиб чиқмаган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_{\text{ч.ё}} = \Delta H_n \cdot G_e$$

Бу ҳолда:

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

Карбюраторли двигателнинг дроссель-заслонкаси тўлиқ очиб ишлатилганда иссиқлик балансининг айлланишлар частотасига қараб ўзгариш характери 52-рasm, а да кўрсатилган. Айлланишлар частотаси 1000 айл мин дан 4200 айл мин гача ошганда фойдаланиладиган эффектив иссиқлик  $g_e$  24% дан 27,5% гача ортади; совитувчи сувга бериладиган иссиқлик миқдори эса 36% дан 27% гача камаяди; ишлатилган газлар олиб кетган иссиқлик миқдори сезиларли даражада ортади.



52-расм. Двигателнинг иссиқлик баланси:  
 а, б — карбюраторли двигатель; в — дизель.

Аралашма таркиби  $\alpha$  нинг иссиқлик балансига таъсири 52- расм, б да кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики,  $\alpha = 1,1 \dots 1,15$  бўлганда иссиқликдан самарали фойдаланилади,  $\alpha = 0,85$  бўлганда эса чала ёниш натижасида иссиқликнинг 20% йўқотилади.

Дизель иссиқлик балансининг нагрузка бўйича ўзгариши 52- расм в да тасвирланган. Дизелларда нагрузка ортиши билан  $q_e$ ,  $q_г$  нинг қийматлари ортади,  $q_{сов}$  эса сезиларли даражада камаяди.

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

Жадвал

Двигатель тури	$q_e = \eta_e$	$q_{сов}$	$q_г$	$q_{ч.ё}$	$q_{кол}$
Карбюраторли двигатель	21...28	12...27	30...55	0...45	3...10
Дизель: наддувиз	29...42	15...35	25...45	0...5	2...5
наддувли	35...45	10...25	25...40	0...5	2...5

## VII бoб

### 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 толади.

1. Ҳисобланиши зарур бўлган двигателнинг асосий параметрлари:  $N_e$  — эффектив қувват;  $n$  — эффектив қувватга мос айланишлар частотаси;  $\epsilon$  — сиқиш даражаси;  $\alpha$  — ҳавонинг ортиқлик коэффициенти;  $l$  — цилиндрлар сони;  $S D$  — поршень йўлининг цилиндр диаметрига

нисбати ва двигатель тури (карбюраторли двигатель ёки дизель) бериллади.

2. Статистик маълумотларга асосланиб, двигательнинг иссиқлик ҳисобига зарур параметрлар танланади:

( $P_0$ ,  $T_0$ ,  $P_r$ ,  $P_a$ ,  $T_a$ ,  $T_r$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $\xi$ ,  $H_u$ ,  $C_n$  ва ёнилғи таркиби).

3. Юқорида берилган режим учун двигательнинг иссиқлик ҳисоби-ни бажариш. Индикатор диаграмманинг характерли нуқталари ( $c$ ,  $z$ ,  $b$ ,  $a$ ) учун босим ва температураларни аниқлаш. Двигательнинг индикатор ва эффектив кўрсаткичларини ҳисоблаш ( $P_i$ ,  $P_m$ ,  $P_e$ ,  $\eta_i$ ,  $\eta_m$ ,  $g_c$ ,  $g_i$ ).

4. Двигательнинг энергетик кўрсаткичларидан фойдаланиб берилган қувват учун бир цилиндрнинг иш ҳажми  $V_h$  ни аниқлаш.

5. Цилиндрнинг диаметри ( $D$ ) ва поршень йўли ( $S$ ) ни аниқлаш. Поршеннинг ўртача тезлиги  $C_n$  ни текшириш.

6. Двигательнинг литражи  $V_d$  ни аниқлаш ва энг катта қувватни ( $N_{e_{max}}$ ) ҳисоблаш.

7. Двигательнинг 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. Фақат шу ҳолдагина двигательнинг иссиқлик ҳисоби тўғри бўлади.

Двигательнинг иссиқлик ҳисобига зарур бўлган параметрлар танланаётганда эксплуатация шароитларини ҳисобга олиш ( $P_0$  ва  $T_0$ ) керак, чунки ўрта Осиё зонасига юқори температура (+50 С гача) ва кичик босим (640 мм симоб устуни) характерлидир. Бу факторлар двигательнинг қуввати ва тежамлилигига қандай таъсир қи ишини анализ қилиш алоҳида аҳамиятга эга.

Қўйида карбюраторли двигатель ва дизеллар учун иссиқлик ҳисобларини кўриб чиқамиз.

## 28-ў. КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛЬ

Юк автомобили шассисига ўрнатиладиган тўрт тактли карбюраторли двигательнинг иссиқлик ҳисоби бажарилиши ва унинг тежамлилиги ҳамда асосий ўлчамлари аниқланиши талаб қилинсин. Қўйидаги параметрлар берилган:

Эффектив қувват  $N_e = 73,5$  кВт; айланишлар частотаси  $n = 3600$  айл/мин; сиқиш даражаси  $\epsilon = 7,2$ ; ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha = 0,9$ , цилиндрлар сони  $i = 6$ ; поршень йўлининг цилиндр диаметрига нисбати  $\frac{S}{D} = 0,95$ ;

а) Қўшимча параметрлар:

— атмосфера босими  $P_0 = 0,1033$  МПа;

— атмосфера температураси  $T_0 = 310$  К (иссиқ шароит учун);

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

— қолдиқ газлар температураси  $T_r = 1050^\circ\text{К}$ ;

— янги заряднинг цилиндрга киришдаги температураси  $T_0' = T_0 + \Delta T = 310 + 20 = 330$  К;

- янги заряднинг қўшимча қизиши  $\Delta T = 20$
- сиқиш ва кенгайиш процессларининг политропа кўрсаткичлари  $n_1 = 1,36$  ва  $n_2 = 1,23$ ;
- иссиқликдан фойдаланиш коэффициенти  $\xi = 0,9$ ;
- А-76 бензинининг элементар таркиби  $C = 0,855$ ,  $H_2 = 0,145$ ;
- қуйи ёниш иссиқлиги  $H_u = 44$  МЖ/кг;
- киритиш процесси охиридаги ёнувчи аралашманинг босими,

$$P_a = 0,085 \text{ МПа}$$

б) Киритиш охиридаги параметрлар:

- қолдиқ газлар коэффициенти:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T'_o}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\epsilon P_a - P_r} = \frac{330}{1050} \cdot \frac{0,12}{7,2 \cdot 0,085 - 0,12} = 0,077$$

- киритиш охирида цилиндрдаги газлар температураси:

$$T_a = \frac{T'_o + \gamma_{\text{кол}} \cdot T_r}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{330 + 0,077 \cdot 1050}{1 + 0,077} = 382^\circ \text{К};$$

- тўлдириш коэффициенти

$$\eta_v = \varphi \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_a (1 + \gamma_{\text{кол}})} = 1,1 \cdot \frac{7,2}{7,2 - 1} \cdot \frac{0,085}{0,1033} \cdot \frac{310}{382 (1 + 0,077)} = 0,79$$

в) Сиқиш процесси охиридаги параметрлар:

- ёнувчи аралашма босими:

$$P_c = P_a \cdot \epsilon^{n_1} = 0,085 \cdot 7,2^{1,36} = 1,24 \text{ МПа},$$

- ёнувчи аралашма температураси:

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

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

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

$$l_o = \frac{1}{0,23} \left( \frac{8}{3} C + 8H_2 \right) = \frac{1}{0,23} \left( \frac{8}{3} \cdot 0,855 + 8 \cdot 0,145 \right) = 14,95 \frac{\text{кг ҳаво}}{\text{кг ёнилғи}}$$

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

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

- ёнувчи аралашманинг килограммдаги миқдори

$$C_1 = 1 + \alpha l_o = 1 + 0,9 \cdot 14,95 = 14,46 \text{ кг};$$

— ёнувчи аралашманинг кмольдаги миқдори

$$M_1 = \alpha L_0 + \frac{1}{\mu_a} = 0,9 \cdot 0,519 + \frac{1}{15} = 0,476 \text{ кмоль};$$

— ёниш маҳсулотларининг миқдори:

$\alpha < 1$  бўлганда ёниш маҳсулотлари қуйидаги газлардан ташкил топган бўлади:  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  буғ ва  $\text{N}_2$ ;  
ис газ:

$$M_{\text{CO}} = 0,42 \frac{1-\alpha}{1+K} L_0 = 0,42 \frac{1-0,9}{1+0,5} 0,519 = 0,0145 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

бу ерда  $K = \frac{M_{\text{H}_2}}{M_{\text{CO}}} = 0,5$  деб олинади;

карбонат ангидрид:

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{C}{12} - M_{\text{CO}} = \frac{0,855}{12} - 0,0145 = 0,0567 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

водород:

$$M_{\text{H}_2} = M_{\text{CO}} \cdot K = 0,0145 \cdot 0,5 = 0,0072 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

сув буғи:

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{H}{2} - M_{\text{H}_2} = \frac{0,145}{2} - 0,0072 = 0,0653 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

азот:

$$M_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot \alpha L_0 = 0,79 \cdot 0,9 \cdot 0,519 = 0,369 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

— ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:

$$M_2 = M_{\text{CO}} + M_{\text{CO}_2} + M_{\text{H}_2} + M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{N}_2} = 0,0145 + 0,0567 + \\ + 0,0072 + 0,0653 + 0,369 = 0,513 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

— 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 химиявий коэффициенти

$$\mu_o = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,513}{0,476} = 1,078;$$

— молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициенти

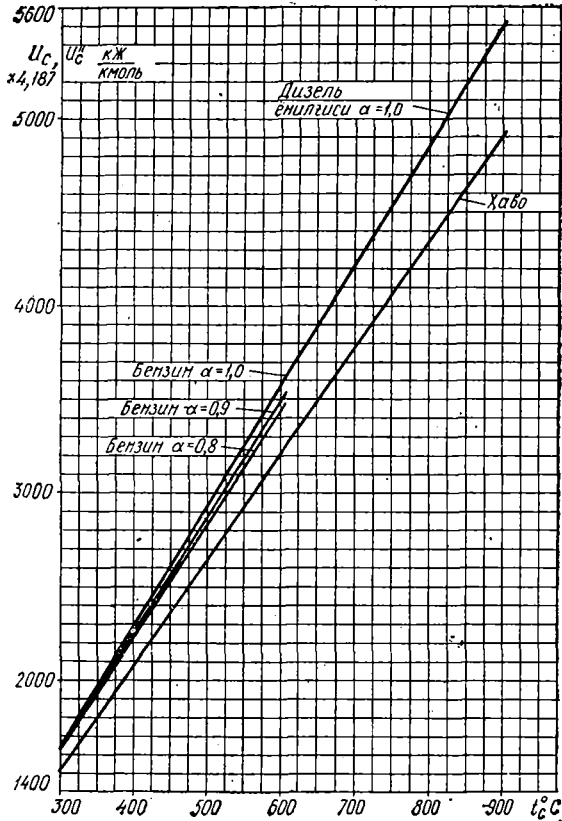
$$\mu = \frac{\mu_o + \gamma_{\text{қол}}}{1 + \gamma_{\text{қол}}} = \frac{1,078 + 0,077}{1 + 0,077} = 1,07;$$

д) Ёниш процессининг параметрлари.

Ёниш охиридаги газ арнинг температураси ёниш тенгламаси орқали аниқланади:

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

бу ерда  $U_z''$ ,  $U_c$  ва  $U_c''$  дан бошқа барча қийматлар маълум.  $U_c$  ва  $U_c''$  — янги заъяднинг ва қолдиқ газларнинг  $S$  нуқтадаги  $T_c$  температурага мос ички энергиялари. Ички энергиянинг қиймати 12-жад-



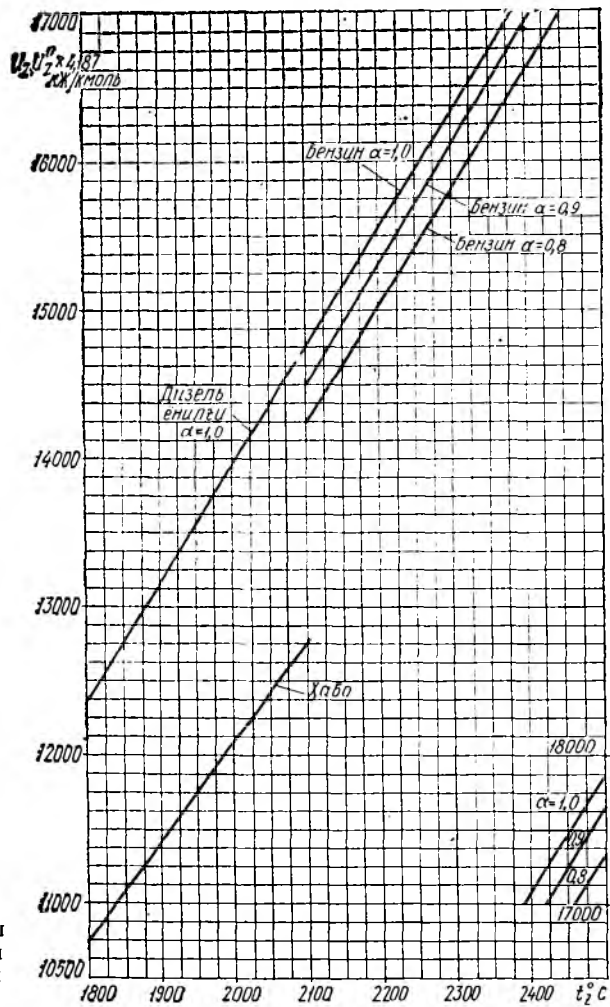
53- расм. Ҳаво ва ёниш маҳсулотлари учун ички энергиянинг ўзгариши ( $t = 390 \dots 900^{\circ}\text{C}$ ).

валдан  $t_c = T_c - 273^{\circ} = 779 - 273 = 506^{\circ}\text{C}$  га мос қилиб экстраполяция йўли билан ёки 50-расмдан ҳаво ва ёниш маҳсулотлари ( $\alpha = 0,9$ ) учун танланади:  $U_c = 11000 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмоль}}$ ;  $U_c'' = 12090 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмоль}}$ .

Бу ҳолда ёниш тенгласининг чап томони

$$A = \frac{0,9 (44000 - 6230)}{0,476 (1 + 0,077)} + \frac{11000 + 0,077 \cdot 12090}{1 + 0,077} = 77500 \frac{\text{кЖ}}{\text{кмоль}} \text{ бўлади.}$$

$$\text{Демак: } U_z'' = \frac{A}{\mu} = \frac{77500}{1,07} = 72400 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$$



54- расм. Ҳаво ва ёниш маҳсулотлари учун ички энергиянинг ўзгариши ( $t = 1700 \dots 2500^\circ\text{C}$ ).

Ёниш маҳсулотларининг ички энергияси  $U_z''$  12-жадвалда берилган. Бу жадвалдан  $U_z''$  га ( $\alpha = 0,9$ ) мос  $t_z$  температурани экстраполяция йўли билан аниқлаймиз. Ички энергияни 54-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:

$$P_{zx}' = \mu \frac{T_z}{T_c} \cdot P_c = 1,07 \frac{2730}{779} 1,24 = 4,65 \text{ МПа};$$

Температура °С	Етеш маҳсулотларининг ички энергияси [ккал/кмоль]				Харонинг ички энергияси [ккал/кмоль]
	бензин $\alpha = 1,0$	бензин $\alpha = 0,9$	бензин $\alpha = 0,8$	Ди: Шилги $\alpha = 1,0$	
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	8267	8480	7461
1400	9220	9089	8936	9240	8109
1500	9984	9840	9673	10000	8763
1600	10751	10597	10417	10750	9421
1700	11528	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



— босимнинг охиш даражаси:

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = \frac{4,65}{1,24} = 3,75;$$

— циклниң ҳақиқий максимал босими:

$$P_z = 0,85P_{z\kappa} = 0,85 \cdot 4,65 = 3,96 \text{ МПа};$$

е) Кенгайиш параметрлари:

— кенгайиш охиридаги босим

$$P_b = \frac{P_{z\kappa}}{\varepsilon^{n_1}} = \frac{24,65}{7,2^{1,23}} = 0,41 \text{ МПа};$$

— кенгайиш охиридаги температура

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

— циклниң ҳисобланган ўртача индикатор босими:

$$P_{ix} = \frac{P_a \cdot \varepsilon^{n_1}}{\varepsilon - 1} \left[ \frac{\lambda}{n_2 - 1} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] = \frac{0,085 \cdot 7,2^{1,35}}{7,2 - 1} \\ \left[ \frac{3,75}{1,23 - 1} \left( 1 - \frac{1}{7,2^{1,23-1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left( 1 - \frac{1}{7,2^{1,36-1}} \right) \right] = 0,916 \text{ МПа};$$

— циклниң ўртача индикатор босимининг ҳақиқий қиймати:

$$P_i = \varphi_T \cdot P_{ix} = 0,97 \cdot 0,916 = 0,89 \text{ МПа}$$

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

ж) Циклниң асосий кўрсаткичлари:

— индикатор ф. и. к.:

$$\eta_i = 8314 \frac{M_i \cdot P_i \cdot T_0}{H_u \cdot \eta_v \cdot P_0} = 8314 \frac{0,476 \cdot 0,89 \cdot 310}{44 \cdot 0,79 \cdot 0,1} = 0,305;$$

$$H_u = 44 \text{ МЖ/кг}$$

— ёнилғининг индикатор солиштира сарфи:

$$q_i = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_i} = \frac{3600}{44 \cdot 0,305} = 268 \text{ г/(кВт соат)};$$

— ишқаланишга, газ алмашувига ва қўшимча механизмларни ҳара атлантиришга сарф бўлган индикатор босимнинг улуши

$$P_m = a + (C_n = 0,04 + 0,0135 \cdot 10^7 = 0,175 \text{ МПа},$$

$a$  ва  $b$  коэффициентлар.  $S/D$  га мос танланади (юқоридаги 23- § га қаранг);  $C_n = 9 \dots 12$  м<sup>3</sup>с танланади;

— ўртача эффектив босим:

$$P_e = P_i - P_m = 0,89 - 0,175 = 0,715 \text{ МПа}$$

— механикавий ф. и. к.

$$\eta_M = \frac{P_e}{P_1} = \frac{0,715}{0,89} = 0,804;$$

— эффектив ф. и. к.:

$$\eta_e = \eta_1 \cdot \eta_M = 0,305 \cdot 0,804 = 0,245;$$

— 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:

$$V_h = \frac{120N_e}{P_{e.n.} \cdot i} = \frac{120 \cdot 13,6}{0,715 \cdot 3600 \cdot 6} = 0,572 \text{ л};$$

— цилиндрнинг диаметри:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_h}{0,785(S/D)}} = \sqrt[3]{\frac{0,572}{0,785 \cdot 0,95}} = 0,916 \text{ дм} = 91,6 \text{ мм};$$

— поршень 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  $C_n$  нинг қийматини қайтадан ҳисоблаш керак бўлади.

и) двигатель кўрсаткичларини ҳисоблаш:

— двигатель литражи (иш ҳажми):

$$V_L = 0,785D^2 \cdot S \cdot i = 0,785 \cdot 9,2^2 \cdot 8,7 \cdot 6 = 3470 \text{ см}^3 = 3,47 \text{ л};$$

— максимал эффектив қувват:

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

— индикатор қувват:

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

— литравий қувват:

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

— эффектив буровчи момент:

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

— индикатор буровчи момент:  $M_i = \frac{M_e}{\eta_m} = \frac{20,6}{0,804} = 25,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$

— номнал режимда ёнилғининг соатли сарфи:

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

## 29-§. ДИЗЕЛЬ

Юк автомобилнинг шассисига ўрнатиладиган тўрт тактли дизелнинг иссиқлик ҳисоби қилинади ва иссиқлик ҳисоби асосида циклнинг асосий параметрлари, двигателнинг мумкин бўлган тежамлилиги ҳамда асосий ўлчамлари аниқланади. Қуйидаги параметрлар берилган:

эфф-ктив қувват  $N_e = 110 \text{ кВт}$ ; айланишлар частотаси  $n = 3000 \text{ айл/мин}$ ; сиқиш даражаси  $\epsilon = 16,5$ , ҳавонинг ортиқлик коэф-фициенти  $\alpha = 1,35$ ; поршень йўлининг цилиндр диаметрига нисбати  $S'D = 0,9$ ; цилиндрлар сони  $i = 8V$ ; аралашма ҳосил қилиш усули — ёнилғи ажратилмаган ёниш камерасига пуркалади.

а) Қўшимча параметрларни аниқлаш:

— атмосфера босими:  $P_o = 0,1 \text{ МПа}$ ; атмосфера температураси  $T_o = 310 \text{ К}$  (ўрта Оснё шаронти учун);

— қолдиқ газлар босими  $P_r = 0,12 \text{ МПа}$ ;

— қолдиқ газлар температураси  $T_r = 850 \text{ К}$ ;

— ҳавонинг цилиндрга киришидаги температураси:

$$T'_o = T_o + \Delta T = 310 + 30 = 340 \text{ К};$$

— заряднинг қўшимча қизиши  $\Delta T = 30^\circ$ ;

— сиқиш ва кенгайиш процессларининг политропа кўрсаткичлари:

$$n_1 = 1,38, \quad n_2 = 1,23;$$

— иссиқликдан фойдаланиш коэффиценти:  $\xi = 0,78$ ;

— дизель ёнилғисининг элементар таркиби:  $C = 0,87$ ;  $H_2 = 0,126$ ;  $O_2 = 0,004$ ;

— қуйи ёниш иссиқлиги:  $H_u = 10000 \text{ ккал/кг} = 42 \text{ МЖ/кг}$ ;

— киритиш процесси охирида газларнинг босими  $P_a = 0,089 \text{ МПа}$ ,

б) Киритиш охиридаги параметрларни аниқлаш:

— қолдиқ газлар коэффиценти:

$$\gamma_{\text{кол}} = \frac{T_o + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\epsilon P_a - P_r} = \frac{310 + 30}{850} \cdot \frac{1,2}{16,5 \cdot 0,89 - 1,2} = 0,035;$$

— киритиш охиридаги температура:

$$T_a = \frac{T_o + \gamma_{\text{кол}} \cdot T_r}{1 + \gamma_{\text{кол}}} = \frac{340 + 0,035 \cdot 850}{1 + 0,035} = 357 \text{ К};$$

— тўлдириш коэффиценти:

$$\eta_v = \varphi \cdot \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_a (1 + \gamma_{\text{кол}})} = 1,1 \cdot \frac{16,5}{16,5 - 1} \cdot \frac{0,89}{1,0} \cdot \frac{310}{357 (1 + 0,035)} = 0,874;$$

в) Сиқиш процесси параметрларини ҳисоблаш:

— сиқиш охиридаги босим:  $P_c = P_a e^{n_1} = 0,089 \cdot 16,5^{1,38} = 4,3 \text{ МПа}$ ;

— сиқиш охиридаги температура:  $T_c = T_a \cdot e^{n_1 - 1} = 357 \cdot 16,5^{1,38 - 1} = 1035 \text{ К}$ ;

г) Иш жисмини ҳисоблаш:

— 1 кг дизель ёнилғисининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг назарий миқдори:

$$l_o = \frac{1}{0,23} \left( \frac{8}{3} C + 8H_2 - O_2 \right) = \frac{1}{0,230} \left( \frac{8}{3} \cdot 0,87 + 8 \cdot 0,126 - 0,004 \right) = 14,35 \frac{\text{кг ҳаво}}{\text{кг ёнилғи}};$$

— 1 кг дизель ёнилғисининг тўла ёниши учун зарур бўлган ҳавонинг кмолдаги назарий миқдори:

$$L_o = \frac{1}{0,21} \left( \frac{C}{12} + \frac{H_2}{4} - \frac{O_2}{32} \right) = \frac{1}{0,21} \left( \frac{0,87}{12} + \frac{0,126}{4} - \frac{0,004}{32} \right) = 0,495 \frac{\text{кмоль ҳаво}}{\text{кг ёнилғи}};$$

— цилиндрга кирган ҳавонинг ҳақиқий миқдори:

$$M_1 = \alpha L_o = 1,35 \cdot 0,495 = 0,667 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

— ёниш маҳсулотларининг умумий миқдори:  $M_2 = M_{2(\alpha=1)} + M_{\text{орт. ҳаво}}$  бўлади. Бу ерда  $M_{2(\alpha=1)}$  ёниш маҳсулотларининг  $\alpha=1$  бўлгандаги миқдори,  $M_{\text{орт.}}$  ёнишда қатнашмайдиган ҳавонинг миқдори.

$$M_{2(\alpha=1)} = \frac{C}{12} + \frac{H_2}{2} + 0,79\alpha L_o = \frac{0,87}{12} + \frac{0,126}{2} + 0,79 \cdot 1 \cdot 0,495 = 0,527 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

$$M_{\text{орт. ҳаво}} = (\alpha - 1) L_o = (1,35 - 1) 0,495 = 0,173 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

у ҳолда

$$M_2 = M_{2(\alpha=1)} + M_{\text{орт. ҳаво}} = 0,527 + 0,173 = 0,700 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}};$$

— молекуляр ўзгаришнинг химиявий коэффициентини:

$$\mu_o = \frac{M_2}{M_1} = \frac{0,700}{0,667} = 1,051;$$

— молекуляр ўзгаришнинг ҳақиқий коэффициентини:

$$\mu = \frac{M_2 + \gamma_{\text{кол}} \cdot M_1}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} = \frac{0,700 + 0,035 \cdot 0,667}{0,667 (1 + 0,035)} = 1,045;$$

д) Ёниш процессининг параметрларини аниқлаш:

— циклниң максимал температураси ёниш тенгламаси орқали аниқланади:

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

Ёниш камерасининг турига қараб дизелда босимнинг ортиш даражаси  $\lambda = 1,5 \dots 2,0$  оралиғида танланади; бу дизель учун  $\lambda = 1,8$ . Сиқиш охирида, яъни  $C$  нуктада ҳавонинг  $U_c$  ва ёниш маҳсулотларининг  $U_c''$  ички энергияларини 12-жадвалдан  $t_c = T_c - 273 = 1055 - 273 = 762^\circ\text{C}$  температура учун экстраполяция йўли билан ёки рафик усулда 53-расмдан аниқланади:

$$U_c = 17200 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$$

12-жадвалда  $U_c''$  нинг қийматлари дизель ёпилиғиси учун фақат  $\alpha = 1$  қийматларда берилган.

$\alpha$  нинг бошқа қийматлари учун  $U_c''$  қуйидаги формула орқали топилади:

$$U_c'' = U_c' (\alpha = 1) \cdot r_{m_2 (\alpha = 1)} + U_c \cdot r_{\text{орт. ҳаво}},$$

бу ерда:  $r_{m_2 (\alpha = 1)} = \frac{M_2 (\alpha = 1)}{M_2} = \frac{0,527}{0,700} = 0,753$  — ёниш маҳсулотларида  $\alpha = 1$  бўлган ёниш маҳсулотларининг нисбий миқдори;

$r_{\text{орт. ҳаво}} = \frac{M_{\text{орт. ҳаво}}}{M_2} = \frac{0,173}{0,700} = 0,247$  ёниш маҳсулотларида ортиқча ҳавонинг нисбий миқдори.

Демак:  $U_c'' = 17200 \cdot 0,753 + 17200 \cdot 0,247 = 18800 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$

Тенгламанинڭ чап қисмини  $A$  деб белгилаймиз:

$$A = \frac{\xi H_u}{M_1 (1 + \gamma_{\text{кол}})} + \frac{U_c + \gamma_{\text{кол}} U_c''}{1 + \gamma_{\text{кол}}} + 8,314 \lambda T_c = \frac{0,78 \cdot 42000}{0,667 (1 + 0,035)} + \frac{17200 + 0,35 \cdot 18800}{1 + 0,035} + 8,314 \cdot 1,8 \cdot 1035 = 80100 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$$

Демак:

$$U_z'' + 8,314 T_z = \frac{A}{\mu} = \frac{80100}{1,045} = 76700 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$$

Бу ерда  $U_z''$  ва  $T_z$  номаълум. Шу сабабли бу тенгламани танлаш усули билан ечамиз, чунки  $U_z''$  ёниш температурасининг функцияси-дир.

Бунинг учун 12-жадвал ёки 54-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:

$$U_z'' = U_z'' (\alpha = 1) \cdot r_{m_2 (\alpha = 1)} + U_z \cdot r_{\text{орт. ҳаво}}$$

$$t = 2000^\circ\text{C}: U_z'' = 58150 \cdot 0,753 + 50600 \cdot 0,247 = 56300 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}.$$

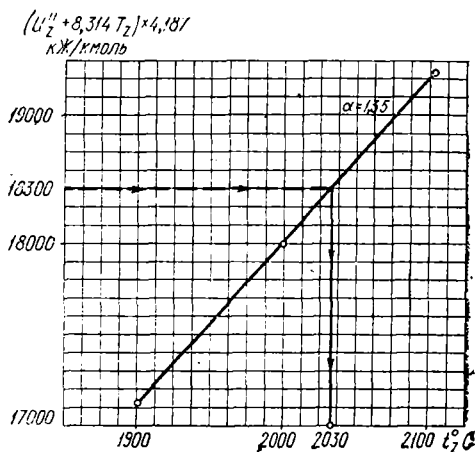
$$t_z = 2100 \text{ C}; U_z'' = 61500 \cdot 0,753 + 53100 \cdot 0,247 = 59500 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}$$

Бу ҳолда  $t_z = 2000^\circ \text{C}$  учун:

$$U_z + 1,985 T_z = 56300 + 8314 (2000 + 273) = 75600 \frac{\text{ккал}}{\text{кмоль}}$$

$t_z = 2100^\circ \text{C}$  учун эса:

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



55- расм. Дизель учун  $t_z$  температурани график усулда аниқлаш.

Демак, биз қидираётган циклниң максимал температураси шу оралиқда экан, бу температурани график усул билан топамиз (55- расм). Графикдан:  $t_z = 2034^\circ \text{C}$ ;  $T_z = 2034 + 273 = 2307^\circ \text{K}$ .

Циклниң максимал босими:

$$P_z = \lambda P_c = 1,8 \cdot 4,30 = 7,74 \text{ МПа};$$

е) Кенгайиш параметрларини аниқлаш:  
— дастлабки кенгайиш даражаси:

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

— сўнгги кенгайиш даражаси:

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{16,5}{1,29} = 12,77;$$

— кенгайиш охиридаги босим:

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} \frac{7,74}{12,77^{1,23}} = 0,34 \text{ МПа};$$

кенгайиш охиридаги температура:

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2 - 1}} = \frac{2307}{12,77^{1,23 - 1}} = 1288^\circ \text{K};$$

— ҳисобланган ўртача индикатор босим:

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

$$= 0,089 \frac{16,5^{1,38}}{16,1 - 1} \left[ 1,8 (1,29 - 1) + \frac{1,8 \cdot 1,29}{1,23 - 1} \left( 1 - \frac{1}{12,77^{1,23 - 1}} \right) - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{1,38 - 1} \left( 1 - \frac{1}{66,5^{1,38 - 1}} \right) \right] = 0,91 \text{ МПа};$$

— ҳақиқий ўртача индикатор босим:

$$P_i = \varphi_{\tau} P_{ix} = 0,97 \cdot 0,91 = 0,883 \text{ МПа};$$

$\varphi_{\tau} = 0,92 \dots 0,97$  — қиррасиз ва қиррали индикатор диаграммалар юзаларининг нисбатини белгилайдиган коэффициент;

ж) Циклнинг асосий кўрсаткичларини аниқлаш: (ажратилмаган камеради дизелларда):

— ишқаланишга, газ алмашишга ва қўшимча механизмларни ҳаракатлантиришга сарфланган индикатор босимнинг улуши:

$P_m = 0,105 + 0,012 \cdot C_n = 0,105 + 0,012 \cdot 9 = 0,213 \text{ МПа}; C_n = 9 \text{ м}^3/\text{с}$   
деб оламиз,  $C_n = (8 \dots 12 \text{ м}^3/\text{с});$

— циклнинг ўртача эффектив босими:

$$P_e = P_i - P_m = 0,883 - 0,213 = 0,67 \text{ МПа}$$

— механикавий ф. и. к:

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{0,67}{0,883} = 0,76;$$

— ёнилғининг индикатор солиштирма сарфи:

$$q_i = 3600 \frac{\rho_o \eta_k}{P_i a l_o} = 3600 \frac{1,10 \cdot 0,874}{0,883 \cdot 1,35 \cdot 14,35} = 202 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{соат})$$

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

$R_o = 29,27$  — ҳавонинг универсал газ доимийси;

— циклнинг индикаторий ф. и. к.:

$$\eta_i = \frac{3600}{q_i H_u} \cdot 10^3 = \frac{3600 \cdot 10^3}{203 \cdot 42000} = 0,424;$$

— ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи:

$$q_e = \frac{q_i}{\eta_m} = \frac{202}{0,76} = 266 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{соат})$$

— эффектив ф. и. к.:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m = 0,76 \cdot 0,424 = 0,322;$$

э) Цилиндр ва двигателнинг ий ўлчамларини аниқлаш:

— цилиндрининг иш ҳажми:

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

— цилиндрининг диаметри:

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

— поршень йўли:

$$S = D \cdot (S \cdot D) = 106 \cdot 0,9 = 95,6 \text{ мм.}$$

Узил-кесил  $D = 106$  мм ва  $S = 96$  мм деб қабул қиламиз;

— поршенининг 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% фарқ қилиши керак. Акс ҳолда  $C_n$  нинг қийматини қайтадан ҳисоблаш керак бўлади:

— двигатель литражи:

$$V = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot i = 0,785 \cdot 1,06^2 \cdot 0,96 \cdot 8 = 6,78 \text{ л;}$$

$D$  ва  $S$  дм ларда олинган;

— максимал эффектив қувват:

$$N_{e_{\max}} = \frac{P_e \cdot V_{\lambda} \cdot n}{120} = \frac{0,67 \cdot 6,78 \cdot 3000}{120} = 111,1 \text{ кВт;}$$

— индикатор қувват:

$$N_i = \frac{N_{e_{\max}}}{\eta_{\lambda}} = \frac{111,1}{0,76} = 146 \text{ кВт;}$$

— литравий қувват:

$$N_{\lambda} = \frac{N_{e_{\max}}}{V_{\lambda}} = \frac{111,6}{6,78} = 16,4 \frac{\text{кВт}}{\text{л}};$$

— эффектив 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:

$$M_i = \frac{M_e}{\eta_{\lambda}} = \frac{37,1}{0,76} = 48,8 \text{ Н} \cdot \text{м.};$$

— номинал режимдаги ёнилғининг соатли сарфи:

$$G = q_e \cdot N_{e_{\max}} = 266 \cdot 111,1 \cdot 10^{-3} = 30,08 \text{ кг/соат.}$$



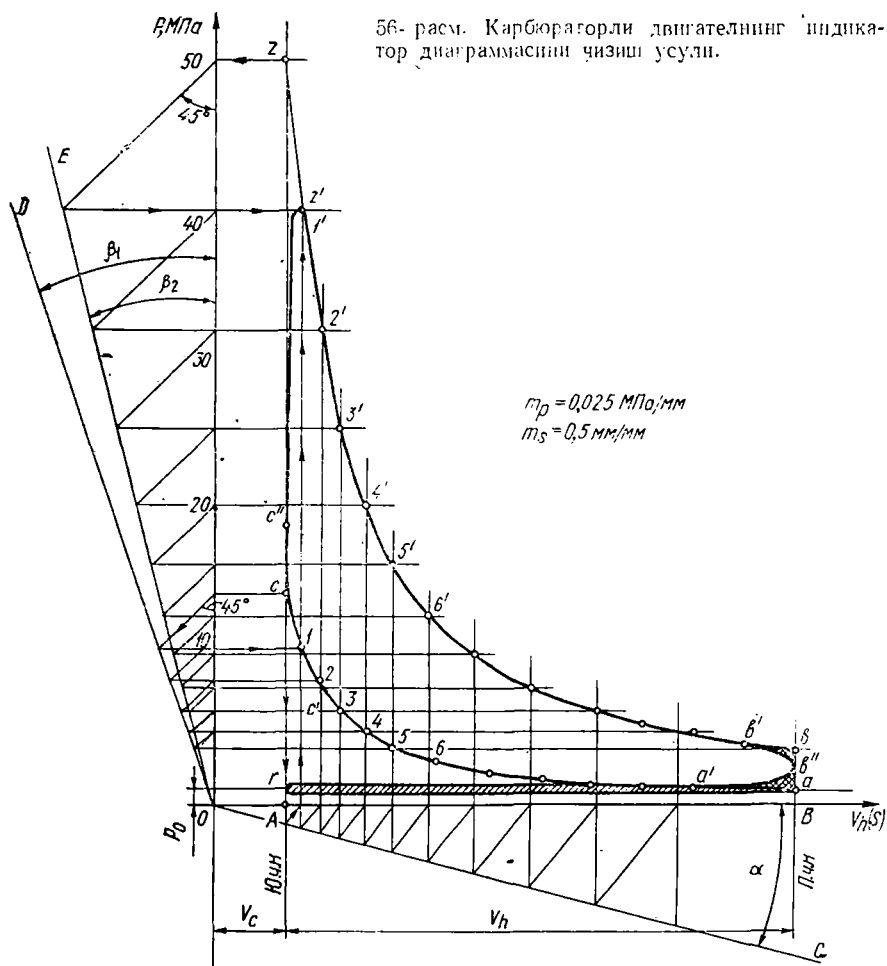
### 30-§. ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ДИАГРАММАСИНИ ЧИЗИШ

#### 1. Карбюраторли двигатель

Индикатор диаграммани  $p-V$  координаталар системасида чизишда масштабларни шундай танлаш керакки, баландлигининг асосига нисбати 1,2 ... 1,5 ни ташкил қилсин (56-расм). Бунинг учун абсцисса ўқиға  $AB$  узунлиқни олиб қўямиз.  $AB$  — чизиқ бошқа масштабда поршень йўли  $S$  ёки цилиндр ҳажми  $V_h$  ни белгилайди. Ёниш камерасининг ҳажмини белгилайдиган узунлиқ  $OA$  ни қуйидаги ифодадан аниқтаймиз:

$$OA = \frac{AB}{\epsilon - 1}, \text{ мм.}$$

Босим ва поршень йўлининг масштабларни қуйидагича танлаш мақсадга мувофиқдир:



агар  $S = AB = 140$  150 мм бўлса,  $m_p = 0,02 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}}$ ,

агар  $S = AB = 280$  300 мм бўлса,  $m_p = 0,01 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}}$ .

$O$  нуқтасидан ордината ўқини ўтказамиз. Сўнгра атмосфера чизигини ўтказамиз; ю. ч. н. ва п. ч. н. чизиқларида эса  $ч, а, с, z, в$  нуқталарни белгилаймиз (бу нуқталарнинг мос босимлари двигателнинг иссиқлик ҳисобидан олинади). Сиқиш ва кенгайиш чизиқлари график усулда олиб борилади. Бунинг учун  $O$  нуқтадан абсцисса ўқиға  $\alpha = 15...20^\circ$  бурчак остида нур  $OC$  ни чизамиз. Ордината ўқиға нисбатан  $\beta_1$  ва  $\beta_2$  бурчак остида  $OD$  ва  $OE$  нурларни чизамиз.  $\beta_1$  ва  $\beta_2$  бурчаклар қуйидагича аниқланади:

$$tg \beta_1 = (1 + tg \alpha)^{n_1} - 1; \quad tg \beta_2 = (1 + tg \alpha)^{n_2} - 1.$$

Сиқиш чизигини чизиш учун  $с$  нуқтадан ордината ўқи билан кесишгунча горизонтал чизиқ ўтказилади. Кесишиш нуқтасидан ордината ўқиға  $45^\circ$  бурчак остида нур ўтказилади ( $OD$  чизиги билан кесишгунча). Бу кесишиш нуқтасидан горизонтал чизиқ ўтказилади. Сўнгра  $с$  нуқтадан  $OC$  нур билан кесишгунча перпендикуляр чизиқ ўтказилади. Кесишиш нуқтасидан перпендикуляр чизиққа  $45^\circ$  бурчак остида абсцисса ўқи билан кесишгунча чизиқ ўтказилади. Бу кесишиш нуқтасидан ордината ўқиға параллел чизиқ чизилади. Юқоридаги горизонтал чизиқ билан ушбу тик чизиқнинг кесишган нуқтасини  $1$  деб белгилаймиз.  $2$  нуқта ҳам худди шу усулда топилади, фақат бу ҳолда чизмалар  $1$  нуқтадан бошланади. Ушбу чизиқ  $а$  нуқтагача давом эттирилади ва нуқталар лекало орқали бирлаштирилади.

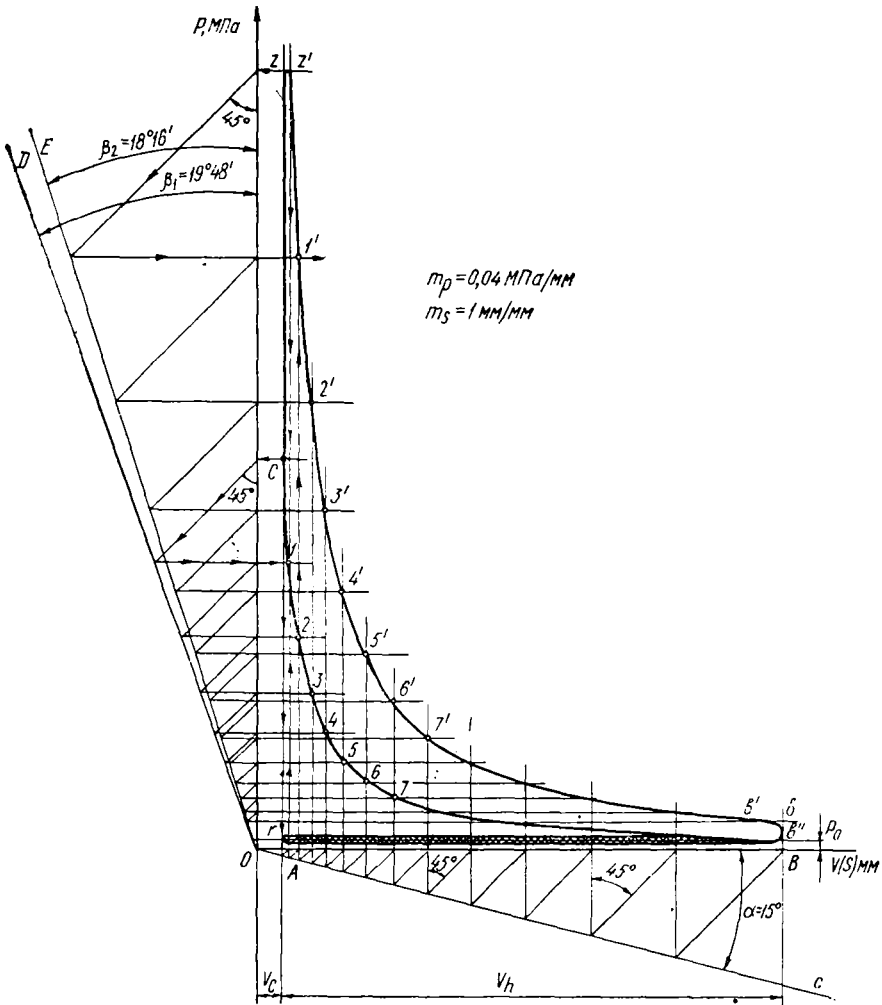
Кенгайиш чизиги ҳам худди шундай чизилади, бунда  $z$  нуқтаси ва  $OE$  ҳамда  $OC$  нурлардан фойдаланилади. Карбюраторлик двигател учун горизонтал чизиқларни ўтказишнинг ўзи кифоя, чунки тик чизиқлар давом эттирилса, кесишиш нуқталарни  $1', 2'$  осон топилади. Топилган  $1', 2'$   $B$  нуқталар лекало орқали равоон бирлаштирилади. Ҳосил бўлган  $aczbа$  диаграмма назарий индикатор диаграммани беради ва унинг юзаси орқали  $P_{ix}$  ни топиш мумкин:

$$P_{ix} = \frac{f_{aczbа}}{AB}, \text{ МПа};$$

$f_{aczbа}$  — диаграмма юзаси, мм<sup>2</sup>.

Бу юза орқали топилган ўртача индикатор босим двигателни иссиқлик ҳисобида аниқланган ўртача индикатор босимга тенг бўлиши керак. Ҳақиқий индикатор диаграмма  $a' c' c'' z' в' в'' a'$  ҳисобланган диаграммадан фарқ қилади. Чунки бу ҳолда киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиши ва ёпилиши чекка нуқталарда солиб бўлади деб олинган эди. Ҳақиқий двигателда эса киритиш ва чиқариш клапанларининг очилиши ва ёпилиш пайтлари тажриба йўли билан топилади. Электр учқунни поршень ю. ч. н. га етмасдан берилди, натижада босимнинг ошиши бошқача бўлади ( $c' c''$  чизиқ). Ёниш процесси давомида иш ҳажми ўзгаради. Шу сабабли ҳақиқий диаграмманинг юзаси ҳисоблаб чиқилган диаграммаларникидан бир оз кичик

бўлади ва  $\varphi_T = 0,92 \dots 0,97$  коэффициент орқали топилади. Максимал босимнинг ҳақиқий қиймати эса  $P_2' \cong 0,85 P_2$  бўлади.  $c'$  нуқтанинг ҳолати ёнишнинг илгарилаш бурчаги билан белгиланади.  $c''$  нуқтага мос босим эса қуйидагича топилади:  $P_{c''} = (1,15 \dots 1,25) \cdot P_c$ . Ордината ўқидан нуқтасигача бўлган бурчак 10 15 га тенг.  $b'$  нуқтанинг ҳолати чиқариш клапанининг очилиш пайти билан белгиланади;  $e''$  нуқта эса  $e$  ва  $a$  нуқталар ўртасида олинади. Ҳақиқий индикатор диаграммадан ҳақиқий ўртача индикатор босим аниқланади:  $P_i = \frac{L_i}{V_h} = m_p \frac{I_{a''c''z''b''a''}}{AE}$ . Топилган бу босим иссиқлик ҳисобида топилган босимга тенг бўлиши лозим ва фарқи 3...5% дан сшмаслиги керак.



57- расм.

## 2. Дизелнинг индикатор диаграммасини чизиш

Тўрт тактли дизелнинг индикатор диаграммаси худди карбюраторли двигателники каби чизилади (57-расм). Фақат масштаблар бошқача олинади ва кенгайиш чизиғини чизиш  $z'$  нуқтасидан бошланади.  $z'$  нуқтанинг ҳолати эса қуйидагича топилади:

$$zz' = OA(\rho - 1), \text{ мм};$$

$\rho$  — бирламчи кенгайиш даражаси:

$$\begin{array}{ll} \text{агар } S = AB = 140 & 150 \text{ мм бўлса, } m_p = 0,04 \text{ МПа,} \\ S = AB = 280 & 300 \text{ мм бўлса, } m_p = 0,02 \text{ МПа.} \end{array}$$

Демак, дизелнинг кенгайиш чизиғи ю. ч. н. дан  $zz'$  масофага сурилган бўлади, яъни  $OC$  нур билан кесишадиган ёиринчи перпендикуляр чизиқ  $z'$  нуқтадан туширилади. Қолганлари эса худди карбюраторли двигателникидек чизилади.

## VIII б о б

### УЧҚУН БИЛАН ЎТ ОЛДИРИЛАДИГАН ДВИГАТЕЛЛАРДА АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

#### 31-§. ГИДРОДИНАМИКАДАН ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТ

Карбюратор учқун 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 пуркагичдан чиқаётган ёниғини тўзитади ва у билан аралашиб, иш аралашмасини ҳосил қилади. Карбюратор қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

- бир жинсли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- барча нагрузка ва тезлик режимларида зарур таркибли ёнувчи аралашма ҳосил қилиши;
- қисқа вақт ичида двигателнинг керакли иш режимини таъминлаши;
- тузилиши оддий ва эксплуатация қилиш қулай бўлиши керак.

Карбюрация процессини ўрганиш ҳавонинг диффузор орқали, цилиндрнинг эса жиклёрдан ўтиш шароитларини кўриб чиқишни талаб қиладиган. Шу сабабли, қуйида гидродинамика курсидан маълум бўлган суюқликларнинг оқиб ҳоссаларига тегишли маълумотларни келтирамиз.

**Суюқликнинг итишдан оқиб чиқиши.** 58-расмда карбюраторнинг қанқовучли камерасидан суюқликнинг оқиб чиқиш процесси тасвирланган. Бундай камерада сатҳ  $H$  ўзгармас бўлишидан суюқликнинг оқиб чиқиш тезлиги ҳам ўзгармайди ва бу ҳаракат турғун ҳаракат дейилади.

Насадка 3 даги оқимнинг ихтиёрий жойидан тик текислик ўтказамиз, агар кузатилаётган оқимнинг тезлиги  $w$  бўлса, шу кесим юзасидан оқиб ўтаётган суюқликнинг миқдори қуйидагича ҳисобланади:

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

ёки

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

бу ерда  $\rho$  — суюқликнинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ . Ўзгарувчи кесимли найча орқали оқиб ўтаётган суюқликнинг исталган кесимидаги

тезлик қуйидагича аниқланади:  $W_2 = \frac{F_1 W_1}{F_2}$

Суюқликнинг 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 суюқлик энергиясининг балансини тузиш учун солиштирма энергия  $e = \frac{E}{G}$  тушунчасидан фойдаланамиз.

Суюқликнинг тўла энергиясини қуйидаги схема (59-расм) дан аниқлаш мумкин. Бунинг учун идиш остидан горизонтал  $xx$  текислигини ўтказамиз ва ҳисобни шу текисликка нисбатан олиб борамиз.

А зонадаги суюқлик зарраларининг  $xx$  текисликка нисбатан тўла ҳолат энергияси

$$E_{\text{хол}} = G \cdot z;$$

бу ерда  $G$  — оғирлик кучи бирлиги;

$z$  —  $A$  нуқтанинг геометрик баландлиги, м.

Демак, ҳолатнинг солиштирма энергияси  $A$  нуқтанинг геометрик баландлигига тенг.

Кузатилаётган  $A$  зонадаги заррачалар атрофдаги суюқлик устунининг босими остида бўлади ва бу босим қуйидагича ҳисобланади:

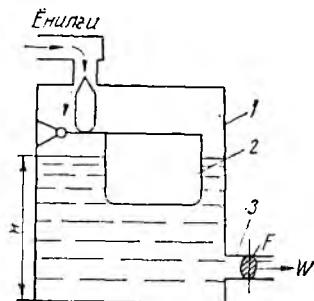
$$H_{\text{бос}} = \frac{p}{\rho g}$$

Босимнинг тўла энергияси:

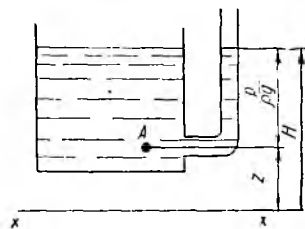
$$E_{\text{бос}} = G \frac{p}{\rho g},$$

босимнинг солиштирма энергияси:

$$e_{\text{бос}} = \frac{E_{\text{бос}}}{G} = \frac{p}{\rho g} = H_{\text{бос}}.$$



58-расм. Суюқликнинг идишдан оқиб чиқиш схемаси.



59-расм. Суюқликнинг тўла энергиясини аниқлаш.

Ҳолат ва босим солиштирма энергияларининг йиғиндиси *солиштирма потенциал энергия* ёки *пъезометрик босим* дейлади ва  $H$  ҳарфи билан белгиланади, яъни  $H = e_{\text{ҳол}} + e_{\text{бос}}$ . Пъезометрик босим ах текислигидан пъезометрдаги суюқлик сатҳигача бўлган суюқлик устунининг баландлигига тенг, яъни

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

Индан оқиб чиқаётган суюқлик заррачаларининг кинетик энергиясини қуйидаги тенгламадан аниқлаш мумкин:

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mW^2}{2}$$

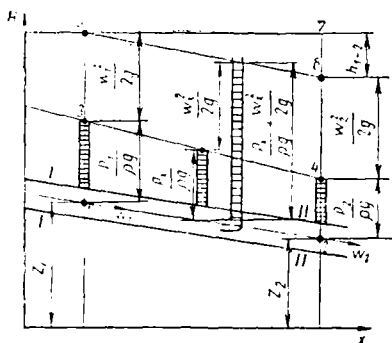
бу ерда:  $m$  — суюқлик заррачаларининг массаси;  $W$  — суюқлик заррачаларининг тезлиги.

*Солиштирма кинетик энергия* деб аталувчи тезлик босими қуйидагича ҳисобланади:

$$e_{\text{кин}} = \frac{mW^2}{2G};$$

бу ерда  $G = mg$  бўлгани учун

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



60- расм. Суюқликнинг трубада ҳаракатланиш схемаси.

Демак, ҳаракатда бўлган суюқликнинг умумий солиштирма энергияси қуйидагича топилади:  $E_c =$

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

Энди суюқлик заррачаларининг *I-I* кесимидаги *4* нуқтасидан *II-II* кесимидаги *2* нуқтасигача бўлган ҳаракатини кузатамиз (60- расм). *1* нуқтада суюқлик заррачаларининг ҳолати

$W_1$ ,  $\rho_1$  ва  $z_1$  параметрлар билан, *2* нуқтада эса  $W_2$ ,  $\rho_2$  ва  $z_2$  билан белгиланади. Энергия баланси тенгласига асосан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$z_1 + \frac{\rho_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = z_2 + \frac{\rho_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} = \text{const.}$$

Лекин аслида, суюқлик оқанда энергиянинг маълум бир қисми қаршиликларни енгиш учун сарф бўлади. Йўқотилган энергия миқдорини  $h_{1-2}$  билан белгилаймиз. У ҳолда юқоридаги тенглама қуйидагича ёзилади:

$$z_1 + \frac{\rho_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = z_2 + \frac{\rho_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} + h_{1-2}.$$

Бу тенгламалар *Бернулли тенгласи* дейлади ва ундаги параметрлар узунлик бирлигида ўлчанади. 60- расмдаги *1—2* чизиқ

суюқлик заррачаларининг ҳаракат траекториясини, 3—4 чизиқ  $\xi + \frac{p}{\rho g}$  га тенг бўлган пьезометрик босимни, 5—6 чизиқ эса  $\xi + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$  га тенг бўлган тўла босимни характерлайди, 7—6 чизиқ кузатилаётган участкада босимнинг камайишини кўрсатади.

Пьезометрик босимнинг қиймати пьезометр ёрдамида, тезлик босимининг қиймати эса *Пито найчаси* билан ўлчанади. Бунинг учун Пито найчасининг очиқ учи суюқлик оқимиغا қарши ўрнатилади.

Пьезометрдаги суюқлик 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.

Суюқлик ўткир қиррали тешик орқали оқиб чиқаётганида у сиқилади ва чиқиш олдидан унинг кўндаланг кесими тешикнинг кўндаланг кесими юзаси  $F$  дан кичик бўлади (61-расм) ҳамда кесим юзаларининг нисбати сиқиш коэффициентини орқали ифодаланади. Суюқлик тешик орқали оқиб чиқаётганида йўқотилган босим қуйидагича ҳисобланади:

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

$\xi = \frac{F_{\text{сиқ.}}}{F}$  — тешикнинг ўтказиш кесимига нисбатан олинган қаршилик коэффициентини.

Суюқликнинг оқиб чиқиш тезлиги қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

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

бу ерда  $\frac{1}{\sqrt{1+\xi}} = \varphi$  бўлиб, *тезлик коэффициенти* деб аталади. У ҳолда

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

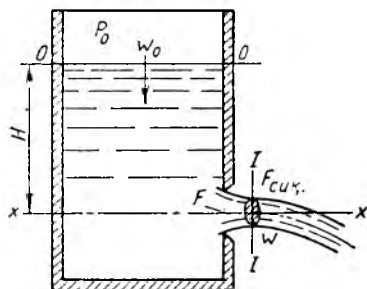
Тешикдан оқиб чиқувчи суюқлик миқдори:

$$Q = F_{\text{сиқ.}} \cdot W \text{ м}^3/\text{с}$$

ёки

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

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



61- раем. Суюқликнинг тешик орқали оқиб чиқиш схемаси.

Демак, тешикнинг кесим юзаси маълум бўлса, бу тешик орқали оқиб чиқувчи суюқлик миқдори сарфланиш коэффциенти  $\mu$  билан аниқланади. Оқиб чиқувчи суюқлик миқдорини ошириш учун тешик оғзига турли шаклдаги насадкалар ўрнатилади. Насадка ишлатилганда тешик оқими насадканинг бутун кесим юзасини тўлдиради ва  $\mu = 1$  бўлади, бу кесимда суюқлик тезлигининг ортиши натижасида оқиб чиқувчи суюқлик миқдори ҳам ортади. Демак, насадкадан оқиб чиқувчи суюқликнинг миқдорини аниқлаш учун сарфланиш коэффциенти  $\mu$ , тешикнинг кесим юзаси  $F$  ва пьезометрик босим  $H$  маълум бўлиши керак.

## 32-§. ЁНИЛЎНИНГ КАРБЮРАЦИЯЛАНИШ ХОССАЛАРИ

Карбюраторда ёнувчи аралашма тайёрлаш процессининг сифати ёнилғининг карбюрацияланиш хоссалари деб аталувчи хусусиятлар билан аниқланади. Ёнилғининг карбюрацияланиш хоссаларида буғланувчанлик, зичлик, буғланиш иссиқлиги, сирт таранглиги кўриб чиқилади. Бундан ташқари, карбюрацияланиш процессига ҳавонинг температураси, шу процессга ажратилган вақт, двигателнинг иш режими ва бошқалар таъсир қилади.

### 1. Буғланувчанлик

Буғланувчанлик ёнилғининг суюқ ҳолатдан газ ҳолатига ўтиш процессини характерлайди. Бу процесс ёнилғининг фракцион таркибига, буғларнинг эластиклигига, сирт таранглигига ва буғ ҳосил қилиш иссиқлигига боғлиқ.

Ёнилғининг фракцион таркиби ГОСТ да бензиннинг буғланиш хоссаларини, двигателнинг нагрузка ўзгаришига тез мослашувини ҳисобга олган ҳолда белгиланган.

Буғларнинг эластиклиги ёнилғидаги енгил фракцияларнинг миқдорига боғлиқ. Енгил фракциялар қанча кўп бўлса, буғларнинг эластиклиги шунча катта бўлади. Буғларнинг босими маълум қийматга эга бўлиши лозим. Айрим сабабларга кўра бу босим атмосфера босимига тенг ёки ундан катта бўлса, ёнилғи трубаларида буғ пробкалари ҳосил бўлиши мумкин ва натижада, двигателни юргизиб юбориш қийинлашади.

### 2. Зичлик

Бензиннинг зичлиги ҳам ёнилғининг карбюрацияланиш хоссаларига таъсир қилади. Бензиннинг зичлиги қанча катта бўлса, унинг сирт таранглиги шунча катта бўлади. Демак, бундай ёнилғининг ҳаво оқими таъсирида парчаланиши (томчилар катта бўлади) ва буғланиши ёмон бўлади. Натижада керакли таркибдаги ёнувчи аралашма олиб бўлмайди.



### 3. Бугланиш иссиқлиги

Ёнилғининг бугланиш процесси бугланиш иссиқлиги билан белгиланади. Масалан 1 кг бензинни буглатиш учун 315 кЖ/кг ёки 75 ккал/кг миқдорда иссиқлик керак. Бугланиш иссиқлиги қанча катта бўлса бугланиш процесси шунча қийин боради. Бу ҳолда киритиш тру-  
бопроводларини қизитишни кучайтириш талаб этилади.

Карбюраторли двигателларда цилиндрга кирётган ёнувчи аралаш-  
ма ёниш процесси бошлангунча тўла бугланган бўлиши шарт.

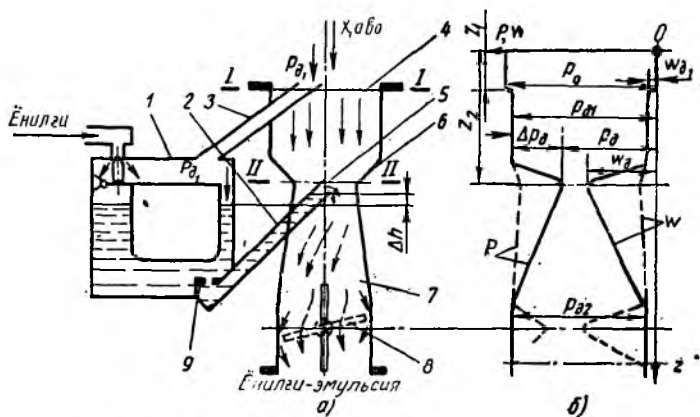
Ёнилғи пуркагичдан чиқиши билан бугланиш процесси бошланади. Бугланиш процесси киритиш трубасида, киритиш ва сиқиш процес-  
сидавомида твигатель цилиндрида ҳам давом этади. Ёнилғи киритиш  
трубасининг деворларида қисман ўтириб қолгани учун двигателнинг  
айрим цилиндрларига ҳар хил таркибли ёнувчи аралашма тушади. Бу  
эса двигателнинг қувват ва тежамлилиқ кўрсаткичлари ни пасайтиради.  
Шунинг учун, ёнилғининг кўпроқ қисми киритиш трубаларида. Ёну-  
чи аралашма киритиш клапанларига етиб келмасдан бугланиш  
рак.

Киритиш трубасида ёнилғи ҳаводан олинган иссиқлик ҳисобга  
бугланади. Шу мақсадда кўпгина карбюраторли двигателлар а чи-  
риш трубалари киритиш трубаларининг орасига ўрнатилади. Бу эса  
ёнилғининг бугланишини кучайтириб, ёнувчи аралашманинг керакли  
таркибини ҳосил қилади.

### 33-§. ОДДИЙ КАРБЮРАТОР

#### Оддий карбюраторнинг схемаси

Мураккаб карбюраторларнинг иш принципини ўрганиш учун оддий  
карбюраторнинг схемаси билан танишиш мақсадга мувофиқ. Ҳаво оқ-  
ми юқоридан пастга йўналган оддий карбюраторнинг схемаси 62-  
расм, а да кўрсатилган. У қуйидаги элементлардан ташкил топган:



62- расм. Элементар карбюраторнинг схемаси.

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 дроссель-заслонка 8 ли аралаштириш камераси 7 дан иборат. II-II — ёнилғи-эмульсия йўли, бу йўлдан соф ёнилғи ва ёнилғи эмульсияси оқади. Бу тракт конуссимон беркитиш клапани бўлган камера 1, жиклёр 9, найча (канал) 2 ва диффузорнинг торайган қисмида жойлашган тўзитгич 5 дан иборат.

62-расм, б да карбюраторли двигатель икки хил нагрузкада 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 қаршиликлар ҳисобига  $P_{д2}$  ҳар доим  $P_{д1}$  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 ёнилғининг сатҳи қалқовуч ва игнасимон клапан ёрдамида ўзгармас ҳолда тутиб турилади. Пуркагичнинг ёнилғи чиқадиган тешиги қалқовучли камерадаги ёнилғи сатҳидан  $\Delta h = 5 \text{ — } 8$  мм баландроқда бўлиши шарт. Пуркагич бундай жойлашса, двигатель ишламай турганда ёки автомобиль ортиқча қияланганда камерадан бензин оқиб кетмайди.

Қалқовучли камера ҳаво киритиш патрубогига, яъни диффузор олди бўшлиғига найча орқали туташган. Шунинг учун ҳам қалқовучли камерадаги ҳаво босими диффузор олдидаги ҳаво босими  $P_{д1}$  га тенг. Бундай қалқовучли камера *мувозанатланган камера* дейилади. Ушбу карбюраторнинг афзаллиги шуки, ҳаво фильтри ифлосланиб ишдан чиққанда ҳам ёнувчи аралашма қуюқлашиб кетмайди.

Агар қалқовучли камера атмосфера билан туташган бўлса, у *мувозанатланмаган камера* дейилади. Бундай камералар асосан дизелларни ишга тушириш двигательларида қўлланилади.

Одатда, тўзитгич диффузорнинг энг тор қисмига ўрнатилади, чунки бу жойда ҳаво энг катта сийраклик ва тезликка эга бўлади. Ёнилғи қалқовучли камерадаги ва диффузордаги босимлар фарқи натижасида қалқовучли камерадан жиклёр 9 ва пуркагич 5 орқали диффузорга пуркалади. Юқоридан пастга йўналган ҳаво оқими эса ёнилғининг майда томчиларини тўзитади, томчилар қисман буғга айланади ва ҳаво билан аралашиб, киритиш трубалари орқали двигатель цилиндрларига тақсимланади. 62-расм, б да штрих чизиқлар билан двигатель кичик нагрузкаларда ва салт ишлаганда ҳаво оқимининг тезлиги ҳамда босими келтирилган. Графикдан кўриниб турибдики, катта сийраклик дроссель-заслонканинг кетида ҳосил бўлади. Бу усулдан юқорида келтирилган режимларда ишлайдиган карбюраторларда фойдаланилади.

## Одий карбюраторнинг характеристикаси

Диффузорга пуркагичдан оқиб тушадиган ёнилғининг миқдори жиклёр олди ва кетидаги босимлар фарқи, жиклёрнинг ўтказувчи кесим юзи ва унинг қаршилиги билан аниқланади. Диффузор  $b$  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 двигатель учун мсс карбюратор танланади, чунки диффузор бўғизини ва жиклёрнинг ўтказиш кесимларини танлаб, ёнувчи аралашманинг керакли таркибини олиш мумкин. Аралашма таркиби ҳавонинг ортқлик коэффиценти билан характерланади. Бу коэффицент двигательни 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 коэффицентини ҳисобга олганда қуйидагича аниқланади:

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

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

$F_d$  — диффузор бўғизининг ўтказиш кесим юзи,  $m^2$ ;

$\omega_d$  — диффузор бўғизидаги ҳавонинг тезлиги,  $m/s$ ;

$\rho_o$  — ҳавонинг зичлиги,  $kg/m^3$

Ҳавонинг диффузордаги тезлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$W_d = \varphi_d \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p_d}{\rho_o}}$$

бу ерда  $\varphi_d$  — тезлик коэффиценти;  $\varphi_d = 0,75$        $0,9$ ;

$\Delta p_d = p_{d1} - p_{d2}$  — босимлар фарқи.

$\xi_d \cdot \varphi_d = \mu_d$  эканлигини эътиборга олиб диффузордан ўтаётган ҳаво миқдорини ҳисоблаш учун қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$G_x = \mu_d \cdot F_d \cdot \sqrt{2 \Delta p_d \cdot \rho_o} \quad \text{кг/с.}$$

Одатда,  $G_x$  двигательни стенда синаш вақтида ҳаво сарфини ўлчайдиган асбоб ёрдамида ўлчанади. У ҳолда  $G_x$  қуйидаги ифода орқали аниқланади:

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

бу ерда  $\rho_x$  — ҳавонинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\Delta V$  — ҳавонинг ўлчанадиган дозаси,  $\text{м}^3$ ;  $\tau$  — ёнилғининг сарф вақти, с.

Двигателларни синаш вақтида  $G_e$  қуйидаги ифода билан аниқланади:

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

бу ерда  $\Delta g$  — ўлчанадиган ёнилғи дозаси, г;  
 $\tau$  — ёнилғининг сарф вақти, с.

Цилиндрга берилётган ёнилғининг миқдорини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$G_e = \mu_{ж} \cdot F_{ж} \sqrt{2 \cdot \Delta p_d \cdot \rho_e} \quad \text{кг/с};$$

бу ерда  $\mu_{ж}$  — жиклёрнинг сарфлаш коэффициенти,  $\mu_{ж} = 0,70 \dots 0,85$ ;

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

$\rho_e$  — ёнилғининг зичлиги,  $\text{кг/см}^3$

Агар ёнилғининг элементар таркиби маълум бўлса, ҳавонинг зарур назарий миқдори  $l_0$  ни ҳисоблаб чиқиб, ҳавонинг ортиқлик коэффициенти аниқлаш мумкин:

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{F_d}{F_{ж}} \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{ж}} \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho_e}}$$

Карбюраторнинг танланган конструкцияси учун:

$$\alpha = C \cdot \frac{\mu_d}{\mu_{ж}}$$

бўлади, чунки ифоданинг қолган ҳадлари ўзгармас.

Ҳавонинг ортиқлик коэффициенти диффузордаги сийракликка мос ҳолда ўзгариши 63-расмда кўрсатилган. Графикларни анализ қилиш

шунини кўрсатадики, карбюраторда сийраклик ортиши билан ҳавонинг ортиқлик коэффициенти  $\alpha$

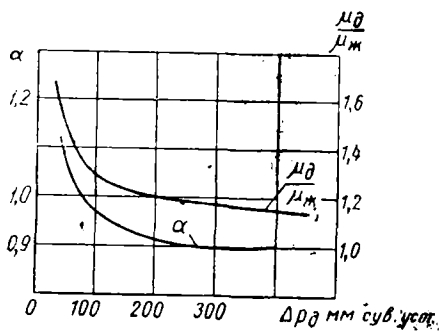
ва  $\frac{\mu_d}{\mu_{ж}}$  нисбат камаяди. Натижада

$n = \text{const}$  бўлиб, двигателнинг наг-рузкаси ортганда ёки дроссель-заслонканинг ўзгармас ҳолатида

айланишлар частотаси ошганда  $\Delta p_d$  органи сабабли  $\alpha$  камаяди

ва ёнувчи аралашма узлуксиз қуюқлашиб боради. Ваҳоланки,

бундай ёнувчи аралашма реал двигателнинг талабига жавоб бера олмайди.

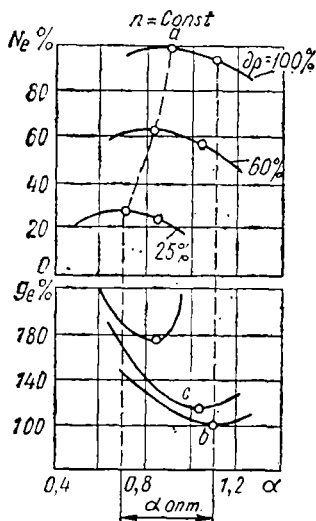


63- расм. Элементар карбюраторнинг хараактеристикаси.

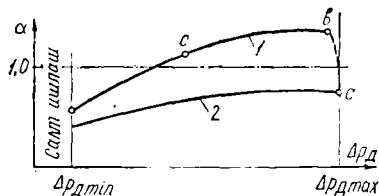
## 64-§. ИДЕАЛ КАРБЮРАТОР

Двигатель барча нагрузкаларда ёнувчи аралашманинг қанда таркибда энг катта қувватга ва тежамлилиқка эришини текшириб, ёнувчи аралашманинг оптимал ўзгариш характери ни танлаш мумкин. Бунинг учун двигателнинг бир неча тезлик режимларида ва турли нагрузкаларида қувватнинг ҳамда ёнилғи солиштирма сарфининг  $\alpha$  га боғлиқлигини текшириш кифоя.

Дроссель-заслонканинг бир неча ўзгармас ҳолатларида қувватнинг ва ёнилғи солиштирма сарфининг эгри чизиқлари ҳавонинг ортиқлик коэффициентига боғлиқ ҳолда 64-расмда кўрсатилган. Графиклардан кўриниб турибдики, катта қувват олиш учун зарур бўлган ҳавонинг ортиқлик коэффициенти энг яхши тежамлилиқ олинadиган қийматига қараганда бир оз кичик бўлиши керак. Графикларда  $\alpha$  нинг бу қийматлари ( $\alpha_{\text{Ne max}}$  ва  $\alpha_{\text{ge min}}$ ) штрих чизиқлар билан кўрсатилган. Улар карбюраторнинг рационал ростланиш чегарасини белгилайди.



64- расм. Двигатель қуввати ва тежамлилигининг  $\alpha$  га қараб ўзгариши ( $n = \text{const}$ )



65- расм. Карбюраторнинг энг қулай характеристикаси:

1 — тежамкорлик режимда; 2 — қувват режимда.

Маълумки, двигателдан энг катта қувват олиш учун дроссель-заслонкани тўла очилади. Бунда ёнувчи аралашма қуноқлашиб тежамлилиқ бир оз ёмонлашади ( $a$  нуқта).  $\alpha$  нинг маълум қийматларидагина ( $\alpha = 1,05$  1,15) двигатель тежамли ишлайди, чунки  $\alpha$  нинг бундай қийматларида ёнилғининг тўла ёниши таъминланади ( $b$  нуқта). Шунини айтиш керакки, нагрузка камайиши билан  $\alpha$  нинг оптимал қийматлари ҳам кичиклашади. Юқоридагилар маълум бўлса, двигателнинг талабларига жавоб берадиган идеал карбюраторнинг характеристикасини қуриш мумкин (65-расм, 1 ва 2-эгри чизиқлар). Бу эгри чизиқда  $a$ ,  $b$ ,  $c$  нуқталардаги  $\alpha$  нинг қийматлари катта қувват ҳосил қилиш ва тежамли ишлаш режимлари учун келтирилган.

Оддий карбюраторнинг характеристикасини двигателнинг ҳар хил режимлари учун керакли таркибла ёнувчи аралашма тайёрлаб бера

оладиган қилиш учун қўшимча мосламалар ўрнатиш керак. Шунда оддий карбюратор характеристикаси идеал карбюраторникига яқин бўлади.

Карбюраторга қуйидаги мосламалар ўрнатилади: оддий карбюраторнинг характеристикасини тўғрилайдиган компенсацияли асоси дозалаш системаси; салт (нагрузкасиз) ишлаш системаси; қуюқлаштиргич (экономайзер); тезлаштириш насоси; юргизиш юбориш жиҳози.

### 35-§. КАРБЮРАТОРНИНГ АСОСИЙ ДОЗАЛАШ СИСТЕМАСИ

Двигатель *c* ва *v* нуқталар чегарасида нормал ишлаши учун етарли бўлган ёнилғи миқдори унинг цилиндрларига асосий дозалаш системаси орқали тушади, чунки бу нагрузкалар диапазонда оддий карбюратор керакли таркиблагани ёнилғи аралашмасини тайёрлаб бера олмайди. Шу сабабли оддий карбюраторнинг характеристикасини тўғрилаш учун қуйидаги компенсациялаш системалари ишлатилади: ёнилғини пневматик тормозлаш; компенсация жиклери, диффузордаги сийраклашишни ростлаш ва жиклёрнинг ўтказиш кесimini ростлаш системалари.

#### Ёнилғини пневматик тормозлаш системаси

Ёнилғи пневматик усулда тормозланадиган (эмульсион) карбюратор ҳозирги пайтда энг кўп тарқалган. Бундай карбюраторнинг принципиал схемаси 66-расмда кўрсатилган. Бу системада тўзитгич каналга ёнилғи жиклери 5 дан ташқари ҳаво жиклери 7 ҳам ўрнатилади. Бу жиклёр орқали каналга ҳаво кириб ёнилғи эмульсиясини ҳосил қилади. Бундай карбюраторлар эмульсион карбюратор деб аталади.

Ёнилғи ҳаво эмульсияси диффузорда катта сийраклашиш пайдо бўлгандагина (яъни  $h > h_1$ ) ҳосил бўлади. Бунда эса катта нагрузкаларда ишлашга тўғри келади. Кичик нагрузкаларда тўзитгичдан фақат ёнилғи чиқади. Сийраклашиш ортганда (дроссель-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  $\Delta h$  диссипация эмас, балки  $h_1 - \Delta h$  баландлиги билан аниқланадиган мусбат босим таъсирида ҳам, худди туташ идишлардаги каби оқиб келади ва тўзитгичдан диффузорга тушади, бунда ёнилғи тўзиди ҳамда ҳаво билан аралашиб цилиндрга тушади. Ёнувчи аралашманинг қуюқлашиш ёки суюқлашиш паражаси 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 ёнилғининг оқиб чиқишига

босимнинг таъсири нисбатан кам бўлади. Натижада, ёнувчи аралашма аста-секин суюқлашади. Демак,  $\alpha$  нинг қиймати катталашиб боради (66- расм, б).

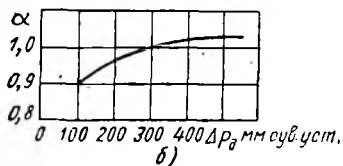
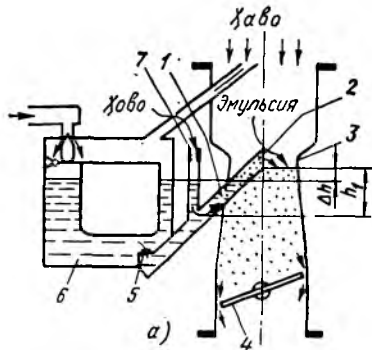
Карбюраторларда тўзитгич труба *1* нинг ичига эмульсион трубка ўрнатилади. Эмульсион трубкада бир неча тешиklar бўлиб, улар ҳар хил баландликда жойлашган бўлади. Диффузордаги сийраклашиш ортиши билан тешиklar кўпроқ очила бошлайди, натижада ёнувчи аралашма кўпроқ суюқлашади ва аксинча. Шу сабабли, эмульсион карбюраторнинг характеристикаси идеал карбюраторнинг характеристикасига мос келади.

### Компенсацион жиклёрли система

Компенсацион жиклёрли карбюраторнинг схемаси 67- расм, *а* да кўрсатилган. Бу карбюратор бош жиклёр *1*, тўзитгич труба *5* ва компенсацион жиклёр *2* дан иборат бўлиб, у қалқовучли камера ва компенсациялаш қудуқчаси *3* орасидаги каналга ўрнатилган. Компенсацион жиклёр ўзининг тўзитгичи *4* ва трубкасига эга.

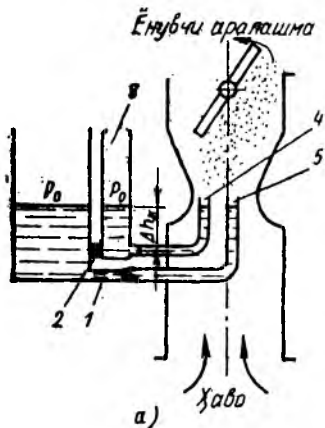
Расмдаги сатҳлар ва босим двигател ишламай турган пайтдаги қалқовучли камера учун келтирилган.

Нагрузка ошиши, яъни дроссель-заслонка очилиши ва диффузордаги сийраклашиш ортиши билан бош жиклёр орқали ўтаётган ёнилғи миқдори, оддий карбюратордаги каби ортади. Шу пайтнинг ўзида компенсацион қудуқдан ҳам тўзитгич орқали диффузорга ёнилғи туша



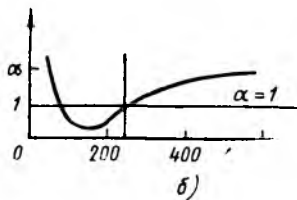
66- расм. Ёнилғини пневматик тормозлаш схемаси:

а) карбюраторнинг схемаси; б) ёнувчи аралашма таркибининг ўзгариши.



67- расм. Компенсацион жиклёрли система:

а) карбюраторнинг схемаси; б) ёнувчи аралашма таркибининг ўзгариши

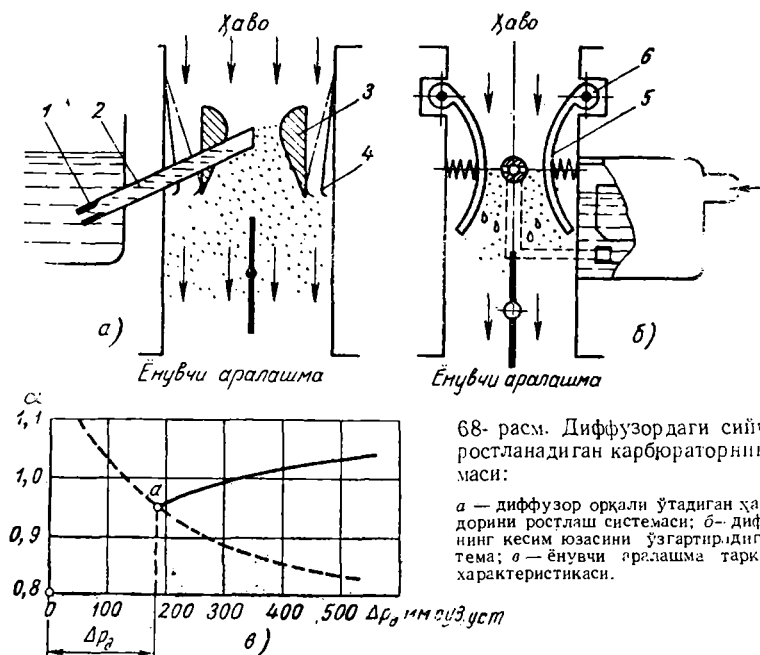


бўилайди. Компенсацион қудуқдан тушаётган ёнилғи миқдорининг ортиши ёнилғи сатҳи  $\Delta h_c$  қийматга пасаймагунча давом этади, сўнгра пуркагич 4 орқали диффузорга тушаётган ёнилғининг миқдори ўзгармай қолади. Компенсацион жиклёрли карбюраторнинг диффузордаги сийраклашиш  $\Delta P_d$  га боғлиқ ҳолда ишлаши 67-расм, б да кўрсатилган.

Дроссель-заслонка очила бошлаши билан иккала тўзитгичдан чиқаётган ёнилғининг миқдори ошгани сабабли, ёнувчи аралашма аввал кескин қуюқлашади, сўнгра  $\Delta P_d$  нинг ортиши билан суюқлашади. Бунга сабаб, компенсацион жиклёр орқали ўтаётган ёнилғи сарфининг ўзгармай қолишидир. Жиклёрларнинг кесимини тўғри танлаб, керакли ёнувчи аралашма таркибини олиш мумкин.

### Диффузордаги сийраклашиш ростланалган система

Юқориди келтирилган усуллар каби, керакли таркибдаги ёнувчи аралашмани диффузордаги сийраклашишни ўзгартириб ҳам олиш мумкин. Бу мақсадда диффузор орқали ўтаётган ҳаво миқдорини ўзгартира оладиган карбюратор ишлатилади (68-расм, а). Бунинг учун карбюратор деворлари ва диффузор 3 оралиғига эластик пластиналар 4 ўрнатилади ва улар двигатель ишламаганда диффузорнинг ташқи деворларига сиқилиб туради. Бундай карбюраторда ёнилғи оддий карбюратордаги каби диффузорга тўзитгич орқали тушади ва маълум сийраклашишга  $\alpha$  пунктир чизиқ бўйича ўзгаради. Диффузордаги сийраклашиш  $\Delta P_{дн}$  қийматга эришганда тезлик босими таъсирида э.а.



68-расм. Диффузордаги сийраклашиш ростланалган карбюраторнинг схемаси:

а — диффузор орқали ўтаётган ҳаво миқдорини ростлаш системаси; б — диффузорнинг кесим юзасини ўзгартириدىغان система; в — ёнувчи аралашма таркибининг характеристикаси.



стик пластиналар очиледи ва натижада ҳавонинг бир қисми диффузорни четлаб ўтади. Бунда диффузор орқали ўтаётган ҳавонинг нисбий миқдори камаяди ва ёнувчи аралашма суюқлашиб,  $\alpha$  нинг ўзгариши 68-расм, в даги каби бўлади.

Пластиналарнинг эластиклиги ёниш процесси шартларига биноан танланади, яъни қандай режимда ёнувчи аралашма суюқланиши керак бўлса, шу пайтдан бошлаб пластиналар очилади.

Бундай эффектга двигателнинг иш шароитларига мос равишда ўзгарадиган ўтказувчи кесимли диффузорни қўллаб ҳам эришиш мумкин (68-расм, б). Дроссель-заслонка озгина очилганда бу пластиналар ўзаро яқинлашиб, бўғизнинг ҳаво ўтадиган кесими кичраяди, шу сабабли бўғизда ҳавонинг тезлиги ва сийраклашиши катта бўлади. Бундай шароитларда диффузорга нисбатан кўпроқ ёнилғи тушади ва ёнувчи аралашма қуюқлашади. Дроссель-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.

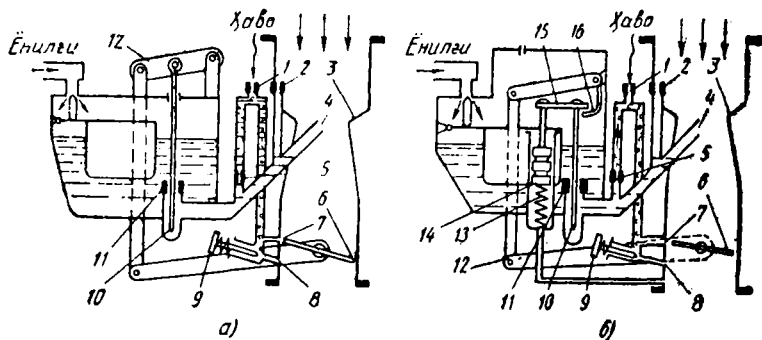
### Жиклёрнинг ўтказувчи кесими ростланадиган система

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 системасининг иш шароитларини ҳам эътиборга олиш керак. Агар салт ишлаш системаси асосий жиклёрдан кейин ўрнатилган бўлса, дроссель-заслонка ёпилганда реал характеристикалар идеал характеристикаларга катта аниқлик билан яқинлашади. Салт ишлаш системасида ёнилғини дозалаш диффузордаги ва дроссель-заслонка орқасидаги сийраклашишга боғлиқ бўлади. Дроссель-заслонка орқасида ҳосил бўладиган сийраклашиш асосий тақсимлаш системасининг ишига ҳам таъсир кўрсатади.

Карбюратордаги дозалаш нинаси механикавий (69-расм, а); вакуум ёки вакуум-механикавий (73-расм, б) усулларда ҳаракатга келтирилади. Бундай карбюраторнинг асосий дозалаш системаси асосий жиклёр 11, унинг ичида ҳаракат қиладиган дозалаш нинаси 10, ҳаво жиклёри 2 ва диффузор 3 ичига чиқувчи тўзитгич 4 дан иборат.

Салт ишлаш системаси асосий дозалаш системасидан кейин уланган бўлиб, у ёнилғи 5 ва ҳаво жиклёрлари 1 га эга. Бу система аралаштириш камераси билан тешиклар 7, 8 орқали бирлашган, пастки тешик эса винт 9 билан ростланади.

Дроссель-заслонканинг тўла очиқ ҳолатида дозалаш нинаси 10 ҳаракат қилмайди ва ёнувчи аралашма эмульсион карбюратордаги каби компенсацияланади. Дроссель-заслонка тўла очилганда диффузор ва аралаштириш камераси орасида босимлар фарқи пайдо бўлади. Натижада салт ишлаш системасидан асосий дозалаш системасига ўтади ва бу ҳолда ёнилғи жиклёри 5 асосий дозалаш системасининг қўшимча ҳаво жиклёри каби ишлайди. Дроссель-заслонканинг ҳолати ўзгарганда,



69- расм. Карбюратордаги дозаловчи нинани ҳаракатга келтириш усуллари:

а) механикавий; б) вакуум-механика вий.

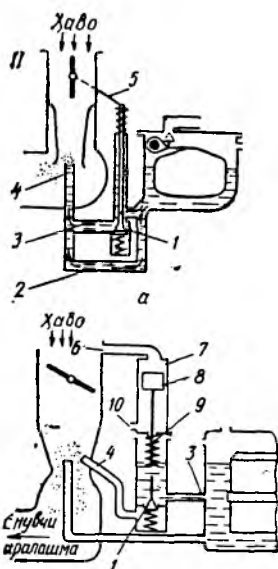
конуссимон дозалаш нинаси ҳам унга боғлиқ ҳолда ҳаракатланади. Нинанинг конуси у катта нагрукаларда керакли таркибдаги ёнувчи аралашма олишни таъминлайдиган қилиб танланади, чунки бу пайтда салт ишлаш системасидан фақат ҳаво келади. Дроссель-заслонка тўла очилганда нина юқорига ҳаракатланади, бунда асосий жиклёрнинг ўтказиш кесими катталашиб, натижада ёнувчи аралашма қуюқлашади.

Дозалаш нинаси вакуум ёки вакуум-механикавий ҳаракатга келтириладиган карбюраторларда пружина 13 нинг характеристикаси дроссель-заслонкадан пастдаги сийраклашиш 100... 120 мм. сим. устунига тенг, пружина эса нинани кўтариб, ёнувчи аралашманинг қуюқлашишини таъминлайдиган қилиб танланади. Бу ўз навбатида двигателнинг катта нагрукаларда ишлашига мос келади.

### 36- §. КАРБЮРАТОРНИНГ ЁРДАМЧИ ТУЗИЛМАЛАРИ

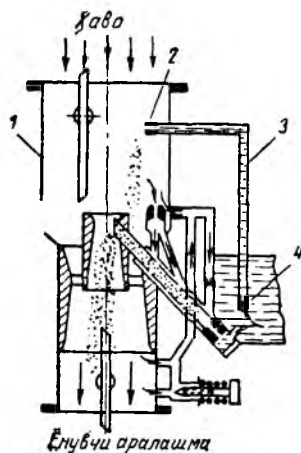
Ҳозирги замон тезюрар двигателларга ўрнатиладиган карбюраторларда қуйидаги ёрдамчи тузилмалар: экономайзер; эконостат; салт ишлаш системаси; тезлатиш насоси ва юргизиб юбориш системаси мавжуд.

**Экономайзер.** Двигателдан энг катта қувват олиш учун ёнувчи аралашма қуюқлаштирилиши керак. Бунинг учун дроссель-заслонка тез ва тўла очилади, бу ҳолда экономайзер диффузорга қўшимча ёнилги беришни таъминлайди. Экономайзер механикавий ва пневматик усулда ҳаракатга келтирилиши мумкин (70- расм, а, б). Экономайзернинг жиклёрни 3 асосий жиклёр 2 га параллел ва кетма-кет уланади; кичик нагрукаларда экономайзер жиклёридан ёнилги ўтмайди. Дроссель-заслонка каттароқ очилганда рычаг 5 ёрдамида клапан 1 очилади ва экономайзер жиклёрни 3 ҳамда тўзитгич 4 орқали диффузорга қўшимча ёнилги тушади. Бу жиклёрда сарфланган ёнилги миқдори асосий жиклёрда сарфланган ёнилги миқдорининг 15... 20% ини ташкил қилади. Натижада, ёнувчи аралашма қуюқлашади ва унинг талаб қилинган таркиби ҳосил қилинади.



70- расм. Экономайзерли карбюраторнинг схемалари:

а) механикавий ҳаракатга келтириладиган; б) пневматик ҳаракатга келтириладиган.



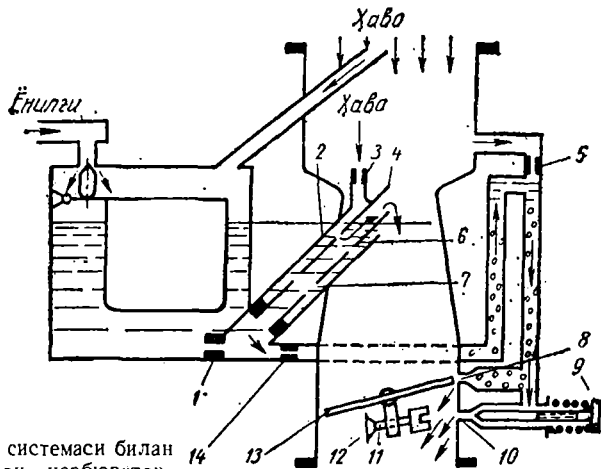
71- расм. Экономатли карбюраторнинг схемаси.

**Экономат.** Кўпчилик карбюраторларда экономат деб аталувчи махсус қуюқлаштирувчи система ишлатилади. Экономайзер каби, экономат ҳам двигатель тўла нагрукаларда ишлаганда ёнувчи аралашмани қуюқлаштириш учун хизмат қилади, лекин экономат ҳаво сарфи катта бўлган ҳоллардагина ёнувчи аралашмани қуюқлаштиради.

Экономат (71- расм) алоҳида дозаловчи системани ташкил этади. У жиклёрлар 2, 4 ва трубка 3 дан иборат. Трубканинг бир учи ҳаво киритиш патрубогига чиқади, иккинчи учи эса қалқовучли камерага уланган.

Экономат тўзитгичи ҳаво киритиш патрубогидаги диффузордан катта масофада жойлашганлиги сабабли ёнилғининг экономат орқали пурқалиши учун ҳавонинг сарфи катта бўлиши керак. Агар ёнилғи сифатида паст температурада қайнайдиган бензин ишлатилса, двигатель энг катта қувват билан ишлаётганида унинг асосий дозалаш системаси орқали берилаётган ёнувчи аралашма ортиқча суюқлашиб кетиши мумкин. Экономат эса ушбу камчиликни бартараф қилиб, ёнилғининг керакли таркибини ҳосил қилиб беради.

**Салт ишлаш системаси** двигатель салт ва кичик нагрукаларда ишлаётган вақтда ёнувчи аралашманинг керакли таркибини тайёрлаб беради. Бундай шароитларда диффузордаги ҳавонинг сийраклашиши кам бўлади ва ҳаво кичик тезликда ҳаракатланади. Натижада ўта суюқлашган ёнувчи аралашма ҳосил бўлади. Ёнилғини қуюқлаштириш (керакли таркибини олиш) мақсадида ва двигательнинг турғун режим-



72- расм. Салт ишлаш системаси билан жиҳозланган эмульсион карбюраторнинг схемаси.

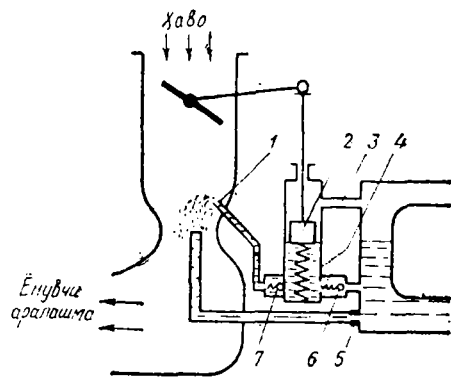
да ишлашини таъминлаш учун дроссель-заслонканинг кетида ҳосил бўладиган сийраклашишдан фойдаланилади.

Салт ишлаш системаси асосий жиклёрдан сўнг уланган эмульсион карбюраторнинг схемаси 72- расмда кўрсатилган.

Салт ишлаш вақтида дроссель-заслонка 13 остида кучли сийраклашиш ҳосил бўлади. Бу ҳолда ёнилғининг ҳаракати стрелка билан кўрсатилгандек бўлади. Ёнилғи ҳаво жиклери 3 дан ўтаётган ҳаво билан аралашиб, эмульсия ҳосил қилади ва у чиқиш тешиги 10 га келади. Чиқиш тешигида конуссимон ростлаш винти 9 ўрнатилган бўлиб, бу винт ёрдамда кичик айланишлар частотасида ёнувчи аралашманинг керакли таркиби ҳосил қилинади. Тешик 8 нинг вазифаси дроссель-заслонка очила борishi билан двигателнинг тургун ишлашини таъминлашдан иборат. Дроссель-заслонка озроқ 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 дроссель-заслонканинг энг кичик очилиш бурчагини ростлаш учун мўлжалланган.

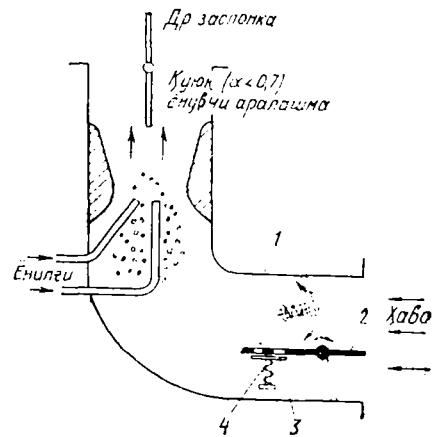
**Тезлатиш насоси.** Карбюраторли двигателларни эксплуатация қилиш шароитларида кўпинча айланишлар частотасини ёки нарузкани тез оширишга тўғри келади. Бундай ҳолларда ёнувчи аралашма суюқлашиб, двигатель керакли қувват ҳосил қила олмайди ёки бошқача қилиб айтганда, автомобилнинг «шиғов» характеристикаси ёмонлашади. Бу камчилик *тезлатиш насоси* деб аталувчи мослама ёрдамда бартараф қилинади. Тезлатиш насоси дроссель-заслонка тез очилганда ёнувчи аралашма ўта суюқлашмаслиги учун ёнилғининг қўшимча порциясини тезлик билан етказиб бериш учун хизмат қилади. Тезлатиш насоси карбюраторнинг схемаси 73- расмда кўрсатилган. Тезлатиш насоси механикавий ёки пневматик усулда ҳаракатга келтирилади. Дроссель-заслонканинг ёпиқ ёки қисман очиқ ҳолатларида поршень остида албатта ёнилғи бўлади.

Дроссель-заслонка тез очилганда пастга тезлик билан ҳаракатланаётган поршень 2, сўриш клапани 7 ва түзитгич 1 орқали ёнилғининг бир қисмини ҳаво оқимиغا пулкаб, ёнувчи аралашмани қуюқлаштиради ва двигателнинг иш режимига мос аралашма ҳосил қилинади. Дроссель-заслонка аввалги ҳолатига қайтишида поршень остида сийракланиш ҳосил бўлади ва киритиш клапани 6 орқали ёнилғи тезлатиш насосининг цилиндрига киради.



73-расм. Тезлатиш насосли карбюраторнинг схемаси.

**Юргизиб юбориш мосламаси** бўлмаган карбюраторли двигателни совуқ шароитда ишга тушириш жуда қийин. Бунда ёнувчи аралашмани тайёрлаш процесси қонқарсиз бўлади, чунки ёнилғининг бир қисми суюқ ҳолда, яъни томчилар шаклида киритиш трубаси деворларида ўтириб қолади ва ёниш камерасида ўта суюқ 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 таркибни ҳосил қилади, натижада двигателни ишга тушириш осонлашади. Бу мосламанинг схемаси 74-расмда кўрсатилган. У ҳаво кирадиган труба 1 га ўрнатилган ҳаво заслонкаси 2 дан иборат. Двигателни ишга туширишда заслонка қия ёпилади. Натижада карбюраторнинг диффузорида сийракланиш ошиб кетади ва асосий дозалаш системасидан кўп миқдорда ёнилғи келади, ёнувчи аралашма эса қуюқлашади. Ёнилғининг буғланган қисми ёниш процессининг турғунлигини таъминлайди. Ҳаво заслонкасида пластинасимон клапан 3 ўрнатилган бўлиб, у пружина 4 орқали ёпиқ ҳолда ушлаб-турилади. Бу клапан двигател ишга туширилгандан сўнг айланишлар частотаси ва ҳаво сарфи орта бошлаши билан очилади.



74-расм. Ишга тушириш мосламасининг схемаси.

Замонавий автомобиль двигателларида асосан ҳаво оқими юқоридан пастга йўналган карбюраторлар ўрнатилади, чунки улар қисқа, қаршилиги кам бўлган киритиш трубаларини қўллашга имкон беради, бу эса двигателни янги зарядга тўлдиришни яхшилайти ва унинг литравий қувватини оширади. Бундай карбюраторлар цилиндрга тушаётган ёнувчи аралашманинг таркиби бир хил бўлишини таъминлайди. Эксплуатация шароитларида эса карбюраторларга техникавий хизмат кўрсатиш осонлашади.

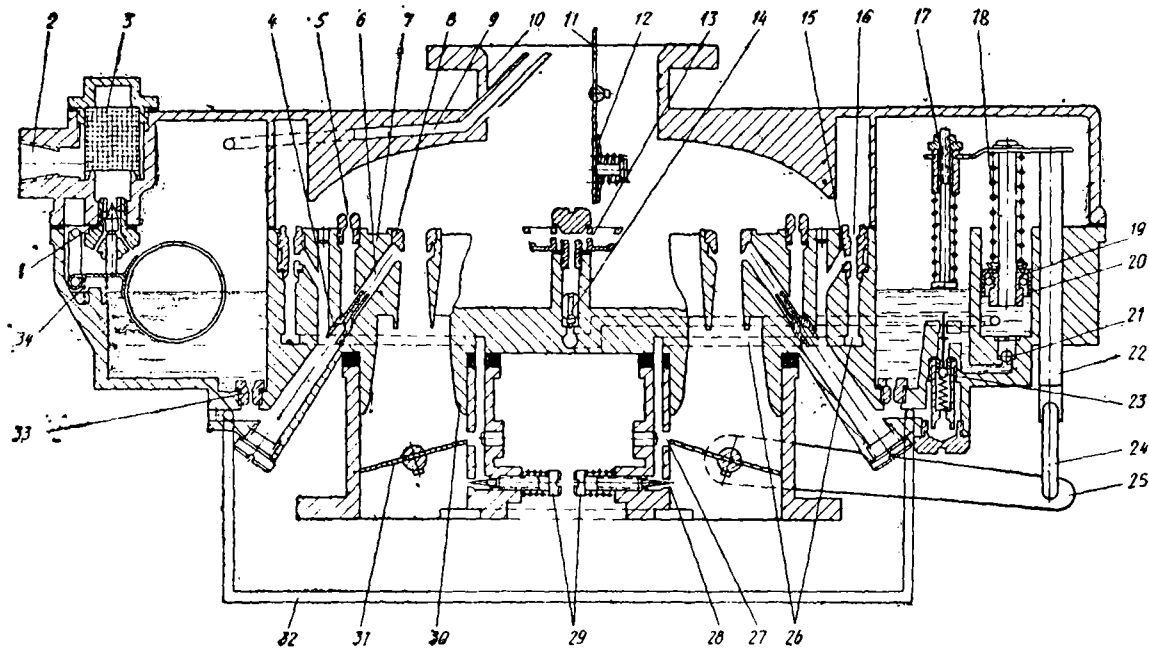
*ЗИЛ-130* автомобилнинг двигателига ўрнатиладиган икки камерага *К-88А* карбюраторининг схемаси 75-расмда кўрсатилган. Карбюраторда иккала камера учун умумий бўлган кириш трубаси 10 бор. Трубадаги ҳаво заслонкаси 11 га пружинали клапан 12 ўрнатишган; ёнилғи қалқовучли камерага кириш тешиги 2 ва филтёр 3 орқали тушади. Иккала камера учун тезлатиш насоси ва механикавий 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 дроссель-заслонка 31 жойлашган. Ушбу карбюраторларда юқорида кўриб ўтилган системаларнинг барчаси мавжуд.

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

**Салт ишлаш системаси** ҳаво жиклёри 16 ва ёнилғи жиклёри 15, каналлар 26, ростлаш винтлари 29 билан жиҳозланган чиқиш тешиклари 27 ва 28 дан иборат.

**Тезлатиш насоси** дроссель-заслонка орқали механикавий ҳаракатга келтирилади. Дроссель-заслонка 31 очилганда поршень 19 манжет 20 билан бирга ричаг 25 ва тортқи 23 ёрдамида силжийди. Бунда поршень остида ёнилғининг босими ортади. Шарикли киритиш клапани 21 ёнилғининг қалқовучли камерага ўтишига тўсқинлик қилади, нингали чиқариш клапани 14 эса ёнилғини тезлатиш насосининг тўзатиш тешиклари 13 га ўтказиб юборади. Бу аралашманинг суюқлашиб ва қувватнинг камайиб кетишига йўл қўймаслик учун зарур бўлган миқдорда ёнилғи беришни таъминлайди.

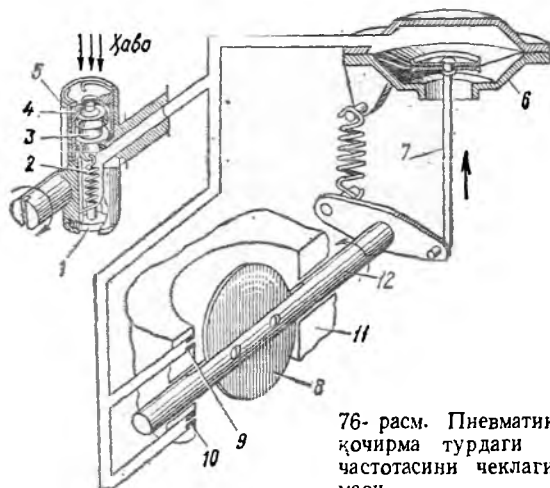
Механикавий ҳаракатга келтириладиган экономайзер ҳам турткич 17 орқали бошқарилади. Бунинг учун дроссель-заслонка катта очилиши керак, бунда турткич 17 клапан 23 ни очади. Натижада, ёнилғининг қўшимча миқдори қалқовучли камерадан асосий жиклёрларга ўтмасдан тўла қувват жиклёрларига ўтади, қия каналлар 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.



75- расм. К-88.4 карбюраторининг схемаси.

## 38-§. КАРБЮРАТОРЛИ ДВИГАТЕЛНИНГ ЭНГ КАТТА ТЕЗЛИК РЕЖИМИНИ РОСТЛАШ

Карбюраторли двигателнинг энг катта тезлик режимини рoстлаш учун айланишлар частотаси регулятори ёки чеклагич қўлланилади. Масалан, ЗИЛ-130 ва ГАЗ-53 автомобиль двигателларининг карбюраторига пневматик марказдан қочирма турдаги айланишлар частотаси регулятори ўрнатилган (76-расм). Бу регулятор (чеклагич) ўриндиқ 4 ва пружина 2 ли клапан 3 ўрнатилган ротор 5 дан ҳамда ростловчи заслонка 8 ни ҳаракатга келтирувчи диафрагмали механизм 6 дан иборат. Диафрагма устида жиклёрлар 9 ва 10 ёрдамида ҳосил қилинадиган сийракланиш клапан 3 орқали ҳавонинг келиши ҳисобига пасаяди.



76-расм. Пневматик марказдан қочирма турдаги айланишлар частотасини чеклагичнинг схемаси.

Ҳар бир двигатель маълум айланишлар частотасига эришгач, клапан 3 нинг ҳаво ўтиш кесими кичраяди ва диафрагма тепасида сийракланиш ортади. Натижада, бундан кейин айланишлар частотаси бир оз ошса ҳам диафрагма юқорига эгнлади ва дроссель-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 меъёрда ушлаб турилади.

### Салт ишлаш режимда сийракланишни чеклаш

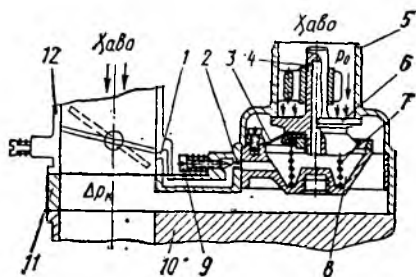
Мажбурий салт ишлаш режими ва двигатель билан тормозлаш автомобиль ҳаракати умумий вақтининг 20% ини ташкил қилади. Бу режимларда карбюраторли двигателнинг киритиш трубаларида катта сийракланиш ҳосил бўлади, ёниш процесси ёмонлашади, натижада цикларнинг 90% ида умуман ёниш бўлмайди ва двигатель нотурғун ишлайди, ишлатилган газларнинг заҳарлилиги 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.

Юқорида кўрсатилган камчиликларни йўқотишнинг энг қулай усули двигателнинг киритиш трубасини атмосфера билан махсус сийракланишни чеклагич деб аталувчи клапан орқали боғлаш ва экономайзер орқали ёнилғи беришни тўхтатишдир. Бундай чеклагич сийракланишнинг камайишига қарамасдан клапаннинг кескин очилишини ва очик ҳолатда бўлишини таъминлаши керак. Бу асосий талаблардан биридир. Двигателнинг иш режимларига мос ҳолда клапаннинг ёпилиш вақтидаги 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 77-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



77- расм. Салт ишлаш режимида сийракланишни чеклагич схемаси.

Клапанни ўриндиққа сиқиб туради. Диафрагма 3 клапан корпуси билан бирга ўтиш камераси 8 ни ҳосил қилади, ундаги босим эса ростлаш винти 9 ва 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  $\Delta P_k$  маълум қийматдан ошиши билан клапан 6 ўриндиқдан четлашади. Клапан силжиши билан тешиклар 4 беркилади ва камерада сийракланиш ортиб, киритиш трубасидаги сийракланишга тенглашиб қолади. Клапан киритиш трубаси ва бошқариш камерасидаги сийракланиш пасайгунча очик қолади.

Двигателга нагрузка берилганда клапан автоматик тарзда беркилади, чунки бу ҳолда бошқариш камерасидаги босим ошади. Бунда ростлаш винтининг канали 1 очилаётган дроссель-заслонканинг юқорисида бўлади.

Мажбурий салт ишлаш режимида ёнилғи беришни тўхтатиш учун карбюраторга таъсир этиш, салт ишлаш ёнилғи жиклёрининг олдидаги сийракланишни камайтириш керак. Бунга салт ишлаш системаси каналини атмосфера билан туташтириш орқали эришилади.

## 39-§. ЁНИЛҒИ ПУРКАБ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Карбюраторнинг тузилиши мураккаб бўлиб, у қўпгина система ва тузилмалардан ташкил топган. Шу сабабли учқун билан ўт олдирилдиган двигателларда ёнилғини киритиш трубасига бевосита пуркаб аралашма ҳосил қилиш усули ҳам қўлланилмоқда.

Бу усул қуйидаги афзалликларга эга: ҳар хил цилиндрлардаги ёнувчи аралашманинг бир жинсли ва бир таркибли бўлишига эришилади; бир хил иш ҳажмида двигатель катта номинал қувватга эга бўлади, чунки карбюратор бўлмагани сабабли, тўлдириш коэффициенти катта бўлади; бир хил сиқиш даражасида октан сонига 2-3 бирлик кам бўлган ёнилғиларни ҳамда оғирроқ фракцияли ёнилғиларни ишлатиш мумкин.

Учқун билан ўт олдирилдиган двигателларда бензин пуркашнинг икки усули қўлланилади: а) цилиндрга пуркаш; б) киритиш трубасига узлуксиз ёки вақт-вақти билан пуркаш. Цилиндрга пуркаш киритиш ёки сиқиш процессининг бошида ёхуд охирида бўлиши мумкин.

## IX б о б

### ДИЗЕЛЛАРНИНГ ЁНИЛҒИ БЕРИШ АППАРАТУРАСИ

#### 40-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

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

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

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

1) ёнилғини цилиндрга юқори босим остида пуркаши, ёниш камерасининг шаклига боғлиқ бўлган ёнилғи тўзонини ҳосил қилиш ва ёниш процессини самарали четишини таъминлайдиган пуркаш характеристикасини ҳосил қилиши лозим;

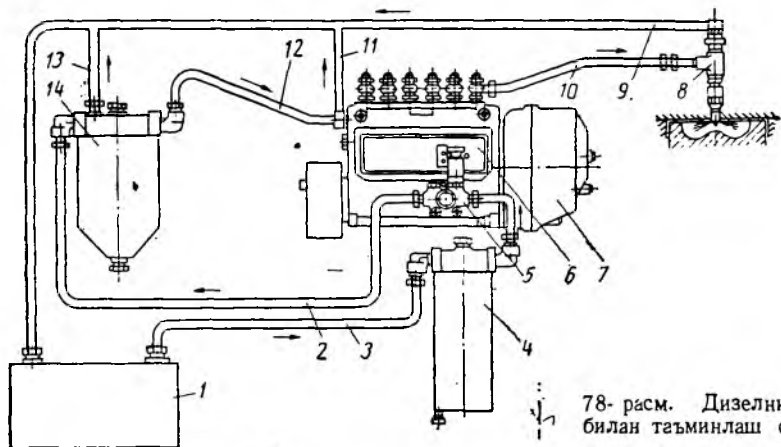
2) ёнилғини майда зарраларга тўзитиши ва ҳаво билан аралашиб оптимал ёнувчи аралашма ҳосил қилиши керак;

3) автомобилнинг барча режимларида керакли қувват билан ишлай олишини таъминлайдиган миқдорда ёнилғи бериши, дизелнинг нагрукаси ўзгарганда қисқа вақт ичида цилиндрларга пуркалаётган ёнилғининг миқдорини нагруккага қараб ўзгартира олиши зарур;

4) ҳамма цилиндрларга бир хил пуркаш характеристикасида ва бир хил миқдорда ёнилғи узатиш лозим. Бундан ташқари, ёнилғи бериш аппаратурасининг тайёрланиши ва эксплуатация қилиниши осон бўли-

ши ва узоқ муддат ишлаши таъминланиши лозим. Ёнилғи бериш аппаратураси қуйидаги асосий қисмлардан ташкил топган:

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



78-расм. Дизелни ёнилғи билан таъминлаш системаси.

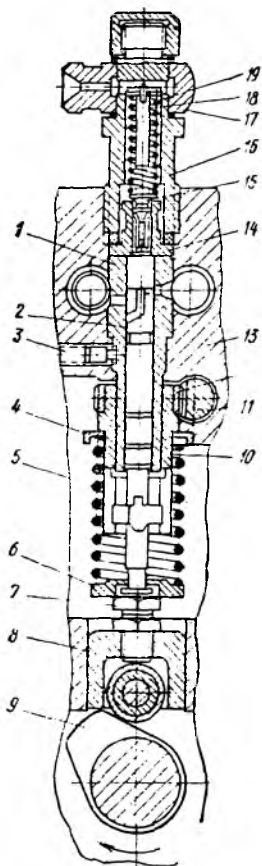
Тўрт тақли дизелнинг ажратилган турдаги ёнилғи системаси 78-расмда кўрсатилган. Ёнилғининг цилиндрга тушгунча бўлган ҳаракат йўли стрелкалар билан кўрсатилган. Ёнилғи ёрдамчи насос 5 орқали (0,15–0,17 МПа) босим остида юқори босимли насос 6 га берилади. Пуркалмай қолган ортиқча ёнилғи трубкалар 11 орқали бакка қайта қуйилади.

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

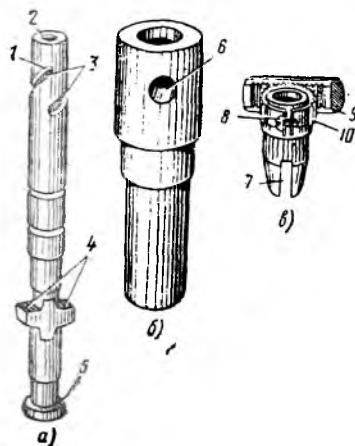
#### 41-§. ЮҚОРИ БОСИМЛИ ЁНИЛЌИ НАСОСИ

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

Кўп секцияли ёнилғи насосларида двигатель цилиндрига берилаётган ёнилғи миқдори плунжернинг ҳолатига боғлиқ. Плунжернинг ҳо-



79-расм. ЯМЗ-236 дизелининг юқори босимли ёнилғи насоси секцияси.



80-расм. Насос секциясининг деталлари.

лати эса двигателнинг нағрузкасига мос равишда рейка орқали марказдан қочирма регулятор ёрдамида ўзгартирилади.

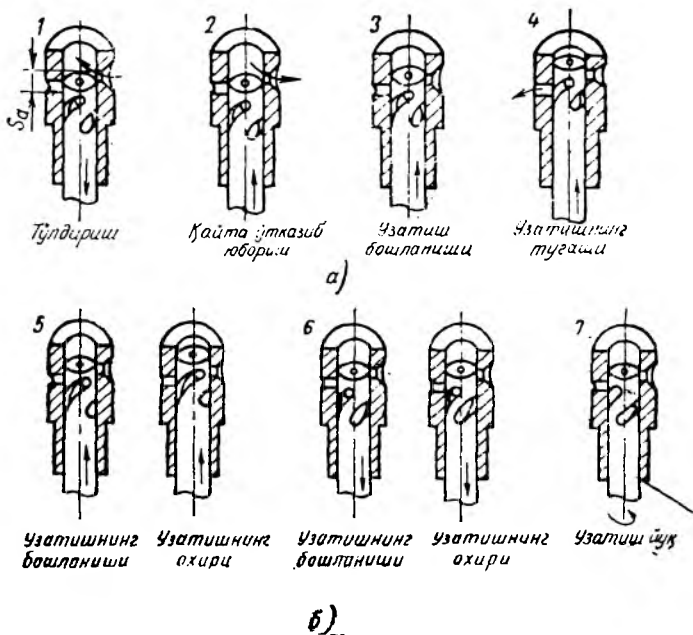
ЯМЗ-236 дизелидаги юқори босимли ёнилғи насосининг битта секцияси 79-расмда кўрсатилган. Ҳар бир секциянинг иш элементи плунжер 2-гильза 1 жуфтдан иборат. Насос секцияси қуйидагича ишлайди.

Ёнилғи насосининг вали тирсақли вал ёрдамида ҳаракатга келтирилади, у икки марта секин айланади. Ёнилғи-насосининг кулачок 9 ли вали айланганда тўрткич 8 кўтарилади. Тўрткич ўз навбатида плунжер 2 ни кўтарилади. Тўрткичнинг ролиги кулачокнинг ўзгармас радиусли қисмига келганда плунжер пружина 5 таъсирида бошланғич ҳолатига қайтади.

Буриш втулкаси 10 гильза 1 га эркин ўрнатилган.

Ёнилғи насоси корпусининг юқори қисмига—ўриндиқ 14 га ҳайдаш клапани 15 ўрнатилган.

Насос секциясининг деталлари 80-расмда алоҳида-алоҳида кўрсатилган. Плунжернинг юқори қисмида иккита винтсимон ариқча 3 бор. Улар плунжер тореди билан марказий (2) ва кўндаланг каналлар орқали бирлашган. Ариқчалардан бирининг қирраси 1 жуда аниқ ишланган. Цилиндрга бериладиган ёнилғи миқдори қирра 1 нинг ҳолатини ўзгартириб ростланади. Плунжернинг пастки қисмидаги иккита чиқиқ 4 уни буриш втулкаси билан бириктириш учун, айлана чиқиқ 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 оралиғида бўлади. Гильзада қарама-қарши жойлашган



81- расм. Плунжер жуфтнинг ишлаши (а) ва пуркалаётган ёнилғи миқдорини рoстлаш схемаси (б).

иккита тешик 6 бор. Бу тешикларнинг бири ёнилғини плунжер тепа-сига ҳайдаш учун, иккинчиси эса ортиқча ёнилғини қайта ҳайдаш учун хизмат қилади. Буриш втулкасининг тишли гардиши рейка билан бирлашган, чуқурлари 7 га эса плунжернинг чиққичлари 4 киргизилади.

**Насос секциясининг ишлаши.** Насос секциясининг ишини учта процесга бўлиш мумкин: тўлдириш, сўриш ва қайта чиқариш. Плунжер пастга ҳаракат қилганда (81- расм, а) киритиш тешиги очилади ва плунжернинг устки бўшлиғи ёнилғи билан тўлади. Плунжер юқорига ҳаракат қилганда ёнилғининг бир қисми аввал гильзадаги киритиш тешиги орқали ёнилғи келадиган каналга қайтиб чиқади. Ёнилғининг қайтиб чиқиши плунжернинг тореци гильзадаги киритиш тешигини беркитганда тугайди (3- схема). Плунжер юқорига ҳаракат қилишни давом этганда ёнилғининг босими тез кўтарилади. Натижада ҳайдаш клапани 15 (79- расм) очилиб, ёнилғи катта босимли трубкалар орқали форсункаларга келади ва цилиндрларга пуркалади. Плунжернинг винтсимон қирраси гильзадаги қайта чиқариш тешигини очганда (4- схема) насосдан форсункага ёнилғи юбориш тўхтайтиди ва плунжер юқорига ҳаракат қилишни яна давом эттирса, ёнилғи қайтариш каналига чиқариб юборилади. Натижада плунжер устидаги босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани эса пружина ва насос штуцеридаги босим таъсирида ўриндиққа ўтиради. Айни вақтда насос билан форсункага ёнилғи ҳайдаш ва пуркаш тўхтайтиди.

Киритиш тешиги ёнилган пайтдан бошлаб гильзадаги қайта чиқариш тешиги очилгунча бўлган давр ичида плунжернинг ўтган йўли плунжернинг актив йўли  $S_a$  деб аталади. Актив йўлни плунжер юзаси  $f_n$  га кўпайтирсак, плунжер билан сиқиб чиқарилган ёнилгининг назарий миқдорини топамиз:

$$V_{\text{ё}} = S_a \cdot f_n$$

Цикл давомида ёниш камерасига пуркаладиган ҳақиқий ёнилгининг миқдори қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{\text{ҳақ}} = V_{\text{ё}} \cdot \eta_n = S_a \cdot f_n \cdot \eta_n$$

бу ерда  $\eta_n$  — ёнилги бериш коэффициенти,  $\eta_n = 0,75 \dots 0,9$ . Бу коэффициент плунжерли жуфтдаги ва тўзиткичдаги зазорлар орқали ёнилгининг сизишини, унинг сиқилувчанлигини ҳамда ёнилги бериш системасининг деформациясини ҳисобга олади.

Двигателнинг нагрузкаси ўзгариши билан цилиндрга узатилаётган ёнилгининг миқдори ҳам ўзгариши керак. Бунинг учун плунжер рейка ва маркадан қочирма регулятор ёрдамида бурилади, натижада унинг актив йўли (81-расм, б) ва ёнилги миқдори ўзгаради.

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

Ёнилги миқдорини камайтириш 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 винтсимоа қирраси чиқариш тешигини киритиш тешиги беркилишидан олдинроқ очади (7-схема). Натижада форсунка орқали ёнилги пуркаш тўхтайдди, чунки плунжернинг устки ҳажми бир вақтнинг ўзида ҳам чиқариш, ҳам киритиш тешиклари билан боғланган бўлади.

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

Насос-форсункаларда золотник типдаги юқори босимли насос ва клапан-сопло тўзитгичли форсунка бир агрегатга бирлаштирилган бўлади. Насос-форсунканинг плунжерли юқорида кўриб ўтилган ЯМЗ насосининг плунжеридан иккита ишчи винтсимоа қирраси борлиги билан фарқ қилади. Юқоридаги қирра ёнилги пуркашнинг бошланиш вақти, иккинчиси (пасткиси) эса ёнилги пуркашнинг тугаш вақтини рейканинг ҳолатига қараб бошқаради. Пуркалаётган ёнилги миқдори қирралар ёрдамида ўзгартирилади. Насос-форсунканинг плунжери ҳам рейка ёрдамида буралади. *AP-20A<sub>3</sub>* насос-форсункадан пуркалаётган ёнилгининг миқдори камайиши натижасида ёнилги бериш кечроқ, яъни ю. ч. н. 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 боғлиқли-

ги рейканинг уч ҳолати учун 82-расмда келтирилган.

Графикларнинг кўрсатишича кам нағрузкаларда айланиш тар частотасининг ошиши билан циклда бериладиган ёнилғи миқдори тўла нағрузкадагига қараганда кўпроқ ошади (2 ва 3 эгри чизиқлар). Бу камчиликни йўқотиш мақсадида насосга корректорлар ўрнатилади.

Ёниш процессининг оптимал кетиши учун ёнилғини пуркаш тўхтаганда юқори босимли ёнилғи трубхасида босим тез камайиши керак. Акс ҳолда қайта пуркаш процесси содир бўлиб, у кичик босимларда давом этади. Натижада ёнилғининг томчилари яхши парчаланмасдан, чала ёнади ва кокс ҳосил қилади.

Ёнилғи беришни кескин тугаллаш ҳамда юқори босимли трубкаларда босимни тез пасайтириш учун ёнилғи насосига ҳайдаш клапани ўрнатилади. Чиқариш тешиги очилиши билан бу клапан ўз ўриндигига ўтириб плунжер усти ҳажмини юқори босимли трубкалардан ажратиб қўяди. Натижада пуркаш кескин тугайди. Қўзиқоринсимон ҳайдаш клапани (83-расм, а) зичловчи конусли қалпоқ 1, бўшатувчи белбоғ 2 ва ёнилғи ўтказувчи тўртта ариқчали хвостовик 3 дан иборат. Клапан нормал ҳолатда ўз ўриндиги 4 да ўтиради. Унинг иш процесси юқорида кўриб ўтилган. Клапан ва ўриндиқ биргалликда аниқ геометрик ўлчамларда тайёрланади ва улардан биттаси ишдан чиқса иккаласи янгиланади.

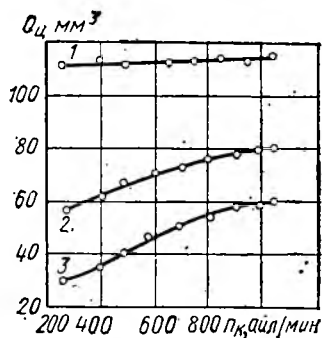
Золотникли ҳайдаш клапани (83-расм, б) қўзиқоринсимон клапанга ўхшаш ишлайди.

### ЯМЗ-236 дизелининг ёнилғи насоси.

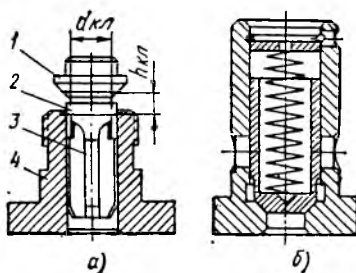
ЯМЗ-236 дизелига ўрнатиладиган юқори босимли олти секцияли золотникли ёнилғи насоси (84-расм) қуйидагича тuzилган.

Олти секция — насос корпуси 14 нинг юқори қисмидаги уяларда жойлашган. Гильзалар стопорлаш винтлари 11 ёрдамида бир хил ҳолатда ўрнатилади. Гильзалардаги киритиш ва чиқариш тешиклари жойлашган сатҳда корпуснинг узунлиги бўйлаб иккита горизонтал канал ўтган: канал 3 орқали ёнилғи плунжер секцияларига юборилади, канал 15 орқали эса ёнилғи пуркаш тугаганидан сўнг плунжер секцияларидан қайта олиб кетилади.

Корпуснинг ён тарафидаги каналда втулкалар воситасида рейка 12 ўрнатилаган. Насоснинг рейкаси ҳар бир секциянинг тишли гардиши билан илашган.

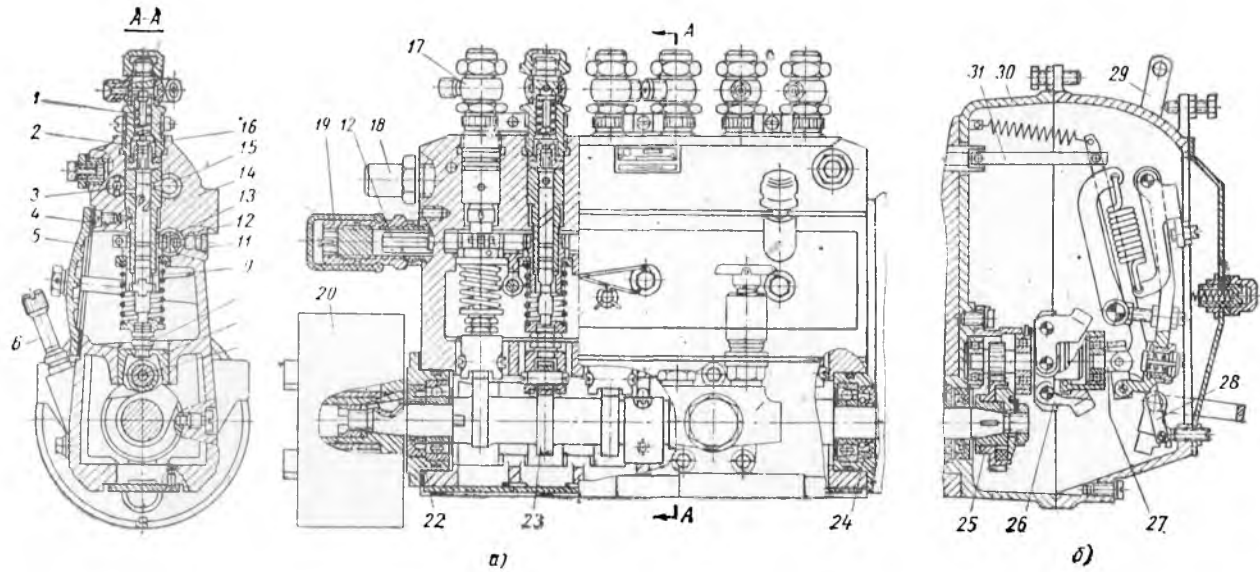


82-расм. ЯМЗ-236 дизели ёнилғи насосининг характеристикаси.



83-расм. Ёнилғи ҳайдаш клапанлари:

а — қўзиқоринсимон; б — золотникли



84- расм. ЯМЗ-236 дизелининг юқори боғимли ёпилги насоси;  
 а — насоснинг кесимлари; б — регулятор.



Гильзалар ўрнатиладиган уялар остида чуқурчалар бўлиб, бу чуқурчаларга буриш втулкаларининг тишли гардиши 13 киритилади. Чуқурчаларнинг пастки қисмига ўтказиш белбўғлари ясалган бўлиб, уларга пружиналарнинг юқори тарелкалари таянади.

Насос секциялари бўшлиғини кулачокли вал бўшлиғидан ажратадиган тўсикда турткичлар 8 ни ўрнатиш учун махсус уялар ясалган. Насоснинг кулачокли вали 23 да олти тангенциал профилли кулачок ва эксцентрик бор. Кулачоклар турткичларни ҳаракатга келтиради, эксцентрик эса ёнилғи ҳайдайдиган ёрдамчи поршенли насосни ишга солади.

Насоснинг кулачокли валига пуркашнинг илгарилаш муфтаси 20 ўрнатилган, унинг қарама-қарши томонига регуляторни ҳаракатлантирувчи етакчи шестерня 25 нинг гунчаги маҳкамланган. Регулятор эса насос корпусига бириктирилган.

V — симои тўрт тактли олти цилиндрли дизелда ёнилғи насоси секцияларининг иш тартиби 1-4-2-5-3-6 тартибда бўлади ва ёнилғи бериш кулачокли вал ҳар 45° ва 75° бурчакка бурилганда такрорланади, бу эса двигателда иш процессларининг такрорланишига мос келади.

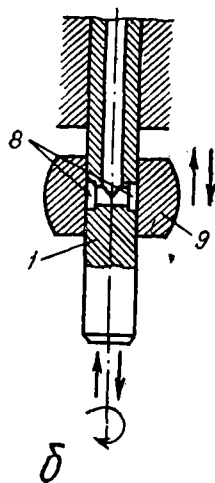
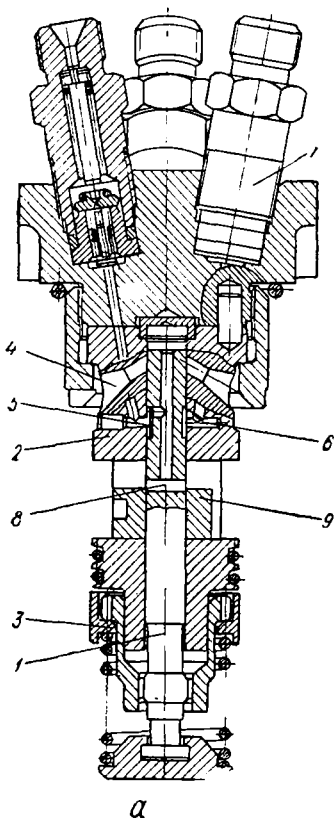
Ёнилғи насосининг бир секцияси ҳар циклда 111 113 мм<sup>3</sup> ёнилғи беради.

Кўриб чиқилган юқори босимли ёнилғи насосларида ҳайдаш секцияларининг сони двигатель цилиндрининг сонига тенг.

#### Тақсимловчи юқори босимли ёнилғи насоси

Кейинги вақтларда тез крар кам қувватли дизелларда тақсимловчи насослар ишлатила бошланди. Бундай насосларда битта секция ёнилғини двигательнинг иш тартибига мос ҳолда 2 4 цилиндрга етказиб беради. Бу насослар кўп плунжерли насослардан арзонлиги ва ихчамлиги билан фирқ қилади. Насоснинг кулачокли вали бир марта айланганда плунжер актив йўлни цилиндрлар сонига тенг (2...4) марта такрор ўтади.

Тақсимловчи *НД-22* насосининг юқори босимли секцияси ва ёнилғи миқдорини ўзгартириш схемаси 85- расм, *a* ва *b* да кўрсатилган. Бу насосда плунжер 1 кулачок таъсирида ўз втулкаси 2 да қайтмаилгариланма ҳаракат қилади. Ундан ташқари, плунжер ўз ўқи атрофида ички тишли гардиш 3 ёрдамида айланиб, ёнилғини форсункаларга тақсимлаб беради. Форсункаларга ёнилғини бериш плунжернинг юқорига ҳаракатида унинг қирраси тўлдириш дарчалари 4 ни беркитгандан сўнг бошланади. Тақсимлаш ариқчаси 5 плунжердаги кўндаланг тешик 6 га мос келганда плунжернинг тепа ҳажмида сиқилган ёнилғи босим остида форсунканинг штуцери 7 га ҳайдалади. Ёнилғи юқори босимли трубкалар орқали форсункага боради ва пуркалади. Ёнилғини пуркаш плунжердаги тешик 8 дозатор 9 дан чиқиши билан тугайди. Бу ҳолда плунжернинг юқори қисмидаги босим кескин пасаяди ва ёнилғини бериш тўхтайтиди. Цилиндрга берилаётган ёнилғининг миқдори дозатор ёрдамида ростланади. Бунинг учун дозатор плунжернинг ўқи бўйлаб барча режимли регулятор ёрдамида сурилади. Циклда бериладиган ёнилғининг максимал миқдорига дозатор юқорида жойлашганда эришилади.



85- расм. Тақсимловчи типдаги НД-22 насоснинг юқори босимли секцияси (а) ва ёнилғи миқдорини ўзгартириш схемаси (б).

#### 42- §. ФОРСУНКАЛАР

Дизелларда асосан очиқ ва ёпиқ форсункалар ишлатилади.

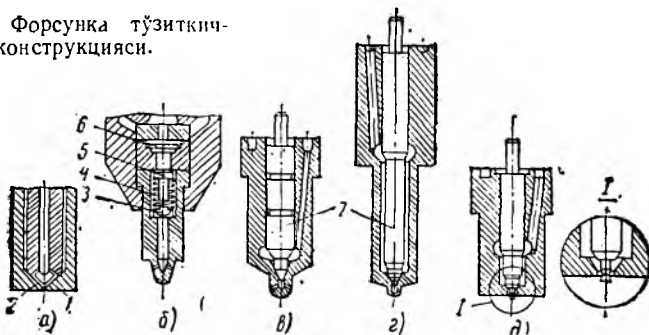
Ажратилмаган камерали тўрт тактли дизелларда ёпиқ тўзитгичли форсункалар ишлатилади. Форсунка нинаси пружинасининг сиқилиши 15—22 МПа га мўлжалланган. Икки тактли ЯАЗ дизелларида клапан-соплоли форсунка ишлатилади. Клапан 4—5 МПа босимда очилади ва бунда пуркаш бошланади.

Ажратилган камерали дизелларда очиқ форсункалар ишлатилади. Уларда очиқ ёки штифтли тўзитгич ўрнатилади. Штифт нинаси пружинасининг сиқилиши 10—15 МПа га мўлжалланган.

Тўзиткичларнинг конструкцияси 86-расмда кўрсатилган. Очиқ тўзитгич форсункадан (86-расм, а) ёнилғи пуркаш тўзиткич ичидаги ва цилиндрдаги босимлар фарқи сопло тешикларининг қаршилигини енга олганда бошланади.

Насос-форсункада қўлланиладиган ёпиқ клапан-соплоли тўзитгич 86-расм, б да кўрсатилган. Бу тўзитгич пластинасимон клапан 6, контрол клапан 5, чеклагич 3, пружина 4 ва оралиқ втулкадан иборат.

86- расм. Форсунка тўзиткичларининг конструкцияси.



Пластинасимон клапан форсункадаги босим цилиндрдаги босимдан кам бўлганда газларни ўтказмайди. Контрол клапани эса очиқ форсункага хос камчиликни (пуркаш охирида ёнилгининг томчилашини йўқотади ва у босим 4,0 6,5 МПа бўлгандагина очилади.

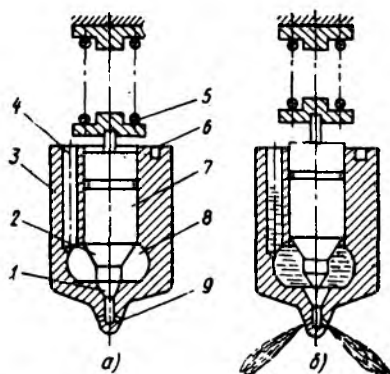
Клапаннинг очилиш босими максимал пуркаш босимидан анча кам бўлганлиги учун кўпинча бундай форсунка *очиқ форсунка* дейилади.

Ёпиқ тўзитгичларнинг схемаси 86-расм, в ва г да кўрсатилган. Нина ёпиқ тўзитгичларнинг асосий элементи бўлиб, ҳар гал цилиндрга ёнилғи пуркалгандан сўнг юқори босимли ёнилғи бериш йўлини ёниш камерасидан ажратиб қўяди.

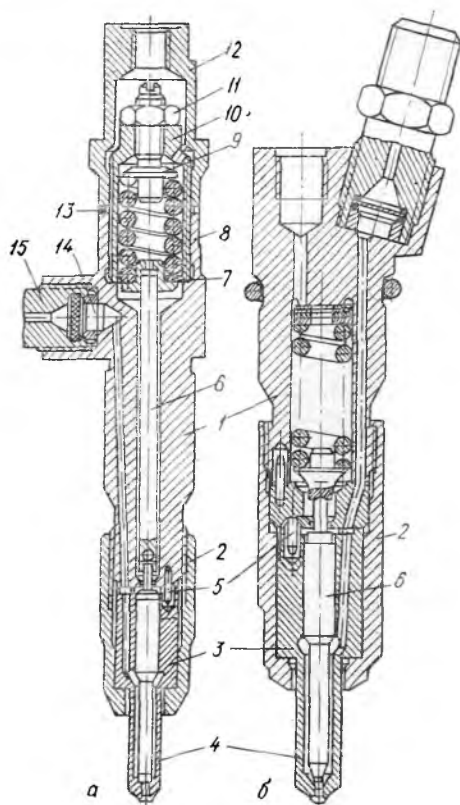
Нормал ҳолатда нина 7 нинг конуси 1 пружина 5 таъсирида тўзиткич корпусидаги ўриндиққа сиқилган бўлади (87-расм, а). Насосдан ёнилғи келиши билан юқори босимли трубкада, шунингдек, тўзитгичнинг ичида босим жуда тез кўтарилади. Нинанинг конуссимон сирти 2 га таъсир қилувчи бу босим пружина кучидан ошганда  $P_{пр} = 15,0 \text{ } 20,0 \text{ МПа}$  нина кўтарилади ва ёниш камерасига катта босим ҳамда тезликда сопола тешиклари 9 орқали ёнилғи пуркалади (87-расм, б). Ёнилғи бериш тугаши билан юқори босимли трубкаларда ҳамда тўзитгич корпусининг ички қисмида босим кескин пасаяди ва пружинанинг босимидан кам бўлиб қолади. Натижада нинанинг конуссимон сирти тўзитгичнинг конус сиртига зич ўтиради ва цилиндрга ёнилғи пуркаш кескин тугалланади. Нина ўз уясига тез ўтиргандагина пуркаш охирида цилиндрга ёнилғи оқиб кетишини ва сопола тешикларининг коксуланиб қолишини йўқотиш мумкин. Бу вазифани эса ҳайдаш клапани бажаради.

Ажратилган камерали дизелларда қўлланиладиган форсунканинг штифтли тўзитгичи 86-расм, д да кўрсатилган.

Пуркашнинг бошланиш босимини нина пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.



87- расм. Ёпиқ форсунканинг ишлаш схемаси.



88- расм. ЯМЗ дизелларига ўрнатиладиган ёпик форсуноклар:  
 а — ЯМЗ-236 дизели учун; б — ЯМЗ-740 дизели учун.

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 стакан 10 га буралиб, контргайка 11 билан маҳкамланган. Стаканга бураладиган қалпоқ 12 билан корпус орасида қистирма 13 бор. Пружинанинг таранглигини ростлаш винти ёрдамида ўзгартириш мумкин.

Ёнилғи юқори босим остида форсункага штуцер 15 ва сим тўрлардан тузилган филтёр 14 орқали келади. Сўнгра у тўзитгичга тушади ва нина кўтарилганда цилиндрга пуркалади.

Форсунка цилиндрлар головкасига скоба ёрдамида маҳкамланган, скоба эса қалпоқ 12 нинг айлана чиқиғига тиралади.

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

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

Нинанинг ишлаш шароитини яхшилаш ва муддатини ошириш мақсадида нина ҳамда тўзитгичнинг корпуси узунроқ қилиб ясалади, чунки бу ҳолда деталларни совитиш шароити анча дуруст бўлади.

Ажратилмаган камерали дизелларда 2 11 та тешикли тўзитгичлар ишлатилади. Тешиклар диаметри 0,15

0,45 мм бўлади. Ажратилган камерали дизелларда бир тешикли ёки штифтли тўзитгичлар ишлатилади. Тешикнинг диаметри нисбатан катта (1 .. 2 мм) бўлади.

Ёпиқ тўзитгичларда нинанинг юриш йўли 0,3 0,45 мм, нина билан тўзитгич корпусининг орасидаги зазор 2,5 мкм, ўриндиқ конусининг бурчаги 59 60°, нина конусининг бурчаги эса мос ҳолда 1° катта қилиб тайёрланади.

Мисол тариқасида тўрт тактли ЯМЗ-236 ва ЯМЗ-740 дизелларда ишлатиладиган форсунокларнинг конструкцияси 88- расм а, б да кўрсатилган.

Нина 4 ли тўзитгич 3 гайка 2 ёрдамида форсунка корпуси

Тўзитгич форсунканинг корпусида ёниш камерасига нисбатан аниқ ҳолатда иккита штифт 5 билан ўрнатилади. Нинанинг кўтарилиши 0,28 0,38 мм, пружинанинг таранглиги  $15,0 \pm 0,5$  МПа.

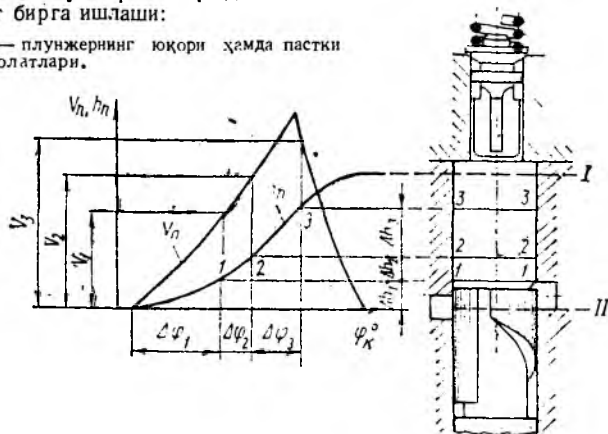
#### 43- §. ЮҚОРИ БОСИМЛИ ЁНИЛҒИ НАСОСИ ВА ФОРСУНКАНИНГ БИРГА ИШЛАШИ

Плунжернинг актив йўли торецнинг киритиш тешикларини беркитган пайтидан бошлаб винтсимон қирра қайтариш тешигини очган пайтгача давом этади. Ҳақиқатда эса ёнилғи системасида шундай процесслар содир бўладики, бунда ёнилғини цилиндрга пуркашнинг бошланиши ва тугаши плунжер актив йўлининг бошланиши ва тугашига тўғри келмайди.

Ёнилғи насосидаги плунжер ва ҳайдаш клапанининг бирга ишлаши 89- расмда кўрсатилган. Графикда абсциссалар ўқига ёнилғи насоси

89- расм. Плунжер ва ҳайдаш клапанининг бирга ишлаши:

I ва II — плунжернинг юқори ҳамда пастки чекка ҳолатлари.



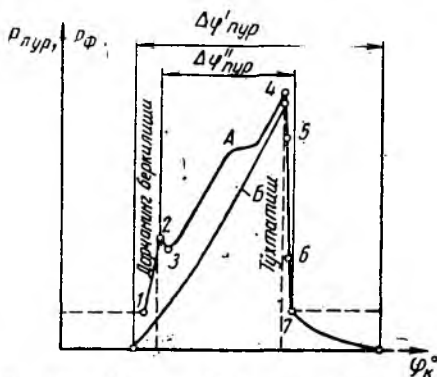
валининг бурилиш бурчаги  $\varphi_k$ , ординаталар ўқига эса плунжер йўли  $h_{пл}$  ва тезлиги  $V_{пл}$  қўйилган. Плунжернинг координата бошидан нуқта I гача босиб ўтган йўлида иш бажарилмайди ва у салт йўли дейилади. Бу давр ичида кулачокли вал  $\Delta\varphi_1$  бурчакка бурилади. Плунжер  $\Delta h_1$  йўлни босиб ўтади ва унинг тезлиги 0 дан  $V_1$  гача ўзгаради.

Киритиш тешиклари беркилган вақтдан бошлаб ҳайдаш клапани кўтарили бошлайди. Лекин бу даврда бўшатувчи белбоғ йўналтирувчи каналдан чиқмагани учун ёнилғи плунжернинг устидаги бўшлиқдан ҳайдаш клапанининг штуцерига ўтмайди. Бу давр ичида (2 нуқтагача) кулачокли вал  $\Delta\varphi_2$  бурчакка бурилади,  $\Delta h_2$  йўлни босиб ўтади, унинг тезлиги эса  $V_2$  га етади.

Плунжер 2—2 ҳолатга келганда ҳайдаш клапанининг бўшатувчи белбоғи йўналтирувчи каналдан тўла чиқади, натижада ёнилғи юқори босимли трубкаларга ўта бошлайди. Плунжер ёрдамида ёнилғи ҳайдаб чиқариш тешиги винтсимон қирра билан очилгунча давом этади.

Бу давр эса плунжернинг 3—3 ҳолатига тўғри келади. Бунда кулачокли вал  $\Delta\varphi_3$  бурчакка бурилади, плунжер  $\Delta h_3$  йўлни босиб ўтади ва унинг тезлиги  $V_2$  дан  $V_3$  гача ўзгаради. 3 нуқтанинг ҳолати берилаётган ёнилғи миқдорига боғлиқ.  $\Delta h_3$  плунжернинг актив йўли бўлади. Назарий жиҳатдан олганда цилиндрга ёнилғини пуркаш нуқта 2 да бошланиб, нуқта 3 да тугайди. Реал шароитларда эса клапанининг белбоғи ўз йўналтирувчисидан сал илгарироқ (плунжернинг устидаги ёнилғининг босими таъсирида) чиқади. Натижада штуцерга ёнилғи нуқта 2 да эмас, балки илгарироқ ўта бошлайди. Ёнилғи узатишнинг тугаши нуқта 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  $P_{пур} = f(\varphi_k^o)$  тўзитгичнинг тешиги олдидаги босим  $P_c$  ва пуркаш даврида цилиндрдаги босим  $P_{ц}$  нинг айирмаси билан аниқланади, яъни  $P_{пур} = P_{ст} - P_{ц}$ . Бунинг учун  $P_c = f(\varphi_k^o)$  ва  $P_{ц} = f(\varphi_{т.с.б.}^o)$  ёзиб олинган бўлиши керак.



90-расм. Пуркаш босимининг ўзгариши:

A — ёпиқ форсунка учун; B — очик форсунка учун;  $\Delta\varphi$  — пуркашнинг давом этиши; 1 — дарчанинڭ ёпилиши; 2 — узилш.

затилади (нуқта 3). Цилиндрга ёнилғини пуркаш асосан 3—4 эгри чиқиқ билан характерланади.

Бу участкада пуркаш процессининг ривожланиши плунжернинг тезлигига боғлиқ. Плунжернинг тезлиги қанча катта бўлса  $P_{ф}$  нинг қиймати шунча катта бўлади.

Нуқта 4 да ёнилғи бериш узилади, яъни гильзадаги чиқариш тешиги очилади. Натижада босим тез пасаяди, ҳайдаш клапани ўриндик томонга ҳаракат қилади. Нуқта 5 да бұшатувчи белбоғ йўналтирувчи каналга киради ва юқори босимли трубка плунжер усти бўшлиғидан ажратилади. Лекин маълум вақт давомида ёнилғи бериш тўхталиб қўйилганига қарамай, юқори босимли трубкада қолган ёнилғи форсунка орқали цилиндрга пуркалади. Нуқта 6 да форсунокнинг

ЯМЗ дизелларида қўлланиладиган форсункалар учун пуркаш характеристикаси 90-расмда келтирилган.

Горизонтал штрихланган чиқиқ юқори босимли трубкадаги олдинги циклдан қолган ёнилғининг босимини характерлайди, нуқта 1 ҳайдаш клапани очилиши натижасида юқори босимли трубкадаги ёнилғи босимининг кўтарилиш пайтини характерлайди; нуқта 2 босимнинг ошиши натижасида форсунка нинининг кўтарилиш пайтига мос келади. Шу пайтдан бошлаб тўзитгич тешиклари орқали ёнилғи пуркаш бошланади, лекин босимнинг бир оз пасайиши ку-

ниnasi ўз ўрнига ўтиради ва  $P_{\phi}$  босимнинг бундан кейинги паса-йишига ҳайдаш клапанининг иш-лаши сабаб бўлади. Насос-фор-сункада эса юқори босимли труб-калар бўлмаганлиги учун ёнил-ғини пуркай бошлаш пайти плун-жердан ёнилғи бера бошлаш пай-тига тўғри келади.

Ажратилган ёнилғи система-ларида ёнилғи насоси ва форсу-нка сопласида босимнинг ўзгари-ши бир вақтда содир бўлмайди, чунки ёнилғи юқори босимли трубкаларда маълум йўлни маъ-лум вақт ичида босиб ўтиши лозим.

Ажратилган ёнилғи система-си учун назарий ва реал пуркаш характеристикалари 91- расмда кўрсатилган.

Графиклардан кўриниб турибдики, пуркашнинг бошланиши ва ту-галланиши насос орқали ёнилғи бериш фазаларидан кейин содир бў-и.

Пуркаш процессининг давом этиш вақти насос валининг айланиш-лар частотасига, нина пружинасининг сиқиш кучига, юқори босимли трубкаларнинг узунлигига, тўзитгич тешикларининг катталигига ва двигателнинг нагрузкасига, яъни ёнилғи миқдорига боғлиқ.

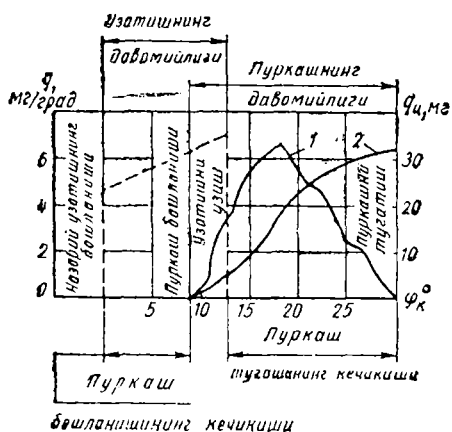
#### 44-§. АЙЛАНИШЛАР ЧАСТОТАСИ РЕГУЛЯТОРЛАРИ

Дизелларнинг энг катта қуввати тирсакли валнинг номинал ай-ланишлар частотасига тўғри келади. Бирор сабаб билан айланишлар частотаси номинал қийматидан ошиб кетса, механикавий ва термик нагрузкалар ошиб, двигателда авария содир бўлиши мумкин.

Дизель тезлик характеристикаларининг анализидан маълумки, рей-канинг барча ҳолатларида двигатель энг катта қувватга номинал тез-ликда эришади. Дизелларда нагрузка тез пасайтирилганда тирсакли валнинг айланишлар частотаси кескин ошиб кетади, бунда агар регу-лятор бўлмаса, ёнилғи кўп келиб дизель ҳаддан ташқари тез ишлай-ди. Шу сабабли дизелларга максимал айланишлар частотасини чек-лайдиган регулятор ўрнатилади.

Транспорт двигателининг салт режимда турғун ишлаши қатта аҳ-миятга эга. Двигатель салт ишлаганда унинг индикатор иши механи-кавий исрофлар ишига тенг ( $P_i = P_m$ ) бўлса, у равон ишлайди.

Карбюраторли двигатель ва дизель учун минимал айланишлар час-тотасида турғун ишлаш шартлари 92- расмда келтирилган, карбю-раторли двигатель учун  $\eta_m$ ,  $P_i$  ва  $P_m$  ларнинг  $n$  га боғлиқлик графи-



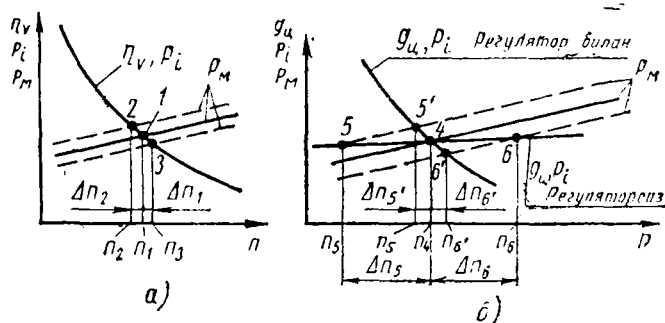
91- расм. Ёнилғи пуркаш характеристикаси:

1 — берилган ёнилғи миқдори, мг/град, 2 — берилган ёнилғининг умумий миқдори, мг.

ги, дизель учун эса  $q_u$ ,  $P_i$  ва  $P_m$  ларнинг  $n$  га боғлиқлик графиклари кўрсатилган.

Двигателнинг нагрукасиз равон ишлагандаги айланишлар частотаси унинг иссиқлик ҳолатига боғлиқ. Карбюраторли двигатель учун  $P_m = P_i$  ҳолат нуқта 1 да, яъни  $n_1$  да ҳосил бўлади. Агар двигательнинг иссиқлик режими ўзгарса, механикавий босим  $P_m$  катталашади (нуқта 2) ёки камаяди (нуқта 3).  $P_i = P_m$  тенглик ҳолат ҳосил бўлиши учун двигательнинг айланишлар частотаси  $\Delta n_2$  ёки  $\Delta n_1$  қадар ўзгариши керак. Демак, карбюраторли двигательда тенглик ҳолат айланишлар частотасининг кичик ўзгаришларида ҳосил бўлади. Бу эса  $\eta_e$ ,  $P_i$  нинг ўзгаришига боғлиқ.

Маълумки, дизелда ҳаво миқдори ростланмайди. Шунинг учун, салт ишлаш режимидаги ўртача индикатор босим цилиндрга берилган ёнилғи миқдори  $q_u$  нинг характеристикаси билан аниқланади. 192-расм, б да дизелнинг регуляторсиз ва регулятор билан ишлагандаги харак-



192- расм. Минимал айланишлар частотасида турғун салт ишлаш шарглари:

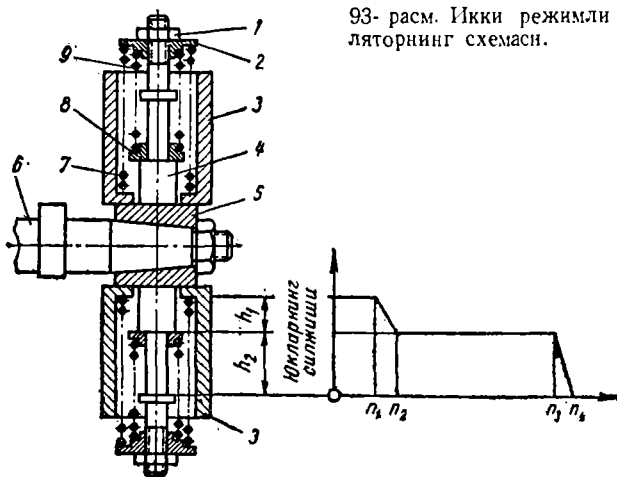
а — карбюраторли двигатель; б — дизель.

теристикалари кўрсатилган. Нагрукасиз ишлашдаги айланишлар частотаси нуқта 4 га тўғри келади. Дизель регуляторсиз ишлаганда механикавий исрофлар ўзгарса (масалан, двигатель совитилганда ёки қизиганда), мувозанат 5 ва 6 нуқтада бўлади. Бу вақтда тирсакли валнинг айланишлар частотаси кўп, яъни  $\Delta n_5$  ёки  $\Delta n_6$  қадар ўзгаради ва дизель жуда нотекис ишлайди. Демак, дизель турғун ишлаши учун нагрукасиз ишлашдаги минимал айланишлар частотасини чеклайдиган регулятор керак. Регуляторнинг рейкага таъсир қилиши 192- расм, б да (5 ва 6 нуқталар) кўрсатилгандек ёнилғи бериш характеристикасини таъминлаб беради. Бу ҳолда двигательнинг айланишлар частотаси кам, яъни  $\Delta n_5'$  ёки  $\Delta n_6'$  миқдорга ўзгаради. Автомобиль дизелларида иккала регулятор бир агрегатга ўзлаштирилиб, яхлит ясалган бўлади ва икки режимли регулятор деб аталади. Бундай марказдан қочирма регуляторнинг схемаси 93-расмда кўрсатилган.

Ёнилғи насосининг кулачокли вали 6 охирига регуляторнинг втулкаси 5 ўрнатилган. Втулкага эса юкчалар 3 билан жиҳозланган иккита стержень 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 чиқиқларига тегиб туради, пружиналар 9 эса тарелкалар 8 га таянади. Регуляторнинг юкчалари тортқилар воситасида ёнилғи насосининг рейкасини силжитади. Кулачокли вал айланганда регулятор-



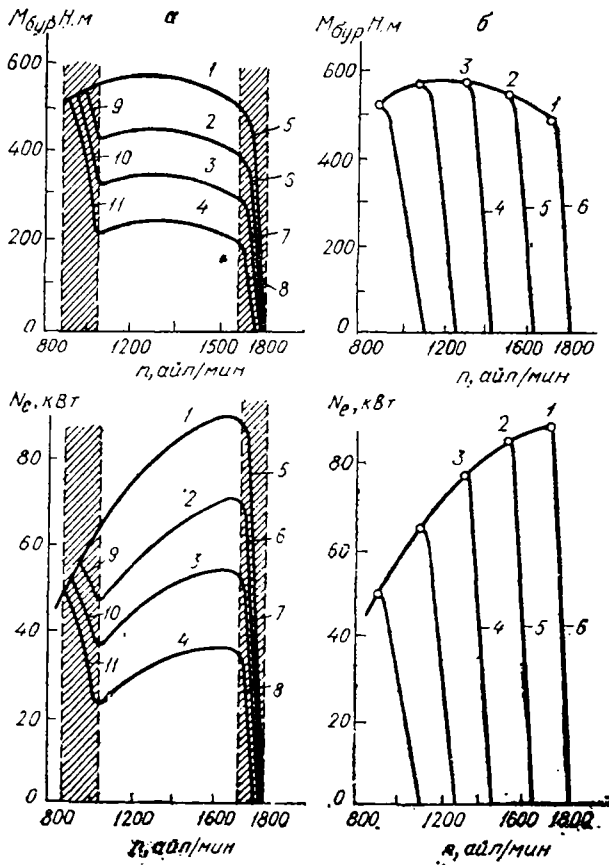
93- расм. Икки режимли регуляторнинг схемаси.

нинг юкчалари марказдан қочирма куч таъсирида силжишга ҳаракат қилади.

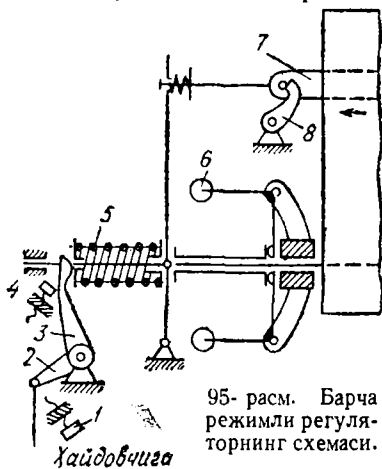
Пружина 7 нинг таранглиги шундай танлаб олиндики, у юкчалар таъсирида салт ишлаш режимининг минимал айланишлар частотасида силжий бошласин. Айланишлар частотаси  $n_1$  дан  $n_2$  га қадар ошганда юкчалар силжиб тарелка 8 гача бўлган масофа  $n_1$  ни босиб ўтади. Юкчалар силжиши натижасида рейканинг ҳолати ўзгаради ва салт ишлаш режими ростланади. Айланишлар частотаси  $n_2$  дан  $n_3 = n_{ном}$  гача ўзгарганда регулятор ишламайди. Бу режимларда двигателнинг ишлаши ҳайдовчи томонидан ўзгартирилади.  $n_3$  дан бошлаб нагрузка камайиши ва айланишлар частотасининг  $n_4$  гача ошиши билан юкчалар силжийди ва пружина 9 сиқилади. Ўз навбатида юкчалар  $n_2$  масофага силжиб ёнилғи насосининг рейкасини суради, бунда ёнилғининг миқдори камаяди ва энг катта айланишлар частотаси  $n_3 - n_4$  оралиғида ростланади.

Икки ва ундан ортқ режимли регулятор билан жиҳозланган дизелларнинг тезлик характеристикалари 94- расмда кўрсатилган. Айланишлар частотаси 800 1000 айл/мин бўлганда минимал айланишлар частотаси регулятори ишлайди. Максимал айланишлар частотаси регулятори  $n_{ном} = 1700$  айл/мин дан бошлаб таъсир қилади.

Дизелларнинг барча режимли механикавий регулятори (95-- расм) уларнинг барча режимларда турғун ишлашини таъминлайди. Бу процесс пружина 5 нинг таранглигини ҳайдовчи томонидан ўзгартириб



94- расм. Икки (а) ва барча режимли (б) регулятор билан жи-  
ҳозланган дизелларнинг тезлик характериcтиқалари.



95- расм. Барча режимли регуляторнинг схемаси.

Ҳайдовчиға

амалга оширилади. Демак, режимда берилётган ёнилғининг миқдори пружина ёрдамида бошқарилади.

Дизелнинг барча режимли регулятор билан ишлагандаги ташқи тезлик характериcтиқаси ва унинг регулятор тармоқлари 94- расм, б да кўрсатилган.

Нуқта 1 дизелнинг номинал айланмишлар частотасидаги энг катта қувватига тўғри келади. Агар дизель бу режимда ишлаганида бирор сабаб билан унинг нағрузкаси камайса, тирсакли валнинг айланишлар частотаси ортиб, регулятор юкчалари очила

бошлайди. Натижада пружинанинг таранглиги ўзгариб, рейка тортилади ва ёнилгининг миқдори камаяди. Бу ҳолда эффектив қувват 1-6 чизиқ бўйлаб ўзгаради ва дизелнинг тўла нағрузкада турғун ишлаши таъминланади. Дизель оралиқ нағрузкаларда (2, 3 нуқталар) ишлаганда нағрузка камайса, дизелнинг қувват характеристикалари 2-5; 3-4 чизиқлар билан ифодаланади. Демак, дизелнинг барча режимларда турғун ишлаши таъминланади.

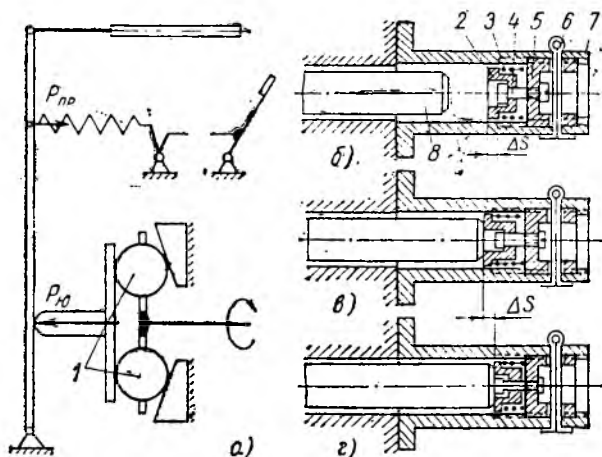
#### 45- §. КОРРЕКТОРЛАР

Дизелларда айланишлар частотаси ортиши билан циклда насос орқали берилдиган ёнилғи миқдори ортади. Агар узатилаётган ёнилғи миқдори номинал режим учун ўрнатилган бўлса, айланишлар частотаси камая бориши билан буровчи момент камроқ ўсади. Бу ҳолни дизеллар учун буровчи моментнинг ўзгариш характерини кўрганимизда учратган эдик ва у дизелнинг камчиликларидан бири ҳисобланади. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида ёнилғи бериш корректорлари ишлатилади. Корректор ёрдамида буровчи момент запасини ошириш мумкин. Бунинг учун айланишлар частотаси камайиши билан цилиндрга бериллаётган ёнилгининг миқдори оширилиши керак.

Д-12А дизелига ўрнатилган ёнилғи беришни ростловчи пружинали корректорнинг ишлаш принципи 96- расмга кўрсатилган.

Корректор қуйидаги элементлардан ташкил топган: 1 — юкчалар; 2 — қалпоқча; 3 — пружина; 4 — тирак; 5 — пробка; 6 — шплинт; 7 — стакан; 8 — рейка. Корректор қалпоғи стаканда ҳаракат қилиши мумкин. Қолган деталлар эса (рейкадан ташқари) ҳаракат қилмайди.

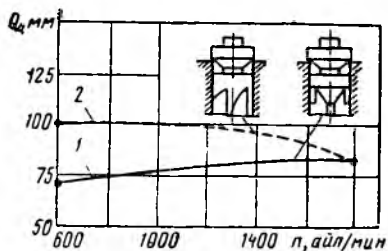
Дизель чала ва номинал нағрузкада ишлаганда ёнилғи насоси рейкасининг ҳолати 196- расм, б ва в ларда тасвирланган. Бу режимда



96- расм. Ёнилғи беришни ростловчи пружинали корректор:

а) схемаси; б) кичик нағрузкаларда рейканинг ҳолати; в) номинал режимдаги рейканинг ҳолати; г) онг кўп ёнилғи узатилганда рейканинг ҳолати.

корректор ҳали ишга тушмайди. Масалан, автомобилнинг ҳаракатига қаршилик ошди деб фараз қилайлик, агар корректор бўлмаса, қаршилик ошган сари двигателнинг айланишлар частотаси ва берилаётган ёнилғининг миқдори камаёди. Натижада автомобиль қаршилиқни енга олмай тўхтаб қолиши мумкин. Корректор бўлган ҳолда эса, айланишлар частотаси камайиши билан юкчалар ўзаро яқинлашади. Унинг кучи



97- расм. Ёнилғи миқдорининг тезлик режимиға қараб ўзгариши:

1 — олдий ҳайдаш клапани билан; 2 — клапан-корректор ва пружинали корректор билан.

вазифани, яъни ҳам клапан, ҳам корректор вазифасини бажаради. Бу ҳолға клапаннинг ёнилғи ўтиши учун мўлжалланган ўзгарувчан кесимли ариқчалари бўлади. Бундай клапанли насоснинг тезлик характеристикаси 97- расмда эгри чизик 2 билан кўрсатилган. Пружинали корректор ишлатилганда ҳам ёнилғи миқдорининг ўзгариши шу каби бўлади.

## Х б о б

### ДИЗЕЛЛАРДА ЁНУВЧИ АРАЛАШМА ҲОСИЛ ҚИЛИШ

Дизелларда ёнилғи тез ва тўла ёниши керак. Бу эса ёнилғи аралаш асининг тайёрланиш сифатига боғлиқ. Катта нарузкаларда, яъни  $\alpha$  нинг кичик қийматларида, катта тезлик режимларида аралашма сифатига юқори талаб қўйилади.

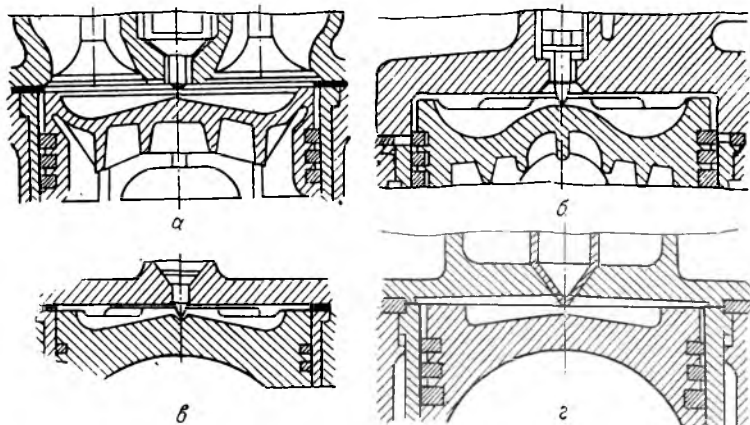
Дизелда ёнувчи аралашма сиқил процессининг охирида, цилиндр ичида ҳосил қилинади. Қарбюраторли двигателлардан фарқли, дизелда аралашма ҳосил қилиш учун ажратилган вақт жуда чекланган бўлиб, 0,01 — 0,02 секундни ташкил қилади. Дизелда ёнилғи пуркаш ю. ч. н. га бир неча градус етмасдан бошланади. Алангаланишнинг кечикиш даврига тенг вақт ичида цилиндрға ёнилғининг фақат бир қисми тушади. Катта нарузкаларда эса ёнилғини пуркаш ёниш процесси бошлангандан кейин ҳам давом этади. Бу ҳолда аралашма ҳосил қилиш қийинлашади. Шу сабабли дизелларда пуркашга ажратилган вақт жуда чекланган бўлиб, тирсакли валнинг 15 — 30°

буралишига тўғри келади. Ёниш процесси яхши ривожланиши учун камерадаги ҳавонинг ҳаракат тезлиги нисбатан катта бўлиши ва пуркалаётган ёнилғи зарралари камеранинг ҳамма ҳажми бўйлаб текис тақсимланиши лозим. Ёнилғини пуркаш, яъни майда заррачаларга тўзатиш ва ёнувчи аралашма ҳосил қилиш усули ёнилғи бериш аппаратурасига ҳамда ёниш камерасига кўп жиҳатдан боғлиқ.

#### 46- §. ЁНИШ КАМЕРАЛАРИ

Автомобиль 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 поршень тубида жойлашган камера ва головка текислиги орасига жойлашган ҳажм хизмат қилади. Бундай камераларда ёнувчи аралашма ҳосил қилишнинг ҳажмий, ҳажмий-пардали ва пардали усуллари мавжуд.



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

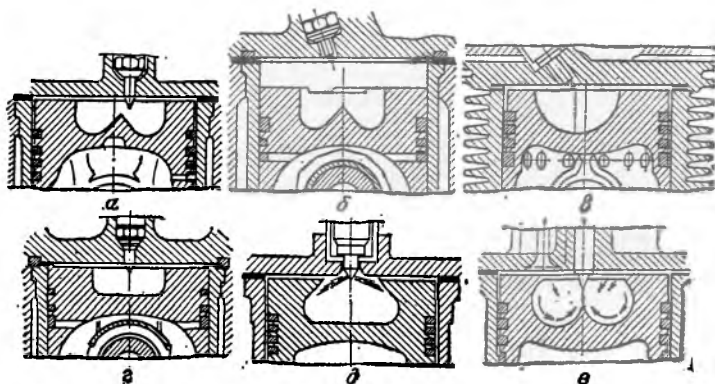
а — ЯМЗ-204, 206; б — Д-12 А; в — ДБ-67, 69; г — Камминс V-6-140.

**Ёнувчи аралашмани ҳажмий усулда тайёрлаш** (98- расм). Ёнувчи аралашма камеранинг бутун ҳажмида ҳосил қилинади. Бундай камераларда сиқилган ҳавонинг температураси камера деворлари температурасидан анча юқори бўлади. Ёнилғи нисбатан «совуқ» камера деворларига урилганда ёниш процесси ёмонлашади, қурум ҳосил бўлади ва дизель тутун чиқариб ишлайди. Бундай камераларнинг шакли ва ўлчами форсунканинг пуркагичидан чиқаётган ёнилғи тўзонининг узунлиги ва конусига мос бўлиши шарт. Форсунка цилиндр ўқи бўйлаб ўрнатилган, ёнилғи унинг сопласидаги кичик ( $\phi=0,15$  мм) тешиклардан пур-

калади. Сопло тешиклари 5 11 та бўлиши мумкин ва улар айлана бўйлаб текис жойлашади.

Ўз-ўзидан алангаланиш ёнилғи 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 қамраб олади ва камеранинг чекка қисмларига ҳам тез тарқалади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилишда, асосан, ёнилғи тўзонининг кинетик энергиясидан ва қисман сиқилган ҳавонинг энергиясидан фойдаланилади. Бундай камераларнинг диаметри катта бўлганлиги сабабли ҳавонинг ҳаракат тезлиги кичик бўлади. Шунинг учун ёнилғини пуркаш босими катта (100,0 140,0 МПа) бўлиши керак. Бундай катта босимни насос-форсункада ҳосил қилинади.

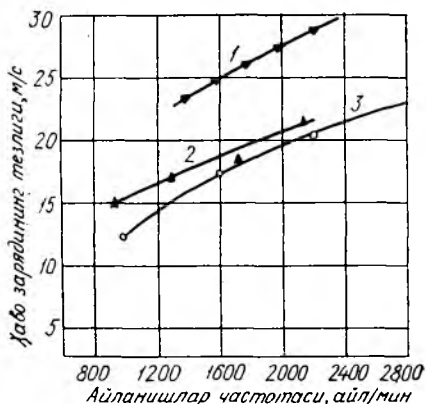
**Ҳажмий-пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилиш.** Бунда ҳам ёнилғи камеранинг барча ҳажмига пуркалади. Камера деворларига парда шаклида қопланадиган ёнилғининг миқдори камера бўғизининг диаметрига, ёнилғи узатиш аппаратурасининг кўрсаткичларига (пуркаш босими, сопло тешикларининг диаметри), камерадаги ҳавонинг зичлиги ва тезлигига, пуркагичнинг камерага нисбатан жойлашишига қараб турлича бўлади. Бундан ташқари, двигателнинг турли нагрузка ва тезлик режимларига қараб ҳам камера деворларига қопланаётган ёнилғининг миқдори ўзгаради. Автотрактор дизелларида шундай режимлар (кичик нагрузкалар ва кичик айланишлар частотаси) ҳам бўладики, бунда пуркалган ёнилғи камера деворларига етиб бормайди ва камера ҳажмида тўпланади (бу ҳолда ёнилғи пардаси ҳосил бўлмайди). Бундай шароитларда ёниш процесси юқорида келтирилган ҳажмий аралашма ҳосил қилиш усулидагидек бўлади. Бу группа дизелларга катта нагрузкаларда ёнилғининг маълум қисми камера деворларига тушадиган камералар туркуми кирди. Лекин бундай камераларда



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

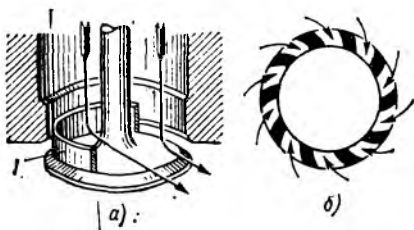
*a* — ЯМЗ-236, 238, 240 дизелларида; *b* — ЯМЗ-740, 741 дизелларида; *в* — ВТЗ дизелида; *г* — ЯМЗ-340 дизелида; *д* — ЦНИДИ камерасида; *е* — Заурер ди-  
вельда.

пардали аралашма ҳосил қилиш усулидаги каби парда ҳосил қилиш учун махсус шароитлар яратилмайди. Бу типдаги камералар 99-расм *a, e* да кўрсатилган. Пуркагич тешикларининг сони 3 5 та бўлади. Пуркалаётган ёнилғининг поршень билан головка орасидаги зазорга тушиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолда ёниш процесси ҳамда циклда иссиқликдан фойдаланиш ёмонлашади. Ёнувчи аралашма ҳосил қилиш учун ёнилғи ва ҳаво зарядининг ўзаро таъсиридан фойдаланилади. Бу группа дизелларида цилиндр ўқи бўйлаб ҳосил бўладиган ҳавонинг айланма ҳаракатидан фойдаланилади. Бундай ҳаракат киритиш тактида ташкил қилинади ҳамда сиқиш ва ёниш процессларида сақлаб қолинади. Камера бўғзининг диаметри цилиндр диаметридан кичик бўлгани учун поршень сиқиш процессида ч. н. га томон ҳаракат қилганда заряд цилиндрдан поршенда жойлашган ёниш камерасига оқиб ўтади. Поршень ю. ч. н. га яқинлашиши билан оқиб ўтиш тезлиги оша бошлайди ва ю. ч. н. га  $10 \dots 15^\circ$  қолганда юқори ( $25 \dots 35 \text{ м/с}$ ) тезликка эришади. Баъзи дизеллар учун ҳаво зарядининг тезлиги 100-расмда кўрсатилган. Пуркалган ёнилғининг кўп қисми ёниш камерасининг ўзида, қолган қисми эса камера деворларидан буғланиб, ҳаво билан кескин аралашади ва ёнади.



Баъзи тўрт тактли дизелларда ҳавонинг уярма ҳаракатини ҳосил қилиш учун киритиш клапанига экран (101-расм) қўйилади ёки киритиш каналларининг айрим қисмлари торайтирилади ёхуд винт шаклида ясалади. Бундай камераларда ҳаво зарядининг энергияси катта бўлганлиги сабабли ёнилғи бериш аппаратурасига бўлган талаб нисбатан кам. Шунинг учун ёнилғи бериш аппаратурасини танлаш осон бўлади. Бундай камераларда пуркаш босими  $30,0 \dots 50,0 \text{ МПа}$  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 факторлар двигатель кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатади. Бундай камерали дизеллар нисбатан

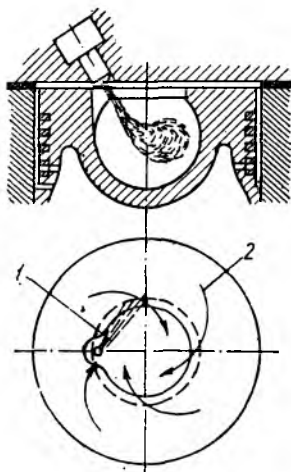
100-расм. Ёниш камерасида заряд айланиш тезлигининг тирсакли вал айланмишлар частотасига боғлиқлик графиги:  
 1 — Д-37М дизели; 2 — ЯМЗ-236 дизели; 3 — тез юрар дизель S/D-96/115 (Гесельман типдаги катёрли).



101-расм. Ҳавонинг уярма ҳаракатини ташкил қилиш усуллари:  
 а — клапанга экран ўрнатиш; б — тешиклар орқали уярма ҳолда киритиш.

кўп тарқалган бўлиб, уларнинг тежамлилиги анча яхши ( $q_e = 200 \dots 220$  г/(кВт.соат), эффектив босими эса  $P_e = 0,78 \dots 0,82$  МПа. Бундай дизелларни ишга тушириш нисбатан осон ва уларнинг айланиш частотаси — 3200 айл/мин гача бўлади.

**Пардали ёнувчи аралашма ҳосил қилиш.** Юқорида қайд қилганимиздек, ҳажмий ва ҳажмий-пардали аралашма ҳосил қилиш усулларида ёниш процесси шиддатли бўлади. Бу камчиликни бартараф қилиш ҳамда тутун чиқариб ишлашни камайтириш мақсадида пардали аралашма ҳосил қилиш усули қўлланилади. Бу усулда аралашма ҳосил қилиш учун қуйидагилар бўлиши шарт: а) алангаланишда қатнашадиган ёнилғи миқдорини қисқартириш (5 % дан ошмаслиги керак); б) ёнилғининг аста-секин оксидланишини ва қизишини таъминлаш; в) ёнилғини иссиқ ҳаво билан жадал аралаштириш; бу эса алангаланиш пайтигача бир хил тартибли аралашма олишни ва аралашманинг шиддатсиз ёнишини таъминлайди. Асосий мақсад қуйидагидан иборат. Ёниш процессини бошқариб (бирламчи алангаланишнинг интенсивлигини пасайтириб, ёнилғининг аста-секин лекин тез ва тўла оксидланишини таъминлаш), циклда иссиқликдан фойдаланишни самарадорлигини ошириш. Бу усулда аралашма ҳосил қилиш ва ёниш процессини ташкил қилиш  $M$  — процесси номи билан машҳур.  $M$  — процесси ишлатилган МАН (ГФР) дизелининг ёниш камераси 102- расмда кўрсатилган.



102- расм. Пардали аралашма ҳосил қилинадиган камера:

1 — ёнилғи факели; 2 — ҳавонинг айланиши.

Сфера шаклидаги камера поршенда жойлашган бўлиб, нисбатан кенг бўғизга эга ( $d_6/D_c = 0,34 \dots 0,38$ ). Камерадаги ҳаво ҳаракатининг тезлиги 50 — 60 м/с ни ташкил қилади. Поршень ю. ч. н га келганда ҳавонинг энг кўп (70 % атрофида) қисми ёниш камерасида бўлади. Пуркагичда соплло тешиклари иккита бўлиб, улардан бири ёнилғини камера деворларига ўткир бурчак остида ҳаво оқимига мос ҳолда пуркаб беради, натижада 15 мкм қалинликда суюқ ёнилғи пардаси ҳосил бўлади. Иккинчи тешик орқали камера ҳажмига фақат 5 % ёнилғи пуркалади. Алангаланиш процесси камера ҳажмида бошланади. Камера юзидаги ёнилғи пардаси пуркаш тугалланиши билан буғлана бошлайди. Буғланган 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 процессини шовқинсиз, равои борилишни таъминлайди.

Бу камераларда ҳам пуркаш характеристикалари ва кўрсаткичлари циклда иссиқликдан фойдаланишга кам таъсир кўрсатганлиги учун ёнилғи бериш аппаратурасига қўйилган талаб катта эмас. Пуркаш-



нинг давомлилиги 30 40° ни ташкил қилади. Бундай дизеллар тежамли ( $q_{\text{емин}} = 210$  215 г/(кВт соат) ишлайди. Эффе́ктив босими эса 0,85 МПа ( $\alpha_{\text{мин}} = 1,15$  1,20).

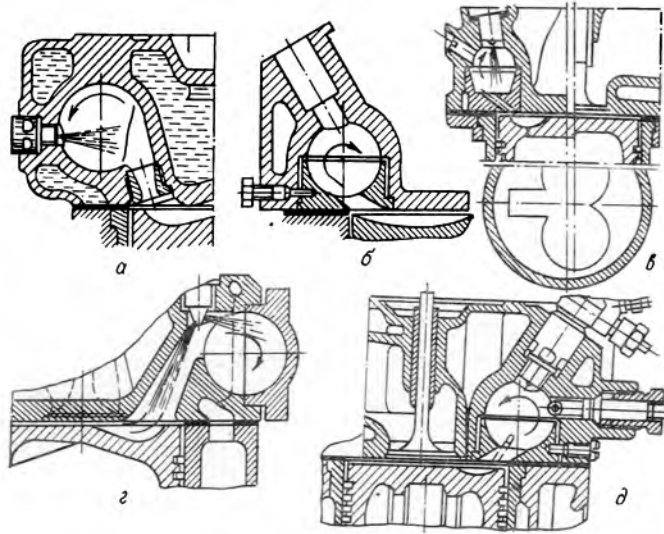
Ишлатилган газларнинг тутуни кам бўлади, чунки ёниш вақтида бир хил таркибли аралашма ҳосил қилинади ва ёниш тўла бўлади. Бундай ёниш камераларида турли сорт дизель ёнилғиларини, шунингдек, бензин ва керосинни ҳам ишлатиш мумкин. Бу типдаги дизелларда кичик октан сонли бензинларни ишлатганга ҳам ёниш процессининг шиддати 0,5 МПа/°дан ошмайди. Ёниш камерасининг деворлари нисбатан совуқ бўлганда эффе́ктив 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 хара́ктеристикаларига, 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 йиғиндисидан иборат, яъни  $E_{\text{ар}} = E_{\text{ёнилғи}} + E_{\text{ҳаво}}$ . Демак, ёнувчи аралашма ҳосил қилишда ҳаво заряднинг энергиясидан тўлароқ фойдаланилса, ёнилғи аппаратурасига бўлган талаб пасаяди. Бунга ҳаво зорядининг тезлигини ошириб ва ажратилган ёниш камераларини қўллб эришиш мумкин. Бу ҳолда ёниш камераси иккита ўзаро бирлаштирилган (сосий ва ёрдамчи) камералардан иборат бўлади. Ёрдамчи камера асосан цилиндр головкасида ёки блокда жойлашган бўлиб, ўзгармас ҳажмга эга. Сиқиш процесси охирида ҳаво зарядининг асосий камерадан 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 уюрма хара́катини ташкил қилиш учун киритиш системасига ҳеч қандай мосламалар ўрнатилмайди. Заряднинг тезлиги ва хара́ктери камера ҳажмларининг нисбатига, бирлаштирувчи каналнинг ўлчамига ва двигателнинг иш режимига боғлиқ.

Автомобиль ва тракторларда *уюрмаловчи ёниш камералари* (уюрмаловчи камерали дизеллар) ва *олд камералар* (олд камерали дизеллар) ишлатилади. Бу камераларда аралашма ҳосил қилиш турлича бўлгани учун уларни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

**Уюрмаловчи камерали дизеллар.** Бу турдаги камералар 103-расм, а, б, в, г ва д ларга тасвирланган.

Поршень ю. ч. н. га томон ҳаракат қилганда заряднинг бир қисми поршеннинг устидаги бўшликдан бирлаштирувчи канал орқали уюрмаловчи камера 3 га ўтади. Кан лнинг йўналиши, шунингдек, уюрмаловчи камеранинг шакли унинг ичида ҳаво зарядининг айланма ҳаракатга келишини таъминлейди. Оқиб ўтётган заряднинг тезлиги сиқиш пайтида ортади ва поршень . ч. н. га 10 15° етмасдан тезлик энг катта (100 200 м/с) қийматга эришади. Бу эса оддий штифт-соплоли (бир тешикли) тўзитгич қўллаш имконини беради. Си-



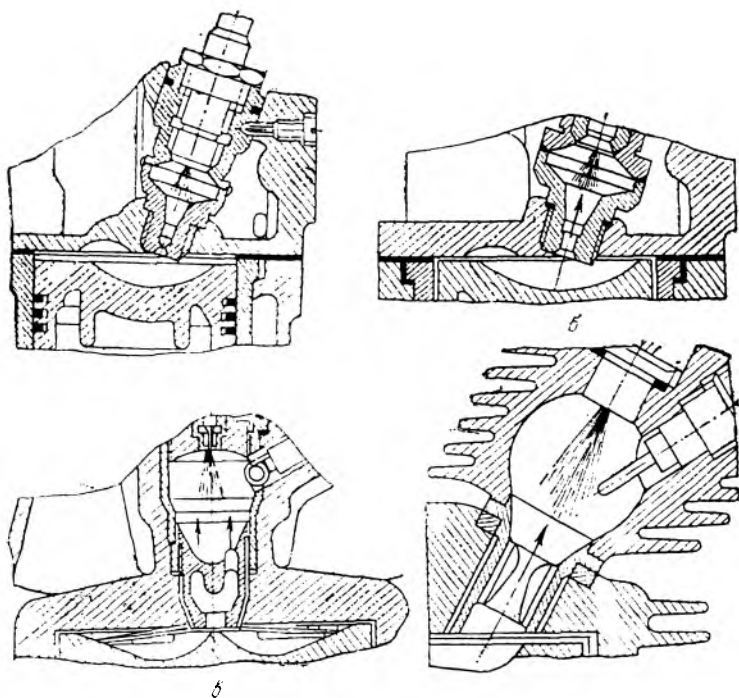
103- расм. Уюрмаловчи камераларнинг турлари.

қиш охирида уюрмаловчи камерага пуркалган ёнилғи уюрмали ҳаракатга келган ҳаво билан аралашади, буғланади ва қисман ёнади, натижада уюрмаловчи камерадаги босим ошади. Бу босим поршеннинг юқори қисмидаги босимдан анча ( $0,4 - 0,6 \text{ МПа}$ ) 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. Уюрмаловчи камерадан оқиб тушаётган ёнилғи ва ҳаво аралашмаси шу чуқурчага тушади, бу жойда ҳавонинг кўп қисми тўплангани учун ёнилғи — ҳаво аралашмасининг тез ёниб кетиши таъминланади.

Бу камеранинг хусусияти шундаки, пастки ажраладиган ярим сфера 6 цилиндрлар головкасига зазор билан ўрнатилган. Уюрмаловчи камеранинг фақат пастки торец сирти зичланган. Двигатель ишлаганда бу ярим сфера кучли қизийди, тўла нарузкада унинг температураси  $700^\circ\text{C}$  гача етади. Бу эса алангаланишнинг кечикиш даврини қисқартиради ва ёниш процессининг раvon кетишини таъминлайди.

Чўғланиш свечаси 5 дизелни паст температураларда юргизиб юборишни осонлаштириш учун қўлланилади. Свечанинг металл спиралли аккумуляторлар батареясидан ток олиб кучли қизийди ва уюрмаловчи камерадаги ҳавони қизтиради. Натижада ёнилғи буғланади ва дизелни ишга тушириш тезлашади.

Дизелларнинг маълум конструкцияларидаги уюрмаловчи камеранинг ҳажми ёниш камераси умумий ҳажмининг  $0,4 - 0,55$  қисmini ташкил этади.



104- расм. Олд камералар.

Бу камераларда аралашма тайёрлаш процесси мукамал бўлганлиги сабабли  $\alpha_{\min} = 1,15 \quad 1,25$  оралиғида бўлади ва дизель бу ҳолда тутун чиқармай ишлайди, эффектив босимнинг қиймати катта бўлиши таъминланади.

Олд камерали дизелларда (104- расм) олд камеранинг ҳажми ёниш камерасининг 25 — 40 % ини ташкил қилади. Олд камера асосий ёниш камераси билан битта ёки бир нечта канал орқали бирлашади. Сиқиш процессида ҳавонинг бир қисми поршеннинг устки қисмидан олд камерага оқиб ўтади ҳамда унинг тезлиги 200 м/с ва ундан юқори бўлади. Заряд бу тезликка поршень ю. ч. н. га яқинлашганда эришади. Тахминан шу пайтда олд камерага бир сополи ( $d = 1 \text{ мм}$ ) ёки штифтли түзитгич орқали ҳаво оқимига қарши ёнилғи пуркалади. Алангаланиш процесси 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 тугамаган ёнилғи ва ёниш маҳсулотлари катта тезликда асосий камерага отилиб чиқади, бу ерда у ҳаво билан аралашиб тўла ёнади. Асосий камерада ёнишнинг шиддати кичик бўлади ва двигатель «юмшоқ» (товушсиз) ишлайди.

Бундай камераларда ёнувчи аралашманинг сифати двигателнинг тезлик режимига боғлиқ эмас, шу сабабли бу двигателларнинг айланишлар частотаси катта бўлади. Уюрмаловчи ва олд камерали дизеллар-

да аралашма ҳосил қилиш турлича бўлса ҳам, уларнинг ажратилмаган камерага нисбатан афзалликлари умумийдир.

1. Ажратилган ёниш камералари ишлатилганга, уларда ҳавонинг тезлиги жуда катта бўлганлиги учун ёнилғи билан ҳаво яхши аралашади. Бу эса ажратилмаган ёниш камераларидагига нисбатан ёнилғини паст босимда пуркашга, шунингдек, битта катта тешикка эга бўлган тўзитгичли форсунка ишлатишга имкон беради.

2. Ажратилган ёниш камерали дизелларнинг ёртамчи камераларида иссиқ зоналар борлиги сабабли алангаланишнинг кечикиш даври ажратилмаган камерали дизелларга нисбатан анча кам бўлади. Бу эса ҳеч қандай қийинчиликсиз бундай дизелларда ҳар хил ёнилғилар ишлатишга имкон беради.

3. Бу дизелларнинг асосий камерасидаги циклнинг энг юқори босими нисбатан кичик бўлиб, олти камералар учун 5,0 ... 6,0 МПа, уюрмаловчи камералар учун эса 6,0 ... 7,0 МПа бўлади. Ёниш процессининг шиддати  $d_p/d\varphi = 0,2 \dots 0,4$  МПа/° атрофида ўзгаради. Бу эса кривошип-шатунли механизмга тушаётган кучни камайтиради.

4. Аралашма ҳосил қилиш мукамал бўлганлиги учун ишлатилган газларнинг захарлилиги ва тутунни кам бўлади.

5. Ажратилган ёниш камерали дизелларнинг тежамлилиги ҳаво зарядининг бир камерадан иккинчисига оқиб ўтиш пайтида иссиқликнинг йўқотилиши туфайли, ажратилмаган камерали дизелларникига қараганда ёмонроқ бўлади ( $q_c = 258 \dots 288$  г/кВт·соат).

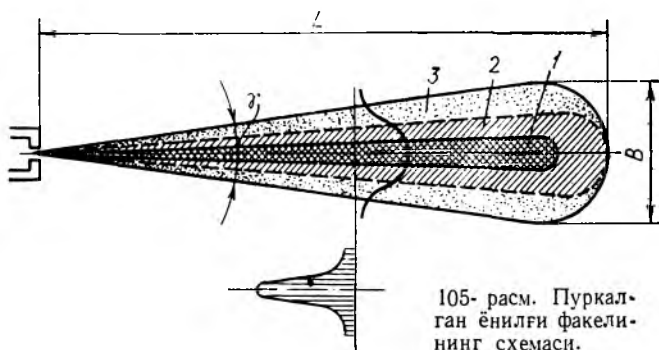
6. Двигателни юргизиб юбориш нисбатан қийин. Буни осонлаштириш учун  $\epsilon = 18 \dots 21$  оралиғида танланади ва қиздириш свечаси ўрнатилади.

Уюрмаловчи ва олд камерали аралашма ҳосил қилиш усули энгил автомобилларда, юқори айланшлар частотасига ( $n = 4000 \dots 4500$  айл/мин) эга бўлган дизелларда, шунингдек, трактор дизелларида қўлланилади.

#### 47- §. ЁНИЛЎНИ ПУРКАШ

Ёнилғи ёниш камерасига форсункадаги тўзитгич (пуркагич) сопло-сининг тешиги орқали юқори босим остида пуркалади. Натижада ёнилғи майда зарраларга парчаланиб, ёнилғи тўзонини ҳосил қилади. Пуркалган ёнилғининг тўзиши ва тўзоннинг ёниш камерасига кириши ёнилғининг қовушоқлигига, сирт таранглик кучига, пуркаш босимига, сопло тешигининг ўлчамларига, шаклига ва тайёрланиш сифатига ҳамда сиқилган ҳавонинг пуркаш пайтидаги ҳаракат тезлигига боғлиқ.

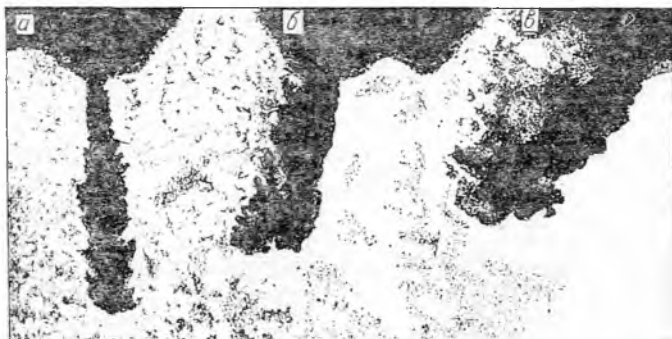
Сопло тешигидан отилиб чиқаётган ёнилғи ҳаракатланувчи, жуда кўп ( $5 \cdot 10^5 \dots 20 \cdot 10^6$ ) майда зарраларга парчаланиб ёнилғи тўзонини ҳосил қилади. Бу процессни фотосуратга олиш зарралар тўзонда сони ва ўлчами жиҳатидан жуда нотекис тақсимланганлигини кўрсатади. Бундай тўзоннинг тузилишини пуркаш процессини жуда қисқа вақтлар оралиғида расмга олиб чиқиш мумкин. Ёнилғи тўзони (105-расм) уч қисмдан иборат: 1-қисм — ўзак деб аталади ва у йирик томчилар ҳамда парчаланиб улгурмаган ёнилғи оқимларидан ташкил топади; 2-қисм — йирик зарралардан иборат; 3-қисм — майда зарралардан иборат.



105- расм. Пуркалган ёнилғи факелининг схемаси.

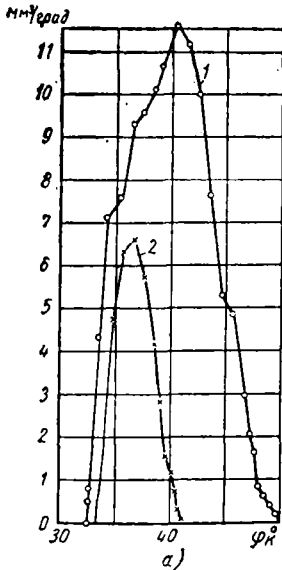
рат. Тўзон кенглиги —  $B$ , узунлиги  $L_{\phi}$  ва конус бурчаги  $\gamma_{\phi}$  ёниш камерасининг шакли ҳамда турига қараб танланади. Ёнилғи пуркаш тешикларининг сони камералардаги ҳаво зарядининг энергиясига, камера турига боғлиқ. Заряднинг энергияси қанча юқори бўлса, сопло тешикларининг сони шунча кам бўлади. 106-расм, *a* да кўрсатилган ёнилғи тўзонининг тузилиши ҳаво заряди ҳаракатсиз бўлганда олинган. Агар ёнилғи ҳаракатдаги зарядга пуркалса унинг шакли ва траекторияси ўзгаради (106-расм, *б* ва *в*).

106-расмда юқорида кўриб ўтилган ёниш камераларига пуркалган ёнилғи тўзонининг фотосуратлари кўрсатилган. Фотосуратларнинг кўрсатишича, ёнилғи ҳаракатсиз муҳитга пуркалса, тўзон форсунка тўзигичининг ўқи бўйлаб йўналади (106-расм, *a*); ҳаво тўзонга нисбатан тик ҳаракат қилганда эса (106-расм, *в*) тўзоннинг ташқи қатламлари ҳавонинг ҳаракати бўйлаб йўналади; уюрмаловчи 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.



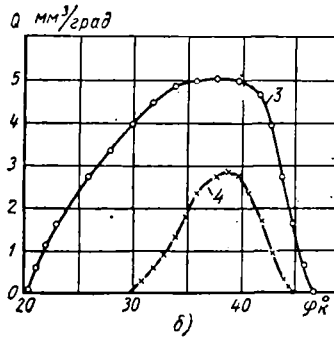
106- расм. Ҳар хил муҳитга пуркалган ёнилғи факелининг тўзиши:

*a* — ҳаракатсиз ҳаволи муҳитга; *б* — 15 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга; *в* — 35 м/с тезликдаги ҳаволи муҳитга.



107- расм. Ёнилғи пуркаш хара­ктеристикаси:

а) ЯМЗ-236 двигатели учун; б) ЯАЗ-204 двигатели учун; 1 — цикл давомида пуркалган ёнилғи миқдори  $Q_{Ц} = 115,5 \text{ мм}^3$ ; 2 —  $Q_{Ц} = 30,6 \text{ мм}^3$ ; 3 —  $Q_{Ц} = 83,6 \text{ мм}^3$ ; 4 —  $Q_{Ц} = 34,3 \text{ мм}^3$ .



Ёнилғи бериш аппаратураси ёнилғининг яхши пуркалишини, яъни бир хил ўлчамдаги майда зарраларга парчаланишини таъминлаши керак. Зарраларнинг катталиги ҳавонинг уярма ҳаракат тезлигига ва ёниш камерасининг конструкциясига мос бўлиши лозим. Агар пуркаш босими катта (140 МПа) бўлса, ёнилғи жуда майда зарраларга парчаланади, лекин тўзоннинг узунлиги қисқаради. Майда зарралар тезда буғланиб, тўзитгич атрофида тўпланиб қолади ва аралашма ҳосил қилиш ёмонлашади, натижада двигателнинг кўрсаткичлари пасаяди, пуркаш охирида ҳосил бўладиган томчилар ёниш процессининг ёмонлашишига ва двигателнинг тутун чиқариб ишлашига сабаб бўлади.

Ажратилмаган ёниш камераларига ёнилғи нисбатан катта босимда (40–140 МПа) пуркалади. Шу сабабли ёнилғи форсункадан чиқа бошлаши билан майда зарраларга парчаланади. Пуркаш босимининг маълум қийматгача ўсиши ёнилғининг майда зарраларга парчаланишига ижобий таъсир кўрсатиб двигателнинг кўрсаткичларини яхшилайди. Пуркаш босими ёнилғи аппаратурасининг тузилишига, ёниш камерасининг турига, двигатель валининг айланмишлар частотасига ва бир цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдорига боғлиқ. Айланмишлар частотаси ва цикл давомида бериладиган ёнилғи миқдори қанча катта бўлса, пуркаш, босими ҳам шунча катта бўлади. Бу эса ёнилғининг бир хил ва майда зарраларга парчаланишига олиб келади. Дизель салт ишлаганда пуркаш босими нисбатан паст бўлгани учун ёнилғининг пуркалиши 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, Д37Е, Д-12) пуркашнинг максимал босими 40–50 МПа дан ошмайди.

Ёнилғи пуркаш маълум вақт давомида содир бўлгани учун унинг босими ўзгарувчан бўлади.

Пуркаш босимига мос равишда ёнилғининг парчаланиш сифати ҳам пуркаш пайтида ўзгариб туради. Максимал босим пуркаш даврининг ўрталарига тўғри келади. Демак, майда ёнилғи зарралари ёниш камерасига пуркаш даврининг ўрталарида тушади. Пуркаш бошланиши ва тугашида босимнинг пасайиши натижасида ёнилғининг тўзиш сифати кескин ёмонлашади. Пуркаш босимининг бугдай характерда ўзгариши ёнилғи томчиларининг ҳар хил диаметрада (0,01 — 0,03 мм) парчаланишига сабаб бўлади.

Ёнилғининг тўзиш сифати пуркашнинг бошланиши ва охиридаги босимларга боғлиқ. Бу босимлар қанча юқори бўлса, ёнилғининг парчаланиш сифати шунча яхши бўлади, яъни ёнилғи майда томчилардан иборат бўлади. Натижада дизель тежамли ва тутун чиқармасдан ишлайди. Бу мақсадда ёнилғи насосида тангенциал профилли кулачоклар ишлатилади.

#### 48-§. ПУРКАШ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Пуркаш характеристикаси ёнилғи бериш аппаратурасининг иш сифатини белгилайдиган асосий кўрсаткичлардан биридир, у ёниш камерасига берилаётган ёнилғи миқдорининг вақтга ёки кулачокли валнинг бурилиш бурчагига боғлиқлик графиги билан белгиланади (107-расм, а ва б). Бундай графиклар тажриба йўли билан олинади. Бунинг учун махсус мосламада форсункадан пуркалаётган ёнилғини кулачокли валнинг I бурчакга бурилишига мос миқдори аниқланади. Сўнгра ҳар бир градусга мос ҳолда ёнилғи миқдорини қўйиб пуркаш характеристикасини қуриш мумкин. Бу характеристикадан алангаланишнинг кечикиш даврини ва пуркаш даврида берилган ёнилғининг умумий миқдорини, пуркашнинг давом этиш вақтини, бошланиш ва тугаш пайтларини аниқлаш мумкин. Бу характеристика ёнилғини тўзитиш сифатини, тўзоннинг ривожланиши ва ёниш процессининг беришини белгилайди.

Ёниш процесси шиддатсиз кетиши учун алангаланишнинг кечикиш даврида ёниш камерасига ёнилғини кам бериш керак. Шу сабабли пуркаш бошланишида ёнилғи беришнинг тезлиги кичикроқ бўлиши керак. Ёнилғи бериш тезлиги кичик бўлса, пуркаш босими ҳам паст бўлади. Натижада ёнилғининг тўзиш сифати жуда ёмонлашади, тўзоннинг узунлиги қисқаради ва алангаланишнинг кечикиш даври узайиб кетади.

Ёнилғи миқдорининг асосий қисми катта тезликда ва катта босимда бе илиши керак, чунки бу ҳолда ёнилғи зарралари ёниш камерасининг чекка қисмларига ҳам бориб етади ва бу зонадаги ҳаводан тўла фойдаланилади. Барча тез қарар дизелларда пуркаш кескин тугатилади. Пуркашни кичик тезликда тугаллаш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолда ёнилғи тўзиткич атрофида тўпланиб қолиб, ёниш процессини ёмонлаштиради ва двигатель тутун чиқариб ишлайди.

Наддувсиз дизелларда ёнилғи беришнинг давом этиш вақти тўла нагрузкаларда тирсақли валнинг 26 — 30°, наддувли дизелларда эса 35 — 45° бурчакка бурилишдан ошиб кетмаслиги керак. Ёнилғи бериш қўзилиб кетса, ёниш процесси узайиб, кенгайиш вақтида

ҳам давом этади ва иш циклининг самараси пасаяти. Дизелларда пуркаш босими унинг давом этиш вақти ва ёнилғининг миқдори нағрузкага боғлиқ ҳолда ўзгаради.

Пуркаш характеристикаси ёнилғи бериш аппаратураси элементларининг конструкциясига (кулачокли валнинг кулачоғига; плунжернинг конструкциясига, клапанларига ва ҳ. к.) боғлиқ.

Графикларни анализ қилиш шуни кўрсатадики, циклда берилаётган ёнилғининг миқдори камайса, пуркаш эрта тугайди, пуркашнинг бошланиши эса, айниқса насос-форсунка учун, кечикиш томонга силжийди, бу плунжернинг конструкциясига боғлиқ.

## XI боб

### ДВИГАТЕЛЛАРНИ СИНАШ

#### 49- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Двигателнинг қуввати, ёуровчи моменти ва тежамлилиги унинг қандай транспорт воситасига ўрнатилиши билан белгиланади. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби, конструкцияси юқоридагиларни ҳисобга олиб танланади. Аввал двигателнинг экспериментал нусхаси ишлаб чиқарилади. Синов ва ростлашлардан сўнг, яъни двигатель яхши кўрсаткичларга эга бўлган ҳолдагина уни кўплаб ишлаб чиқаришга рухсат этилади.

Двигателнинг асосий кўрсаткичлари — ташқи тезлик ва нағрузка характеристикалари махсус синаш стендида олинади. Бу стенд зарур ускуналар ва ўлчов асбоблари билан жиҳозланган.

Двигателларни автомобилни эксплуатация қилиш шароитларига мос турғунланмаган режимларда синаш жуда қийин. Бунинг учун махсус жиҳозлар, асбоб-ускуналар тайёрланиши лозим. Бу асбоблар ёрдамида двигателнинг вақт бўйича ўзгарувчи тезлик ва нағрузка режимларининг параметрлари ёзиб олинади. Бундан ташқари, двигатель махсус эксплуатация шароитларини *имитация* қилувчи тормоз билан уланган бўлиши шарт.

Двигателларнинг барча характеристикаларини синаш стендида олиш вақтида берилган турғун режим учун қуйидаги қийматлар ўлчанади ва махсус протоколларга ёзилади:

— ёуровчи момент —  $M_e$  ёки тормозлаш кучи —  $P_r$ ;

— тирсақли валнинг  $\tau$  (сек) вақт ичидаги айланишлар частотаси —  $n$  ёки минутига айланишлар частотаси —  $n$ ;

—  $\tau$  (сек) вақт ичида сарфланган ёнилғи ва ҳавонинг миқдори  $\Delta G_e$ ,  $V$  ва  $\Delta V_x$ ;

— ташқи ҳавонинг, двигателга кираётган ва ундан чиқаётган суюқликнинг, двигатель мойининг, чиқариш трубасидаги ишлагилган газларнинг температуралари °С ( $t_0$ ,  $t_k$ ,  $t_{oq}$ ,  $t_m$  ва  $t_i$ );

— ташқи муҳитнинг, мой магистралидаги мойнинг босими, кириш трубасидаги сийракланиш ( $P_0$ ,  $P_m$  ва  $\Delta P_s$ );



— ёнишни ёки ёнилгини пуркай бошлашни илгарилаш бурчаклари ( $\theta_n, \varphi_n$ ) ва бошқалар.

Кўпгина ҳолларда ёниш процессининг характерини ўрганишга тўғри келади, бу ҳолда двигателнинг индикатор диаграммаси махсус асбоб ёрдамида ёзиб олинади.

Протоколга ёзилган юқоридаги параметрлар асосида двигателнинг кўрсаткичлари формулалар орқали ҳисоблаб аниқланади, сўнгра мос характеристикаларни график тарзда тасвирлаш мумкин. Графикларда ўлчанган параметрларнинг қиймати 2 мм ли нуқта билан белгиланади, ҳисобланган параметрлар эса нуқталар билан белгиланмайди.

## 50 - §. ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИНИ АНИҚЛАШ

Двигателнинг эффектив қуввати қуйидагича аниқланади:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{716,2}, \text{ о. к.}$$

бу ерда  $n$  — тирсакли валнинг айланишлар частотаси, айл'мин. Тормознинг елкаси  $l=716,2$  мм қилиб олинади. Буговчи момент қуйидагича ҳисобланади:  $M_e = P_{\text{тор}} \cdot l$  кгк·м.

Двигателнинг эффектив қуввати эса қуйидагича аниқланади:

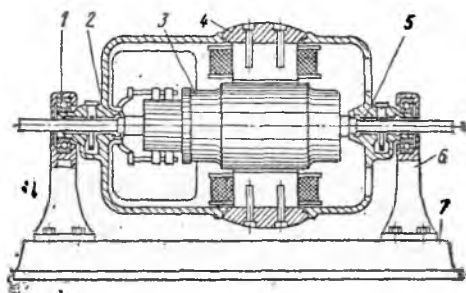
$$N_e = \frac{P_{\text{тор}} \cdot l \cdot n}{716,2} = \frac{P_{\text{тор}} \cdot n}{1000} \text{ кВт.}$$

Двигателни синаш вақтида унга нарузка бериш учун ҳар хил конструкциядаги гидравлик ва электр тормозлар ўрнатилади.

Гидравлик тормозларнинг тузилиши оддий бўлиб, улар чидамли ва тургун ишлайди. Электр тормозлар эса ўзгармас ва ўзгарувчан токли бўлади. Улар тузилиши жипатдан гидравлик тормозларга нисбатан мураккаб, аммо бир қанча афзалликларга эга. Электр тормозлар икки вазифани бажариш имкониятига эга: 1) тормоз ёрдамида двигателнинг тирсакли вални айлантириб бериш; 2) двигатель ишлаганида ҳосил бўладиган механикавий энергияни электр энергиясига айлантириб электр тармоғига узатиш.

Гидравлик тормозларда двигателнинг механикавий энергияси сувни қиздиришга сарфланадиган иссиқликка айланади. Тормознинг иш режимлари шундай танланиши керакки, синаш вақтида сувнинг температураси 50—60°С дан ошиб кетмаслиги керак, акс ҳолда, тормоз тез ишдан чиқади.

Электр тормоз (балансирли динамомашина) оддий электр двигателдан статори станина стойкасидаги подшипникларга ўрнатилганлиги ва ўз ўқи атрофида эркин бурила олиши билан фарқ қилади (108-расм). Электр тормоз икки режимда, яъни электр двигатель ва ге-



108- расм. Балансирли динамомашина.

нератор режимларида ишлайди. Тормоз сифатида ўзгарувчан ток генератори ишлатилганда, бундай тормоз генератор режимда 1460 айл/мин дан юқори айланишлар частотасида ишлайди. Шу сабабли бу тормозлар ёрдамида двигателнинг ташқи тезлик характеристикасини олиб бўлмайди.

Двигатель одатда эластик муфта ёрдамида тормоз якорининг валига улашди. Двигателни тормозлаш якорь ва статор магнит майдонларининг ўзаро таъсири натижасида эмалга оширилади. Электр тормозларда айланишлар частотаси ва нагрузка тормознинг қўзғатиш чулғамларидаги ток кучини ўзгартириш йўли билан ростланади. Реактив буровчи момент тормоз статорига маҳкамланган маятникли механизм ёрдамида ўлчанади. Ички ёнув двигателлари нагрузка билан ишлаганида механикавий энергия ишлаб чиқаради. Бу энергия махсус асбоблар ёрдамида электр энергиясига айлантирилиб электр тармоғига узатилади. Бу ҳолда маълум иқтисодий тежамкорликка эришилади.

**Айланишлар частотасини ўлчаш.** Айланишлар частотаси, асосан, электр тахометрлар ёрдамида ўлчанади. Айрим ҳоллардагина марказдан қочирма ёки магнитли тахометрлар ишлатилади. Одатда, электр тахометр датчик ва қабул қилгичдан иборат бўлиб, датчик (тахогенератор) двигатель ёки тормознинг валига уланади, қабул қилгич эса бошқариш пультага 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 ҳамма механикавий исрофлар қувватини аниқлаш.** Юқорида айтганимиздек, электр тормозлар икки режимда, яъни ҳам электр двигатель ҳам генератор режимида ишлайди. Тормоз электр двигатель режимида ишлаган ҳолда двигателнинг механикавий исрофлар қувватини аниқлаш мумкин. Бунинг учун двигатель нагрузка билан ишлаганан сўнг ундан нагрузка олиб, мой ва совитувчи сувнинг температураси пасаймасдан, дарҳол тирсакли вални тормоз ёрдамида айлантиришнинг ўзи кифоя. Бу ҳолда тирсакли валнинг тормоз билан айлантиришга сарфланадиган қувватини механикавий 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 қуйи ағича аниқланади:

$$N_i = N_e + N_m = 10^{-3} (P_{\text{тор}} + P'_{\text{тор}}) \cdot n, \text{ о. к.}$$

Агар двигателнинг индикатор қуввати маълум бўлса, унинг ўртача индикатор босими қуйидагича аниқланади:

$$P_i = C (P_{\text{тор}} + P'_{\text{тор}}), \text{ кгк/см}^2;$$

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 механикавий йўқотишлар босими эса  $P_m = C \cdot P'_{\text{тор}}$ .

Бу ҳолда механикавий ф. и к. қуйидагича ҳисобланади:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \text{ ёки } \frac{P_e}{P_i}.$$

#### 51 - §. ЁНИЛҒИ ВА ҲАВО САРФНИ ИЛЧАШ

Двигатель ишлаганда сарфланаётган ёнилғининг соатли сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$$G_{\text{ё}} = \frac{\Delta G_{\text{ё}}}{\tau} \cdot 3,6, \text{ кг/соат}$$

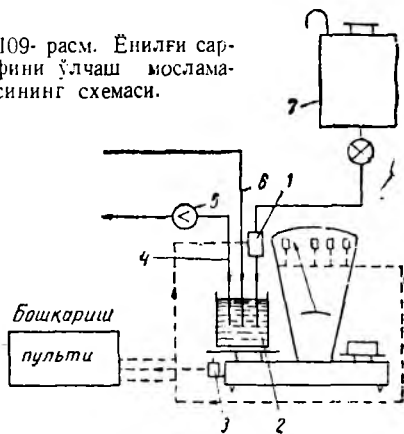
бу ерда:  $\Delta G_{\text{ё}}$  — ёнилғи дозаси, г;  $\tau$  —  $\Delta G$  грамм ёнилғининг сарфланиш вақти, с; 3,6 — г/с ни кг/с га айлантириш коэффициентини. Ёнилғи сарфини массавий ёки ҳажмий усулда ҳисоблаш мумкин. Ҳозир асосан массавий ўлчаш усули қўлланилади (109-расм). Бу схемада тарозининг бир палласига идиш 2 ўрнатилиб, у бак 7 дан келадиган ёнилғи билан тўлдирилади. Ёнилғи насос 5 билан трубка 4 бўйлаб двигателга бериледи. Двигатель ишлаб турган вақтда ёнилғи сарфи ўлчанмаса, маълум миқдордаги ёнилғи сарфлангандан сўнг электр магнитли клапан 1 узгич 3 ёрдамида ишга тушади ва идишга бакдан ёнилғи оқиб тушади, натижада унинг сатҳи бир хилда сақланади. Ёнилғи сарфини ўлчаш учун бакдан ёнилғи бериш тўхтатилади ва бошқариш пультадаги ўлчаш кнопкаси босилади. Тарозининг стрелкаси ҳисобни бошлаш керак бўлган шкалага келганда секундомер автоматик равишда (масалан, фотоэлемент ёрдамида) ишга тушади.

Маълум миқдордаги (50, 100, 150 грамм) ёнилғи сарф бўлгандан сўнг секундомер яна автоматик равишда тўхтайди, у  $\Delta G$  грамм ёнилғининг сарф бўлиши учун кетган вақт  $\tau$  ни кўрсатади.

Дизеллар учун қўшимча трубка 6 ўрнатилиши лозим, чунки форсункадан пуркалмай қолган ёнилғи идишга қайтиб туширилиши шарт. Бу ҳолда дизель сарфлаган ёнилғининг соф миқдори ўлчанади. Айрим ҳолларда эса ёнилғининг сарфи қўл секундомери ёрдамида ўлчанади.

Ёнилғи сарфи ҳажмий усулда ҳисобланганга двигателнинг бир соатда сарфлаган ёнилғиси қуйидагига тенг бўлади:

109-расм. Ёнилғи сарфини ўлчаш мослама-сининг схемаси.



$$G_{\text{э}} = 3,6 \frac{\Delta V_{\text{э}} \cdot \rho_{\text{э}}}{\tau_{\text{э}}} \text{ кг/соат};$$

бу ерда:  $\Delta V_{\text{э}}$  —  $\tau$  (сек) вақт ичида сарфланган ёнилғи ҳажми,  $\text{см}^3$ ;  
 $\rho_{\text{э}}$  — ёнилғининг зичлиги,  $\text{г/см}^3$ .

Ёнилғининг соатли сарфини, эффектив ва индикатор қувватларни ҳамда ёнилғининг қуйи ёниш иссиқлиги  $H_{\text{и}}$  ни билган ҳолда ёнилғининг солиштирма сарфини, индикатор ва эффектив ф. и. к. ларни аниқлаш мумкин:

$$g_{\text{i}} = \frac{G_{\text{э}} \cdot 10^3}{N_{\text{i}}}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

$$g_{\text{е}} = \frac{G_{\text{э}} \cdot 10^3}{N_{\text{е}}}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)}$$

$$\eta_{\text{и}} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_{\text{и}} g_{\text{i}}} \text{ ва } \eta_{\text{е}} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_{\text{и}} g_{\text{е}}},$$

бу ерда:  $H_{\text{и}}$  — мЖ да;  $g_{\text{i}}$  —  $\text{г/(кВт} \cdot \text{соат)}$  да.

Ҳавонинг соатли массавий сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

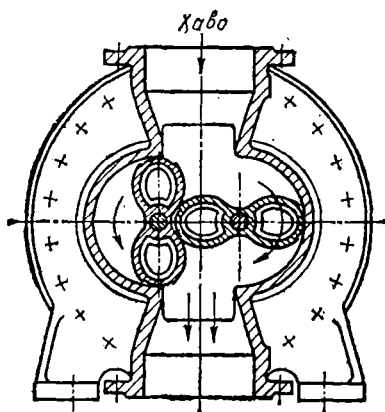
$$G_{\text{x}} = \frac{V_{\text{x}} \cdot \rho_{\text{x}}}{\tau} 3600, \text{ кг/соат},$$

бу ерда:  $V_{\text{x}}$  — ўлчаш асбоби орқали  $\tau$  (сек) вақт ичида ўтган ҳавонинг ҳажми,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{x}}$  — ҳавонинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ .

$$\rho_{\text{x}} = 0,465 \frac{B_0}{273 + t_0},$$

бу ерда:  $B_0$  — барометрик босим, мм симоб устуни;  
 $t_0$  — атроф муҳитнинг температураси,  $^{\circ}\text{C}$ .



110-расм. Ҳавонинг ҳажмий сарфини ўлчагич схемаси.

Ҳавонинг сарфи дроссель асбоблар (нормал диафрагмалар, сопло ва Вентури найи) ёки ҳажмий сарфини ўлчагичлар билан ҳисобланади. Двигателларни синашда, асосан, айланадиган роторли ҳажмий ўлчагичлар ишлатилади (110-расм). Унинг корпуси чўяндан ясалган бўлиб, ичида асимметриядан ясалган иккита ичи бўш ротор жойлашган. Роторга кириш ва чиқишдаги босимнинг фарқи (15–30 мм сув устуни) таъсирида роторлар айланади. Натижада корпус ички юзаси билан роторнинг ичкисини оралиги ҳажмидаги ҳаво сиқиб чиқарилади.

Ҳаво ҳажмини ҳисоблаш механизми ротор ўқининг бирига ўрнатилади. Бу асбоб жуда пухта бўлиб, узоқ

муддат аниқ ишлайди. Ротор ўқига фотодатчик ўрнатиб, ҳавонинг сарфини масофага туриб ўлчаш мумкин. Бу ҳолда кўрсатиш асбоблари (вольтметрлар) пультага ўрнатилади.

Мамлакатимиз саноатида 40 2000 м<sup>3</sup>/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 двигатель ва ўлчаш асбоби орасига ресивер қўйилади. Ресивер ҳажми қуйидагича аниқланади:

$$V_{\text{рес}} = \frac{200 \cdot V_h}{i}, \text{ л;}$$

бу ерда:  $V_h$  — двигатель цилиндрининг иш ҳажми, л;  
 $i$  — цилиндрлар сони.

Агар ҳавонинг соатли сарфи маълум бўлса, унда тўрт тактли двигатель 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 ортиқлик коэффициентини аниқлаш учун ёнилғининг соатли сарфи билан унинг элементлар таркибини билиш керак:

$$\alpha = \frac{G_x}{G_g \cdot l_0};$$

бу ерда:  $l_0$  — 1 кг ёнилғининг тўла ёниши учун керак бўлган ҳавонинг назарий миқдори, кг; бензин учун  $l_0 = 14,9$  кг; дизель ёнилғиси учун эса  $l_0 = 14,3$  кг.

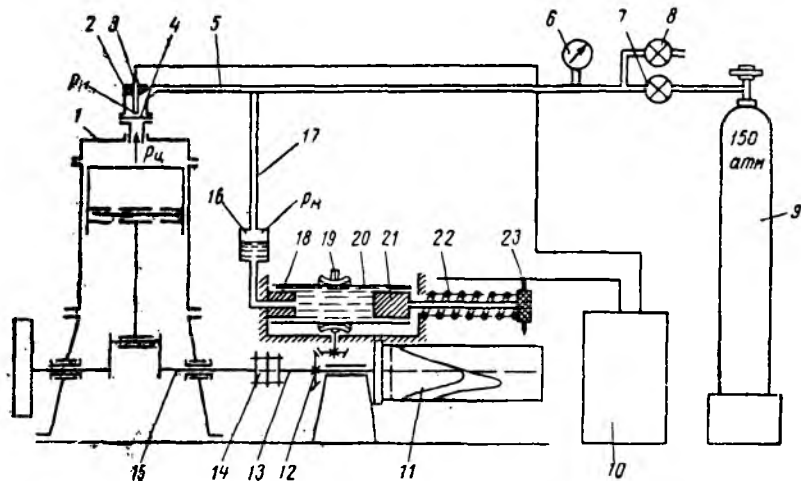
**Температурани ўлчаш.** Двигателларни синаш вақтида сув, мой, ишлатилган газлар ва деталларнинг температураси ўлчанади. Бу мақсадда, асосан, қаршилиқ термометрлари ишлатилади. Эксплуатацияга жўнатиладиган двигателларга эса манометрик термометрлар ўрнатилади. Деталлар ва ишлатилган газларнинг температураси термопаралар (темир-константан, мис-константан, хромель-копель ва бошқалар) ёрдамида ўлчанади. Термопаралар °С га даражаланган милливольтметрга уланади. Бу ҳолда термопаранинг кавшарланган қисми керамик қобикқа жойлаштирилиб, чиқариш трубасининг ичига ёки деталларнинг деворига ўрнатилади.

## 52 - §. ДВИГАТЕЛНИНГ ИНДИКАТОР ДИАГРАММАСИНИ ОЛИШ

Двигателнинг ёниш ва иш процессларини характерловчи кўрсаткичларни анализ қилиш учун унинг индикатор диаграммаси ёзиб олинган бўлиши керак. Бу мақсадда босим индикатори деб аталувчи махсус асбоб ишлатилади. Индикатор цилиндрлари босимни тирсакли валнинг бурилиш бурчаги бўйича ўзгаришини  $P - \varphi$  координа-

талар системасида ёзади ва бу диаграмма  $p-V$  координаталар системасида қайта қурилади. Индикаторлар икки гурпуага бўлинади: двигателнинг бир цикли давомида содир бўладиган процессларни индикатор диаграмма ҳолатида регистрация қиладиган индикаторлар; кетма-кет келади-ган циклларни устма-уст ёки ўртача қийматини ёзиб оладиган индикаторлар. Устма-уст ёзилган диаграммаларнинг ўртача қиймати жуда кўп цикллар учун двигатель параметрларининг ўртача миқдорини анализ қилиш имконини беради.

Индикаторлар сифатида кичик массали, шунингдек, ҳаракатланувчи деталлари кам инерцияга эга бўлган механикавий индикаторлар ёки амалий жиҳатдан инерциясиз бўлган *пъезокварцли датчиклар* ишлатилади. Пъезокварцли датчиклар катодли ёки шлейфли осциллографлар билан бирга ишлатилади ва улар ёрдамида бир циклли диаграммалар олинади.



111- расм. МАИ-2 типдаги пневмоэлектрик индикаторнинг схемаси.

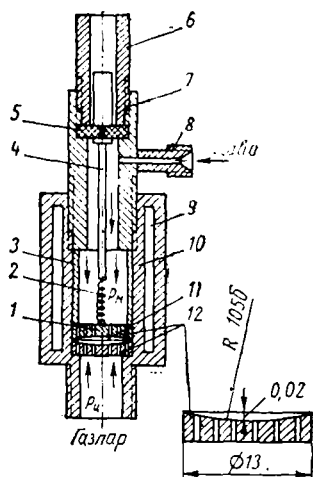
Пневмоэлектрик индикаторлар кўп циклли диаграммани олиш учун ишлатилади. Бундай индикаторнинг ишлаш принципи ва тузилишини тушунтирувчи схема 111- расмда кўрсатилган.

Цилиндрлар головкаси 1 га сезгир элементли босим қабул қилгич (пневмоэлектрик датчик) 2 ўрнатилади. Сезгир элемент исп. пўлат мембрана 4 дан иборат бўлиб, баллон 9 га ҳаво магистралли воситасида уланган датчикнинг юқори қисмини цилиндрга қўшилган пастки қисмидан ажратиб туради. Ҳаво магистралига манометр 6, тўлдириш жўмраги 7 ва босимни пасайтирувчи жўмрак 8 ўрнатиладиган. Магистрал 5 дан ҳосил бўлган босим шохобча 17 орқали суюқлик билан тўлдирилган кенгайтириш бачоги 16 га узатилади. Индикатор диаграмма барабан 11 га ўралган махсус термик қоғозга ёзилади. Барабан махсус муфта 14 билан двигателнинг тирсакли вали 15 га уланади. Индикатор диаграммани ёзиш механизми сифатида пружина—поршенли манометр ишлатилади. Бу манометр гильза 20 шаклида бўлиб, унинг

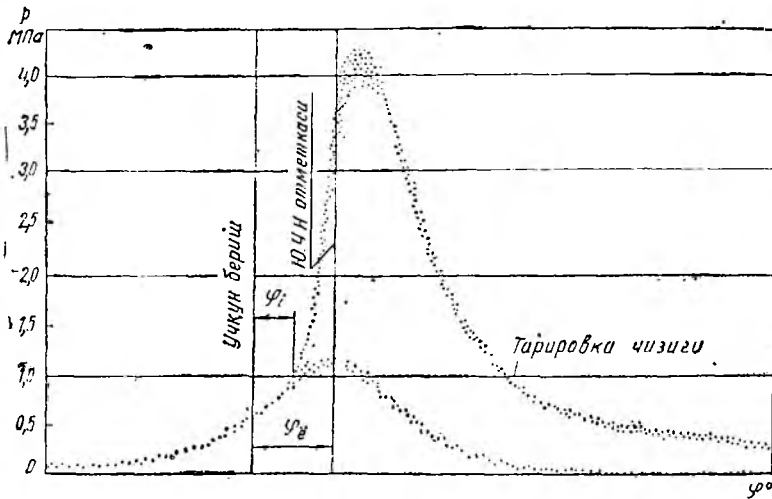
ичида ҳаракатланмайдиган ковак плунжер 18 ва ҳаракатланадиган плунжер 21 жойлашган. Плунжер 21 ўқиға изоляция қилинган разрядли штифт 23 ўрнатилган. Пружина 22 билан юкланган штифт 23 нинг силжиши плунжер 21 га таъсир қилаётган босим  $P_m$  га тўғри пропорционалдир. Ўлчаши аниқлигини ошириш мақсадида гильза барабанинг вали 13 дан шестернялар 12 ва червякли узатма 19 ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Индикаторнинг электрик системаси қўзғалмас контакт 3 дан иборат бўлиб, у электр симлар орқали тиратрон ўзгартгич 10 ва 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  $P_c$  дан катта бўлса, мембрана пастки ўриндиқ 12 га сиқилади (112- расм). Жўмрак 8 ни очиб (111- расм) магистралдаги босим камайтирилса (жўмрак 7 берк), шундай ҳолат ҳосил бўладики, бунда босим  $P_m$  бирмунча вақт босим  $P_c$  га тенг ёки ундан бир оз кичик бўлади. Бу ҳолда мембрана аввал пастки ўриндиқдан кўчади ва нейтрал ҳолатни олади, сўнгра эса юқоридаги ўриндиқ 12 га қисилади (112- расм). Мембрананинг бундай силжиши, амалда, оний вақт ичида содир бўлади, чунки поршень ю. ч. н. га томон ҳаракатланганда босим  $P_c$  кескин ошади, ammo босим  $P_m$  цикл давомида жуда кам ўзгаради. Кенгайиш процессида босим  $P_c$  камаяди ва мембрана юқори ўриндиққа қисилиши ҳамда босим  $P_m$  цилиндрдаги босим  $P_c$  дан катта бўлиши биланоқ мембрана тескари томонга ҳаракат қилиб, яна пастки ўриндиққа сиқилади.

Мембрананинг юқори ўриндиққа сиқилиш пайтини қўзғалмас контакт 4 билдиради. Мембрана, босимлар  $P_c$  ва  $P_m$  фарқиға қараб контактга уринади ёки ундан узоқлашади. Бу пайтда электр занжир уланади ёки узилади, натижада контактда электр импульс ҳосил бўлади. Импульс тиратронли реле-ўзгартгич орқали 12 18 кв гача кучайтирилиб, разрядли штифтга узатилади, натижада учқунли разряд ҳосил бўлади. Бу учқун айланаётган барабан маҳкамланган қоғозда нуқта қолдиради. Нуқтанинг ҳолати ҳам босимни, ҳам бурилиш бурчагини билдиради.

Шундай қилиб, бу индикатор ёрдамида бир иш цикли давомида (магистралдаги босим  $P_m$  ўзгармас бўлганда) индикатор диаграмманинг фақат икки нуқтасини олиш мумкин: бири ениқ чизғида, иккинчиси эса кенгайиш чизғида. Индикатор диаграмманинг бошқа нуқталарини олиш учун босим  $P_m$  жўмрак 8 орқали секин-аста ўзгар-



112- расм. Пневмоэлектрик қабул қилгичнинг тузилиши.



113- расм. Пневмоэлектрик индикатор ёрдамида ёзилган двигателнинг индикатор диаграммасы.

тирилади. Натижада 113- расмда кўрсатилган диаграмма ҳосил бўлади.

Тиратрон ўзгартгич ёрдамида ю. ч. н., атмосфера ва тарировка чизиқларини олиш мумкин.

$P - \varphi$  координаталар системасида олинган индикатор диаграммадан циклнинг максимал босими  $P_2$ , босимнинг ўсиш тезлиги  $\Delta P / \Delta \varphi$ , сиқиш босими  $P_e$ , ўт олдиришнинг илгарилаш бурчаги  $\varphi_e$  ларни ва иш циклининг кетишини характерлайдиган бошқа параметрларни аниқлаш мумкин.  $P - V$  координаталар системасида қайта қурилган диаграммалардан эса ўртача индикатор босим, индикатор қувват ва ф. и. к. ларни аниқлаш мумкин.

### 53- §. ДВИГАТЕЛНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Автомобиль транспортини эксплуатация қилиш шуни кўрсатадигини, улар иш вақтининг 80 проценти давомиди тезлик ва нагрузка режимларининг кенг диапазонда ўзгариши билан ишлайди. Тирсақли ватнининг ҳар қандай айланишлар частотасида ҳам двигатель барча нагрузкаларда турғун ишлаши билан бирга турли эксплуатация шароитларида тежамли ишлаши керак.

Одатда двигателнинг конструкцияси, тури, қуввати ва айланишлар частотаси автомобиль учун қўйилладиган талабларга жавоб бера оладиган қилиб танланади. Двигателнинг характеристикаси автомобилнинг ҳар хил шароитда ишлашига мос келиши керак, акс ҳолда автомобиль, маълум қаршиликларни енга олмаслиги мумкин. Бундан ташқари, двигатель характеристикалари ҳар хил турдаги двигательларни ўзаро солиштиришга ҳам имкон беради.



Автомобиль двигателлари эксплуатация шароитларида, асосан, узлуксиз ўзгариб турувчи турғунлашмаган режимда ишлайди. Лекин двигателнинг бундай режимларга ишлашини характерловчи тўлиқ маълумотларни олиш анча мураккаб бўлиб, бунинг учун махсус приборлар яшаш талаб қилинади. Амалда двигателнинг характеристикаларини ГОСТ 14846-69 га биноан синаш стендида турғун режимда ишлаиб синаш пайтида олинади.

Двигателни синаш пайтида тезлик, нагрузка, ростлаш ва махсус характеристикалар олинади.

### Тезлик характеристикалари

Тезлик характеристикалари икки турга: ташқи ва қисмий тезлик характеристикаларига бўлинади.

**Ташқи тезлик характеристикаси.** Двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси деб, айланишлар частотаси  $n$  га боғлиқ бўлган эффектив қувват  $N_e$ , эффектив буровчи момент  $M_e$ , ёнилгининг соатли сарфи  $G_e$  ва эффектив солиштирма сарфи  $g_e$  нинг эгри чизиқларига айтилади. Бундай характеристика карбюраторли двигателларда дроссель заслонка тўла очик ёки дизелда ёнилги насосининг рейкаси энг кўп ёнилги бериш ҳолатида бўлганда олинади. Характеристика олинаётган пайтда двигателнинг бошқа кўрсаткичларини ҳам ёзиб бориш мақсадга мувофиқдир, чунки бу кўрсаткичлар орқали кўридаги параметрларнинг кетиш характерини тушунтириш мумкин.

Ташқи тезлик характеристикаларини олиш шартлари: ҳар бир двигатель учун тирсакли вал айланишлар частотасининг кўйи чегараси  $n_{min}$  бўлади. Бундай айланишлар частотасида двигатель барча нагрузкаларда турғун ишлайди. Лекин бирор сабабга кўра айланишлар частотаси  $n_{min}$  дан кичик бўлиб қолса, двигатель нотурғун ишлайди (нагрузкани қабул қила олмайди) ва тўхтаб қолади. Бунга асосий сабаб тўлдириш коэффициентининг кескин пасайиб кетиши ва натижада, ёнилш процессини турғун ҳосил қилиб бўлмаслигидир. Ташқи тезлик характеристикасида:  $n_{M_e}$  — максимал эффектив буровчи моментга мос келувчи айланишлар частотаси;  $n_{g_e}$  — ёнилгининг эффектив солиштирма сарфи минимал бўлган айланишлар частотаси;  $n_{ном}$  — двигательнинг номинал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси;  $n_e$  — двигателнинг максимал эффектив қувватига мос айланишлар частотаси;  $n_{су.мах}$  — двигателнинг регулятор билан салт ишлаш айланишлар частотаси ва  $n_{разн}$  — ҳаддан ташқари катта айланишлар (разнос) частотаси бўлади.

Юк автомобиллари двигателларида  $n_e = n_{ном}$ , энгил автомобиллар двигателларида эса  $n_{ном} > n_e$  бўлади.

Двигателни синашдан олдин қиздирилади, яъни сув ва мой температураси 80—85°C га етказилади. Сўнгра двигателга минимал айланишлар частотасида энг катта нагрузка берилади (дроссель-заслонка тўла очилади). Бу ҳолда кўйидаги параметрлар: ёнилги сарфи;

двигателнинг эффектив буровчи моменти; айланишлар частотаси; ҳаво сарфи ва ишқаланишларга сарф бўлган буровчи момент ўлчанади. Бундан ташқари, ташқи муҳит босими ва температураси ҳам ўлчанади. Шундан сўнг двигателнинг айланишлар частотаси ўзгартирилиб, бу режимларда ҳам юқоридаги параметрлар ўлчанади ва жадвал шаклида ёзиб борилади. Двигателнинг кўрсаткичлари қуйидагича ҳисобланади:

а) эффектив қувват:

$$N_e = \frac{1,36 \cdot P_T \cdot n}{1000}, \text{ о. к. ёки } N_e = \frac{P_T \cdot n}{1000}, \text{ кВт};$$

бу ерда  $P_T$  — тормозлаш кучи, кГ;

$n$  — тирсақли валнинг айланишлар частотаси, айл./мин;

б) ёнилғининг соатли сарфи:

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

$\Delta G_e$  — ўлчанадиган ёнилғи дозаси, г;

$\tau$  — ёнилғи сарфланган вақт, с;

в) ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи:

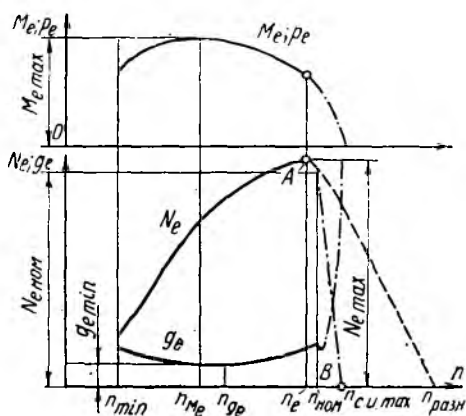
$$g_e = \frac{G_e}{N_e} 10^3, \text{ г/(кВт} \cdot \text{соат)};$$

г) эффектив буровчи момент:

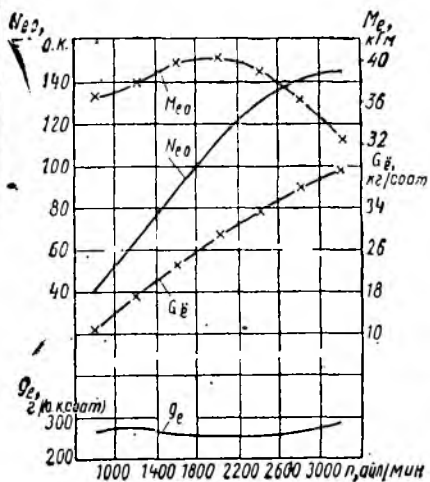
$$M_e = \frac{716,2 N_e}{n}, \text{ кГ} \cdot \text{м}.$$

114-расмда двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси келтирилган. Енгил автомобиллар двигателларида  $n_{ном} > n_e$  бўлганидан, двигатель максимал тезлик режимида тургун ишлайди. Айланишлар частотаси  $n_{ном}$  қийматдан ортиши билан ҳавонинг гидравлик қаршиликлари ҳам ортиб кетади.

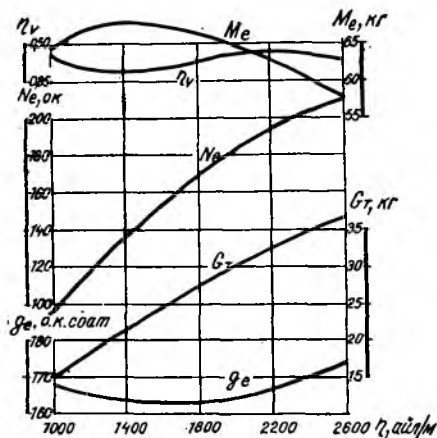
Натижада тўлдириш коэффициенти  $\eta_v$  ва ўртача эффектив босим  $P_e$  кескин камайиб,  $n_{раз}$  частотада  $P_e = 0$  ва, демак,  $N_e = 0$  бўлади. Двигателларни бу режимда ишлатишга йўл қўймаслик керак, чунки асосий деталларга таъсир қилувчи динамик нагрукалар кескин ошиб кетади ва двигатель ишдан чиқиши мумкин. Шу сабабл двигателларга максимал айланишлар частотаси регулятори ўрнатилади. Регулятор режимида ишлаган двигателнинг характеристикаси АВ участка би-



114-расм. Двигателнинг ташқи тезлик характеристикаси.



115- расм. ЗИЛ-130 двигателининг ташқи тезлик характеристикаси.



116- расм. ЯМЗ-740 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси.

лан характерланади. Бу диапазонда дроссель-заслонка ёпилиб,  $\alpha$  нинг ўсиши натижасида ёнилғининг солиштирма сарфи дастлаб бир оз камаяди, лекин кейинчалик механикавий ва индикатор ф. и. к. ларнинг пасайиши натижасида у кўпаяди.

Эффектив буровчи момент  $M_e$  нинг ўзгариш характерини тўлдириш коэффициентининг ўзгариши билан тушунтириш мумкин.

115- расмда ЗИЛ-130 двигателининг ташқи тезлик характеристикаси кўрсатилган. Қувват ва буровчи моментнинг ноль индексли қийматлари қуйидаги тенгламалар бўйича нормал шароитларга келтирилган ( $P_0 = 760$  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:

$$A = \frac{P_0}{P_x} \frac{530 + t_x}{545}.$$

Бу ерда  $t_x$  ва  $P_x$  ташқи муҳитнинг температураси ва босими.

116- расмда ЯМЗ-740 дизелининг ташқи тезлик характеристикаси кўрсатилган.

Двигатель ташқи тезлик характеристикаси бўйича ишлаганда айланшлар частотасининг чекка қийматлари 13- жадвалда келтирилган.

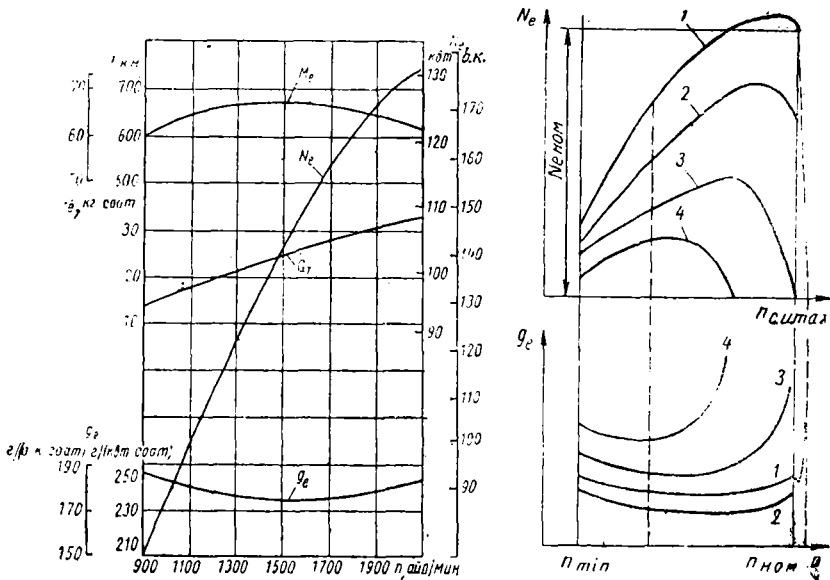
Двигатель тури	Тезлик режими				
	$n_{ном}$	$n_{min}$	$n_{Me}$	$n_{с.и.}$	$n_{раз}$
Дизель	2000...3300 3600...4500 <sup>+</sup>	350...700	(0,4...0,6)Пн	(1,05...1,07) Пн	(1,4...1,6) Пн
Карбюраторли двигатель	3000...4200 <sup>++</sup> 4000...6000 <sup>+++</sup>	300...600	(0,4...0,6)Пн	(1,05...1,1) Пн	(1,7...2,0) Пн

+ энгил автомобилларга ўрнатиладиган дизеллар;  
++ юк автомобиллари;  
+++ энгил автомобиллар.

**Қисмий тезлик характеристикаси.** Дроссель-заслонканинг ёки ёнилги беришни бошқариш системасининг турли ўзгармас ҳолатларида двигатель кўрсаткичлари  $N_e$ ,  $G_e$ ,  $M_e$  ва  $g_e$  нинг айланишлар частотасига боғлиқлик графикалари қисмий тезлик характеристикалари деб аталади. Шу сабабли қисмий тезлик характеристикаларини инсталган миқдорда олиш мумкин.

Карбюраторли двигатель ва дизель учун ташқи тезлик характеристикалари ўзаро ўхшаш бўлса ҳам уларнинг қисмий тезлик характеристикалари бир-бирдан катта фарқ қилади. Шу сабабли уларда қисмий характеристикаларни олиш шароитлари турлича бўлади.

Карбюраторли двигательда қисмий характеристикалар (117-расм) дроссель-заслонканинг ҳар хил ҳолатларида олинганлиги сабабли унинг тўлдириш коэффициенти кескин ўзгаради. Натижада эффектив қувват ҳам ўзгаради. Шунингдек, эффектив қувватнинг мак-



117- расм. Карбюраторли двигательнинг қисмий тезлик характеристикалари.

симуми дроссель-заслонка ёпила бориши билан кичик айланишлар частотаси томонга силжийди. Шу сабабли карбюраторли двигателларда нагрузка камайганда разнос (тирсакли валнинг ҳаддан ташқари катта тезлик билан айланиш ҳодисаси) бўлмайди.

Дизелларда нагрузкани ўзгартириш учун ёнилги насосининг рейкаси бошқа ҳолатга қўйилади. Нагрузка камайиши билан тўлдириш коэффициентини  $\eta_v$  нинг қиймати бир оз ортади. Бунинг натижасида эффектив кувватнинг максимал қиймати кичик айланишлар частотаси томонга силжмайди. Дизелларда нагрузканинг камайишига қарамасдан ёниш процессининг давом этиши унинг ҳаддан 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.

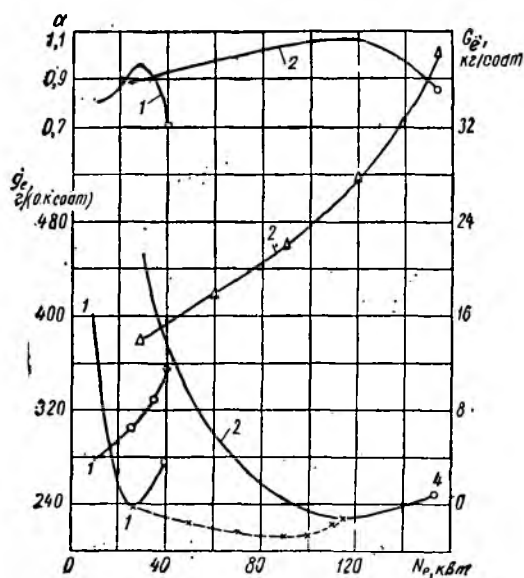
Дизелларнинг регуляторий характеристикасини олиш учун регуляторни бошқариш органини ўзгармас ҳолатда ушлаб туриб нагрузкани салт ишлашдан максимал қийматгача оширилади ва маълум нагрузка оралигида двигатель кўрсаткичларининг ( $n$ ,  $N_e$ ,  $G_e$  ва  $g_e$ ) ўзгариши ёзиб борилади.

### Нагрузкавий характеристика

Двигателнинг нагрузкавий характеристикаси деб ўзгармас айланишлар частотасида ( $n = \text{const}$ ) ёнилгининг соатли ва эффектив солиштирма сарфларининг нагрузкага боғлиқлик ( $G_e$ ,  $g_e = f(N_e)$ ) графигига айтилади.

Юқорида айтганимиздек, нагрузкани ўзгартириш учун дроссель-заслонка ёки рейка бошқа ҳолатга қўйилади. Нагрузкавий характеристикани олиш двигатель нормал қиздирилгандан сўнг, яъни сув ва мойнинг температураси 80...85 С га егганда бошланади. Бунинг учун двигателнинг айланишлар частотасини  $n = 0,5 n_{\text{ном}}$  қилиб танланади ва шу частотада двигательга тўла нагрузка берилади ҳамда шу режимда ёндириши илгариллаш бурчагининг оптимал қиймати танланади. Шундан сўнг двигательнинг кўрсаткичлари протоколга ёзилади ( $P_T$ ,  $G_e$ ,  $G_x$ ,  $n$  ва ҳ. к.). Дроссель-заслонканинг 4...5 ҳолатида двигательнинг кўрсаткичлари қайтадан ёзилади ва юқорида келтирилган формулалар орқали ёнилгининг соатли ва эффектив солиштирма сарфи ҳисоблаб топилади. Агар двигательнинг ташқи ва қисмий тезлик характеристикалари маълум бўлса, улар орқали ҳам нагрузкавий характеристикани қуриш мумкин. Бунинг учун маълум айланишлар частотасида тезлик характеристикаларини бирор тик чизиқ билан кесилади (масалан, 117-расмдаги штрихли ордината чизигига қаранг) ва кесилиш нуқтасидаги маълумотлардан фойдаланилади. Двигателнинг нагрузкавий характеристикасини олишдан асосий мақсад двигатель тўла, қисмий нагрузкаларда ва салт ишлаганда ёнилгининг соатли ва солиштирма сарфи қандай бўлишини ўрганишдир, чунки автомобиль транспорти кўпинча (75% вақт давомида) қисмий нагрузкаларда ишлайди.

118-расмда саккиз цилиндрли ЗИЛ-130 карбюраторли двигателнинг нагрузкавий характеристикаси кўрсатилган. Бунда ҳаво ортиқлик



118- расм. ЗИЛ-130 двигателининг нагрузкавий характеристикаси.

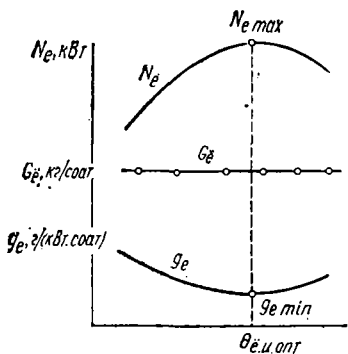
маяди. Натижада ёниш процесси кескин солиштирма сарфи ортиб кетади.

### Ростлаш хаҗактеристикалағи

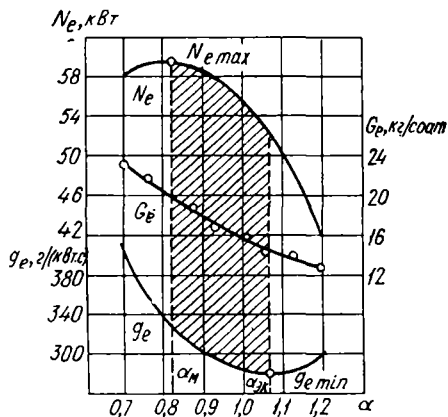
Ростлаш характеристикалари орқали ёниш процессига таъсир қилувчи факторлар (ёндиришни илгарилаш бурчағи, ёнувчи аралашма таркиби, дизелларда эса ёнилғи пуркай бошлаш ни илгарилаш бурчағи ва аралашманинг тутунсиз ёнишини таъминлайдиган рейканинг ҳолати) анализ қилинади. Двигателнинг оптимал кўрсаткичларини шу параметрга боғлиқ равишда танлаш учун олинadиган характеристикалар ростлаш характеристикалари дейилади. Бундай характеристикалар дроссель-заслонканинг ёки рейканинг ўзгармас ҳолатларида олинади. Бу шароитларда двигателнинг қуввати ва тежамлиғи ёндиришни илгарилаш бурчағига ёки ёнилғи пуркай бошлашни илгарилаш бурчағига боғлиқ равишда ўзгаради. Бундай характеристикалар турли нагрузкаларда ва тирсакли валнинг ҳар хил айланишлар частотасида олинади. Натижада нагрузка ва тезлик режимларига боғлиқ бўлган ёндиришни илгарилаш бурчағининг оптимал қиймати танланади. Бу қиймат турли двигатель учун турличағир, чунки у ёниш камерасининг турига, сиқиш даражасига ва бошқа факторларга боғлиқдир.

Тирсакли валнинг бир хил айланишлар частотасида ва дроссель-заслонканинг тўла очик ҳолатида ёндиришни илгарилаш бурчағининг  $\theta_{e, и.}$  бўйича олинган ростлаш характеристикаси 119-расмда кўрсатилган. Графикда ёндиришни илгарилаш бурчағининг оптимал қиймати  $\theta_{e, и. опт.}$  штрих чизик билан бирлаштирилган. Графикнинг кўрсатиши-

коэффициентининг ўзгариши ҳам тасвирланган. Графикнинг кўрсатишича, энг яхши тежамликка ҳаво ортиқлик коэффициенти инг энг катта ( $\alpha > 1$ ) қийматида эришилади, чунки бундай аралашма тўла ёнади, двигателдан катта қувват олиш учун  $\alpha = 0,8 \dots 0,9$  бўлиши керак, чунки бундай аралашма тез ёнади. Бунинг учун цилиндрга кўпроқ ёнилғи узатиш керак. Бу вазифани карбюраторнинг тезлатиш насоси бажаради. Шу сабабли ёнилғининг эффектив солиштирма сарфи ортади. Кичик нагрузкаларда эса дроссель-заслонка беркила борган сари  $\eta_v$  камаяди, қолдиқ газлар ортади ва механикавий ф. и. к. каёнмонлашади ва ёнилғининг



119- расм. Карбюраторли двигателнинг ёндиришни илгарилатиш бурчаги бўйича ростлаш характеристикиси.



120- расм. Карбюраторли двигателнинг ёнувчи аралашма таркиби бўйича ростлаш характери-стикаси (дроссель-заслонка тўлиқ очиқ,  $n = 1500$  айл/мин).

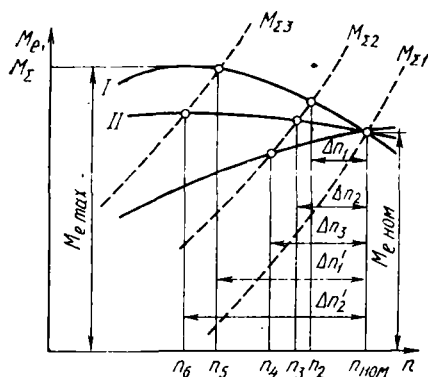
ча, айланишлар частотаси ортиши ва нагрузка камайиши билан ёндиришни илгарилаш бурчагининг оптимал қийматлари катталашади. Бу вазифани марказдан қочирма вакуум регуляторлар бажара и. Иш аралашмаси таркибининг дьвгатель қуввати ва ёни.лғининг солиштирма сарфига таъсирини характерловчи ростлаш характери-стикаси 120-расм-да келтирилган. Графикларни анализ қилиш энг катта қувват  $\alpha = 0,8 \dots 0,9$  бўлгандаги қийматга, ёни.лғи солиштирма сарфининг минимал қий-мати эса  $\alpha = 1,05 \dots 1,15$  қийматга тўғри келишини кўрсатади.  $\alpha$  нинг бо.шқа қийматларида  $N_e$  камай.и,  $g_e$  эса ошнб кетади.

#### 54- §. ДВИГАТЕЛЬ ИШ РЕЖИМИНИНГ ТУРГУНЛИГИ

Двигатель тирсакли валида ҳосил бўлгандан эффектив буровчи момент автомобилнинг юришига қаршилик қилувчи моментлар йиғин-дисига тенг ёки ундан бир оз ортиқ бўлиши керак. Автомобилга таъ-сир қилувчи қаршиликлар momenti қатор факторларга боғлиқ (йўл профили ва унинг ҳолати, ҳаво қаршилигининг ўзгариши ва ҳоказолар) бўлиб, улар кенг кўламда ўзгариши мумкин. Шу сабабли двигателга қўйиладиган талаблардан бири унинг буровчи momenti, автомобилга таъсир қилувчи қаршиликларнинг қандай ўзгаришидан қатъи назар, турғун ишлаш режимини таъминлаши лозим. Бу ҳолда двигателнинг тезлик режими жуда кичик миқдорда ўзгариши керак.

Қўйида (121-расм) учта двигателнинг эффектив буровчи моментла-рининг эгри чизиқлари келтирилган. Шуниси характери-лики, барча дви-гателлар номинал режимда бир хил буровчи момент  $M_{e \text{ ном}}$  ҳосил қилади.

Фараз қилайлик, автомобилнинг ҳаракатига ҳар хил қаршилик мо-ментлари  $M_{\Sigma 1} < M_{\Sigma 2} < M_{\Sigma 3}$  таъсир қилсин. Барча двигателлар тир-сакли валнинг номинал айланишлар частотасига қаршилик momenti



121- расм. Буrowчи моментининг айланишлар частотасига қараб ўзгаришининг двигател тургун ишлашига таъсири.

иккинчи двигател учун эса  $\Delta n_2'$  миқдорга камайди. Агар буrowчи момент тикроқ кўтарилган эгри чизиқ бўйлаб ўзгарса (биринчи двигател учун) у ҳолда, автомобиль ҳаракатига қаршилик ўзгарганда двигателнинг айланишлар частотаси қисқа чегарада ўзгаради. Биринчи двигателнинг қуввати қаршилик кескин ортганда ҳам уни енгилш учун етарли бўлади ва двигател иш режимининг тургунлигини таъминлайди. Буrowчи моментнинг бундай характерда ўзгариши карбюраторли двигателларга хосдир. Иккинчи двигател буrowчи моментининг ўзгариш характерни эса дизелларга хосдир.

Карбюраторли двигателларнинг афзалликларидан бири шуки, у қисмий нагрузкаларда ишлаганида  $M_e$  эгри чизиғи тўла нагрузкадагига қараганда тикроқ бўлади. Бу ҳолда қаршиликлар ўзгарганда айланишлар частотаси қисқа чегарада ўзгаради. Автомобилнинг ҳаракат қаршилиғига қараб дизелда  $M_e$  нинг ўзгариш характери нагрузкага боғлиқ эмас, чунки унинг ташқи ва қисмий характеристикалари деярли бир хил.

Автомобил двигатели иш режимининг тургунлиги максимал буrowчи моментнинг двигател номинал режимда ҳосил қиладиган буrowчи моментига нисбати  $K = \frac{M_{e \max}}{M_{e \text{ ном}}}$  билан аниқланади. Бу нисбат мослашиш коэффициенти ёки буrowчи момент запаси деб аталади.

Бу коэффициентни эффектив босимлар нисбати  $K = \frac{P_{e \max}}{P_{e \text{ ном}}}$  орқали ҳам аниқлаш мумкин, чунки двигателнинг буrowчи momenti ўртача эффектив босимга тўғри пропорционалдир.

Юқориди айтганимиздек, карбюраторли двигателлар дизелларга нисбатан тургун режимга эга. Уларда  $K = 1,25 \dots 1,35$  оралиғида, 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 РИВОЖЛАН- ТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

### 55- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Автомобиль ва бошқа транспорт воситаларида куч манбаи сифатида поршенли ички ёнув двигателлари ишлатилмоқда. Автомобиль транспорти тараққиётининг асосий йўналишларидан бири уларга ўрнатиладиган двигателлар қуввати диапазонини кескин оширишдир. 1980 йилга келиб автомобиль ишлаб чиқариш 2,1...2,2 млн. га етди. Улардан 800...825 минг донаси юк автомобилларидир.

Оғир юк автомобиллари ва автопоездлар учун қуввати 450 кВт бўлган двигателлар керак, келажакда эса уларнинг қувватини 750 кВт га етказиш ва ундан ҳам ошириш мўлжалланган.

Енгил автомобиль двигателларининг қуввати ҳам кундан-кунга оширилмоқда. Бу эса уларнинг ҳаракат тезлигини оширишга ва динамик кўрсаткичларни яхшилашга олиб келди. Двигатель қувватини ошириш билан бир вақтда унинг ишга чидамлилиги ва пухталигини ҳам яхшилаш лозим.

Автомобиль, трактор ва бошқа транспорт воситаларининг кўпайиши ҳамда уларга ўрнатиладиган двигателлар қувватининг ошиши суяқ ёнилғи истеъмолини янада оширди. Шунинг учун двигателлар ёнилғисининг сарфини камайтириш масалаларига катта эътибор бериш керак. Двигателнинг янги конструкцияларини яратишда уларнинг массаси ва габаритларини камайтиришга ҳам эътиборни кучайтириш лозим.

Йирик шаҳарларда транспорт воситаларининг кўпайиши натижасида ташқи муҳитнинг заҳарланиши ва умумий шовқин кучаяди. Шу сабабли двигатель шовқинини камайтириш ва ҳавонинг заҳарли, ишлатилган газлар билан ифлосланишини олдини олиш (камайтириш) муаммоларини ҳал қилиш талаб этилади.

### 56- §. ДВИГАТЕЛНИНГ ҚУВВАТИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ

#### 1. Айланмишлар частотасини ошириш

Двигателнинг литравий қуввати формуласидан унинг қандай факторларга боғлиқ эканлигини кўриш мумкин. Литравий қувват асосан  $n$ ,  $\eta_c$ ,  $\rho_0$  ва  $\tau$  ларга боғлиқ.

Литравий қувватни айланишлар частотаси ҳисобига ошириш энг қулай бўлиб, бунда двигателнинг солиштирма 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 наъдунни қўллашга

катта имкон туғилади. Бундан ташқари, совитиш системасига берилатган иссиқлик камаяди ва двигатель яхши ишлайди.

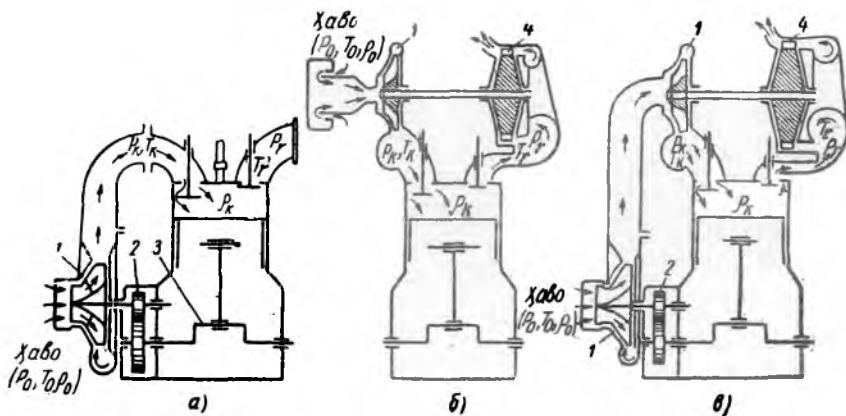
Айланишлар частотасининг ошиши политропа кўрсаткичи  $n_1$  ни ошишига ҳамда сиқиш процесси охиридаги температура ва босимнинг ошишига олиб келади. Натижада ёнувчи аралашма ёниш процессига яхши тайёрланади ва алангаланишнинг кечикиш даври камаяди. Дизелларда эса бундан ташқари, пуркаш босими ошиши натижасида ёнувчи аралашма майда зарраларга парчаланиб ёниш процесси тўла кетади. Лекин двигательда механикавий йўқотишлар ортади ва цилиндрни ишлатилган газлардан тозалаш қийинлашади. Дизелларда ёнилғини пуркаш даври узайиб кетади ва ёниш процесси кенгайиш йўлида амалга ошиб, унинг эффективлиги пасаяди.

Механикавий исрофларни камайтириш мақсадида поршень йўли кичик бўлган ( $S/D < 1$ ) двигательлар ишлаб чиқариш мақсадга мувофиқдир. Карбюраторли двигательларда асосан  $S/D \leq 1$  қўлланилади.

Айланишлар частотаси оширилган двигательларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат: катта кесим исзали клапан ўрнатиб тўлдириш коэффициентини катталаштирилади; совитиш системасига иссиқлик кам ўтади; механикавий исрофлар кам бўлади. Демак, айланишлар частотасининг ошиши ёниш процессининг бориши билан чегараланмайди. Келажакда эса айланишлар частотаси яна ҳам оширилади.

## 2. Наддув

Двигатель қувватини оширишнинг иккинчи усули наддувдир. Наддув — двигатель 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) турбо-компрессор билан; в) аралаш усулда ҳайдалади (122-расм).



122- расм. Наддув схемалари:

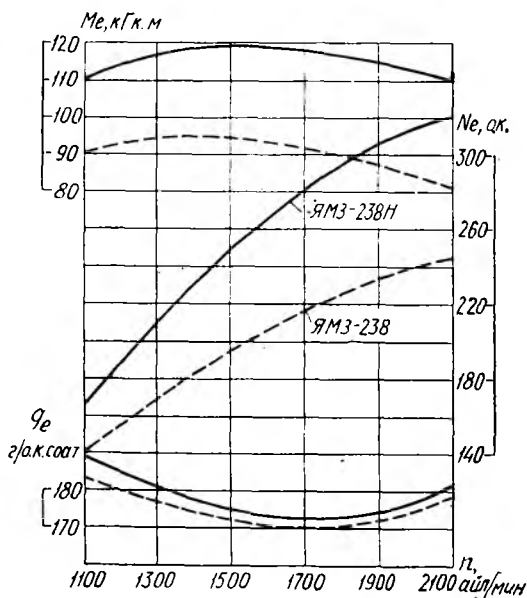
а — юритмали компрессор билан; б — турбинали компрессор билан; в — аралаш усулда ҳаво берилган.

Бу ҳолда ҳаво компрессорга ташқи муҳитдан киради ва  $p_k$  босим-гача сиқилади, температура эса  $T_k$  га етади. Шундан сўнг ҳаво двигатель цилиндрга  $p_k$  босим билан киради. Бу давр ичида ҳавонинг зичлиги  $\rho_0$  ошиб  $\rho_k$  га етади. Натижада, двигатель цилиндрига кираётган заряднинг масса миқдори атмосферадан киргандагига қараганда кўп бўлади. Демак, цилиндрга кирган заряднинг миқдори ошган сари унга берилаётган ёнилгининг миқдорини ошириш талаб этилади. Циклда эса кўп миқдорда ёнилги ва ҳаво массаси ёнади, натижада двигателнинг қуввати ортади. Наддув усули билан двигатель қувватини 50...70% гача ошириш мумкин.

Агар компрессор ҳаракатни тирсақли валдан олса (122-расм, а), двигатель қувватининг маълум қисми ҳавони сиқишга сарфланади. Бу усул икки тактли ЯАЗ дизелларида қўлланилган. Ҳозирги вақтда эса автомобиль ва трактор двигателларида компрессорни ҳаракатга келтириш учун ишлатилган газлар энергиясидан фойдаланилади. Компрессор газ турбиналар ёрдамида ҳаракатланади (122-расм, б). Бу ҳолда чиқариш трубадан чиқаётган газлар соплони аппарат орқали турбинанинг куракчаларига урилади, турбина катта тезликда айлана бошлайди ва компрессорни ҳаракатга келтириб, фойдали иш бажаради. Ҳаво ташқи муҳитдан компрессорга келади ва  $p_k$  босимгача сиқилиб, двигательнинг цилиндрларига ҳайдалади. Бу усул ЯМЗ-238Н двигателида қўлланилади.

123-расмда наддувли ва наддувсиз ЯМЗ-238Н дизелларининг ташқи тезлик характеристикалари келтирилган. Локомотивларга ўрнатиладиган дизелларда комбинациялаштирилган ҳайдаш қўлланилади. Бу ҳолда ҳавони сиқиш учун тирсақли 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 процессининг охирида, босим ва температуранинг ошиши натижасида, ёниш процессининг характери бир оз ўзгаради. Бундан ташқари, ёнувчи аралашманинг бошланғич юқори параметрларга эга бўлиши ва ёниши натижасида газларнинг максимал



123- расм.

босими анча ошади ва двигателнинг умумий термик зўриқиши кўпаяди. Демак, двигателнинг конструкцияси наддувни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланиши керак.

Карбюраторли двигателларда детонацияли ёнишнинг пайдо бўлиши сабабли уларда наддув қўллаш чекланган. Двигателларда наддув қўлланилганда ёнилги насоснинг *прецизион* жуфтлари ва газ тақсимлаш фазалари мос танланиши керак.

СССРда наддув, асосан, дизелларда қўлланилади, бунда ҳавони ҳайдаш босими 0,2 МПа га етади. Бу ҳолда двигателнинг қуввати 30...40 % га ошади, эффе́ктив босими эса 0,95 ...1, 05 МПа ни ташкил қиладди. Наддувли двигателлар оғир юк кўтарадиган автомобилларга ва кучли тракторларга ўрнатилмоқда, улар тоғли районларда ишлатилганда мақсадга мувофиқ бўлади.

Двигатель қувватини оширишнинг яна қуйидаги усуллари бор:

— тўрт тактли двигатель 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,  $\epsilon$  нинг маълум қийматларигача ( $\epsilon = 8...9$ ) двигательга ижобий таъсир кўрсатади, лекин  $\epsilon$  нинг қиймати, жуда ошириб исборилса, детонацияли ёки ўз-ўзидан ёниш процесслари содир бўлади;

— тўлдириш коэффициентини ошириш. Бунинг учун киритиш ва чиқариш трубаларининг узунлиги тўғри танланиб, улардаги ҳавонинг тўлқинланиш босимидан фойдаланилади ва цилиндр ҳажми ўзгармаган ҳолда унинг диаметри катталаштирилади. Бу ҳолда цилиндр головкасига тўртта клапан ўрнатишга имкон туғилади, натижада тўлдириш коэффициенти ортади;

—  $\eta / \alpha$  нисбатни ошириш. Бу нисбат ички ёнув двигателларида нисбатан кам ўзгаради.

#### 57- §. ИШЛАТИЛГАН ГАЗЛАРНИНГ ЗАҲАРЛИЛИГИНИ КАМАЙТИРИШ

Ички ёнув двигателлари ташқи муҳитга ва тирик организмга зарар етказадиган кўп миқдорда заҳарли моддалар чиқаради. Карбюраторли двигатель ва дизелдан чиқадиган заҳарли моддаларнинг ўртача процент миқдори 14-жадвалда келтирилган.

14- ж а д в а л

Двигатель тури	Дизель	Карбюраторли двигатель
Заҳарли моддалар, %		
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
Олтингурут икки оксиди	0,03	0,008
Қурум (г/м <sup>3</sup> )	0,25	0,5

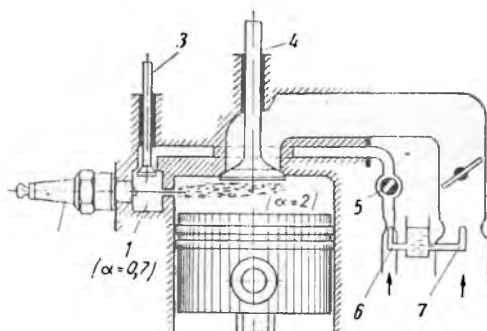
Жадвалдан кўриниб турибдики, дизелларда заҳарли моддалар нисбатан кам. Шу сабабли 3 т. ли ва ундан юқори юк автомобилларига дизеллар ўрнатиш мўлжалланган.

## 58- §. ЁНИЛҒИНИ ТЕЖАШ УСУЛЛАРИ

### 1. Аланга билан ўт олдириш

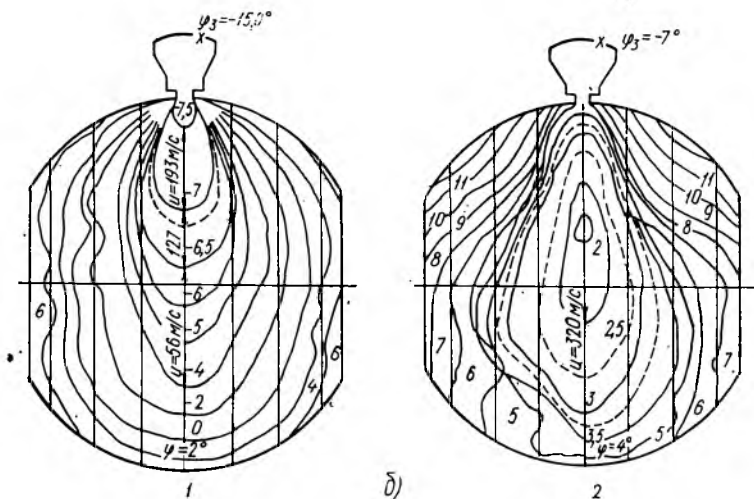
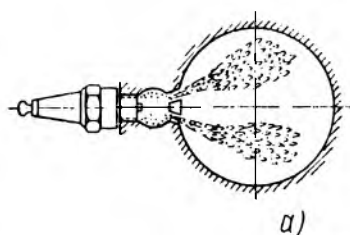
Юқориди айтиб ўтганимиздек, карбюраторли двигателлар кичик нагрукчаларда тежамсиз ва заҳарли газларни кўп чиқариб ишлайди.

Ушбу камчилиكنи йўқотиш учун карбюраторли двигателларда аланга билан ўт олдириш усулини қўллаш мақсадга мувофиқ. Бундай двигатель кичик нагрукчаларда тежамли ишлайди, ишлатилган газларнинг заҳарлилиги эса кам бўлади. Аланга билан ўт олдириладиган карбюраторли двигатель ёниш камерасининг схемаси 124-



124- расм. а) аланга билан ўт олдириш схемаси; б) аланга билан ўт олдириладиган двигательнинг асосий камерасида аланганинг тарқалиши:

1 — «юмшоқ» ишлайдиган камерада ( $d_c = 8$  мм); 2 — «қаттиқ» ишлайдиган камерада ( $d_c = 4$  мм);  $\alpha = 0,9$ .



расмла кўрсатилган. Ёнувчи аралашмани бундай усулда ёндириш профессор А. Н. Воинов томонидан СССР ФА химия-физика институтида ишлаб чиқилган. Бу двигателнинг ёниш камераси икки қисмга бўлинган. Ёниш камерасининг 5 процентини ташкил этувчи ёндош камера 1 га алоҳида карбюратор 6 дан махсус трубка бўйлаб клапан 3 орқали осон алангаланадиган қуюқ ( $\alpha = 0,7 \dots 0,8$ ) ёнувчи аралашма келади. Асосий камерага эса карбюратор 7 дан суюқ ( $\alpha = 1,4 \dots 1,8$ ) ёнувчи аралашма киритиш клапани 4 орқали келади. Бунда ёндириш свечаси 2 ёндош камерада жойлашган 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 ёнишни таъминлайди. Натижада ишлатилган газларда ис газы (СО) деярли бўлмайди.

## 2. Дизелларнинг ишлатилиши

Халқ хўжалигини ривожлантириш планларига мувофиқ ўнинчи беш йилликда кўплаб дизеллар ишлаб чиқариш мўлжалланган. Биргина ҚамАЗ комплекси 1980 йилда 250000 га яқин дизель ишлаб чиқарди. 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 таннарни икки барабар арзон;

2) иш муддати нисбатан катта, масалан, ЯМЗ двигателларининг моторресурси 10 12 минг мотосоат, яъни 350 400 минг км ни ташкил қилади;

3) ишлатилган газлардаги заҳарли компонентларнинг миқдори нисбатан кам;

4) дизелларда турли хил (бензин, керосин, газ конденсати ва ҳ. к.) ёнилғиларни ишлатиш мумкин.

Келажақда СССР да 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 дизель ишлатилади.

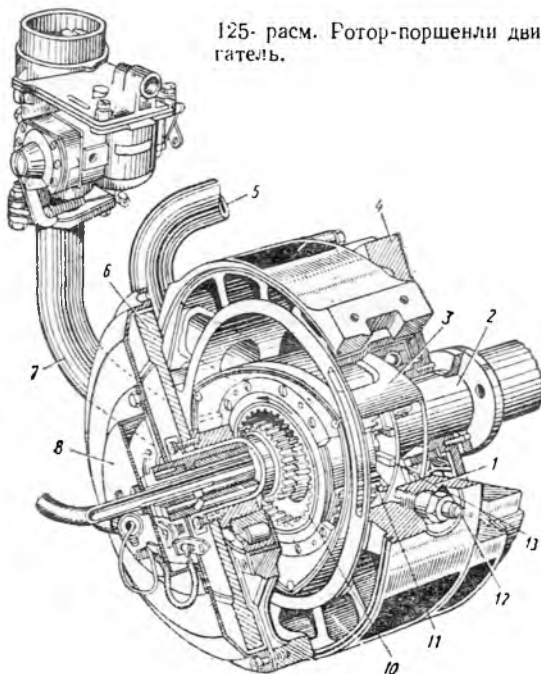
Дизеллар чет элларда, айниқса Англия, ГФР, Италия, Франция, АҚШ ва Японияда кенг кўламда ишлатилади. Бу мамлакатларда дизеллар ҳатто енгил машиналарга (асосан таксиларга) ҳам ўрнатилади. Бунга асосий сабаб бензин ёнилғисининг камлиги ва қимматлигидир.

### 1. Ротор-поршенли двигателлар

Поршенли ички ёнув двигателларининг камчиликларидан бири уларда қайтма-илгариланма ҳаракатнинг мавжудлиги ва бунинг натижасида ҳосил бўладиган инерция кучларини мувозанатлашнинг қийинлигидир. Ротор-поршенли двигателда бундай камчилик йўқ. Шу сабабли ўтган 10 йил ичида автомобиль двигателларининг янги тип, жумладан, ротор-поршенли двигателлар (РПД) ни ишлаб чиқариш кенгайди (ГФР ва Японияда).

Ротор-поршенли карбюраторли двигателнинг схемаси 125- расмда кўрсатилган. Двигателнинг циклоида шаклли бўшлиғи бўлган корпуси 1 бор.

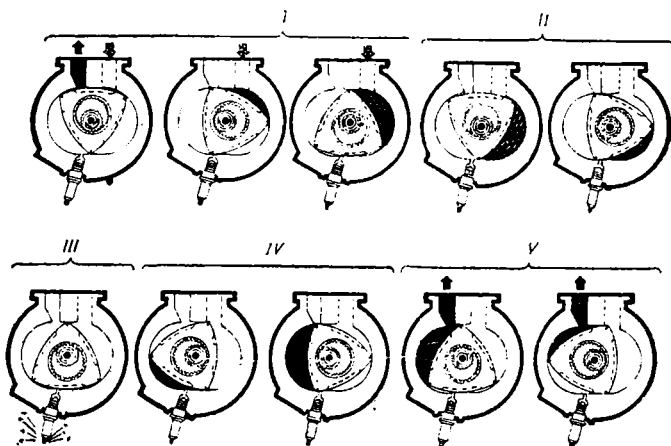
Корпуснинг бўшлиғи икки ён корпусларнинг текис юзалирига қўшилиб, иш бўшлиғини ҳосил қилади. Иш бўшлиғида қавариқ уч-бурчак шаклли ротор 3 (поршень) ҳаракат қилади. Ротор 3 билан бир ўқга цилиндрик шестерня 10 ўрнатилган. Бу шестернянинг ички тишлари корпуснинг қопқоғи 9 га маҳкамланган қўзғалмас шестерня билан тишлашган. Қўзғалмас шестерня эса роторга ўрнатилган эксцентрик вал 2 билан бир ўқда жойлашган. Эксцентрик валнинг ўқи иш бўшлиғининг марказидан ўтади. Ротор шестерняси тишлари сонининг қўзғалмас шестерня тишлари сонига нисбати 3:2 га тенг. Шунинг учун ротор қувват олиннадиган эксцентрик валдан 3 марта секин айланади.



125- расм. Ротор-поршенли двигателъ.

Двигателни ишга тушириш учун эксцентрик вални стартёр орқали ҳаракатга келтирилади ва ротор эксцентрик вал билан айлана бошлайди. Натижада ротор циклоида бўйлаб ҳаракат қилади, чунки роторнинг шестерняси қўзғалмас шестерняга илашади. Ротор ҳаракат қилганда унинг учала чўққиси корпуснинг циклоидасимон юзасига тегади ва бир-биридан ажралган учта кўчувчан ўроқсимон камера ҳосил қилади.

Ротор-поршенли тўрт тактли двигателнинг иш цикли 126- расмда кўрсатилган. Бу ерда I киритиш процесси; II сиқиш процесси; III иш



126- расм. Ротор-поршенли двигателнинг иш цикли.

аралашмасини свеча ёрдамида ёндириш; IV кенгайиш процесси; V ишлатилган газларни чиқариш процесси.

Ротор айланишда давом этганда, I ҳолат такрорланади, чиқариш тамом бўлиб, янги цикл бошланади. Роторнинг чўққилари орасида жойлашган бошқа камераларда ҳам ҳар  $120^\circ$  дан сўнг шунга ўхшаш тактлар бўлиб ўтади. Бундай двигателда роторнинг айланиши натижасида фақат марказдан қочирма инерция кучи ҳосил бўлади. Бу куч осонгина, валдаги иккита посанги билан мувозанатланади.

Ротор-поршенли двигатель ўртача эффектив босим, ёнилғининг тежамлилиги, литравий қувват каби параметрлар билан ҳозирги замон карбюраторли двигателларига яқин туради. Бу двигателлар поршенли двигателларга қараганда анча оддий тузилган бўлиб, унда фақат иккита деталь, яъни ротор ҳамда вал текис айланма ҳаракат қилади. Унинг массаси ва габарит ўлчамлари поршенли двигателликдан кичик ва ундан тўла мувозанатлашганлиги ҳамда тебранишларнинг йўқлиги билан фарқланади. РПД нинг асосий камчилиги роторнинг чўққиларига ўрнатилган ҳалқаларнинг тез ишдан чиқишидир. РПД нинг дизель типи ҳам ишлаб чиқарилган.

## 2. Газ турбинали двигателлар

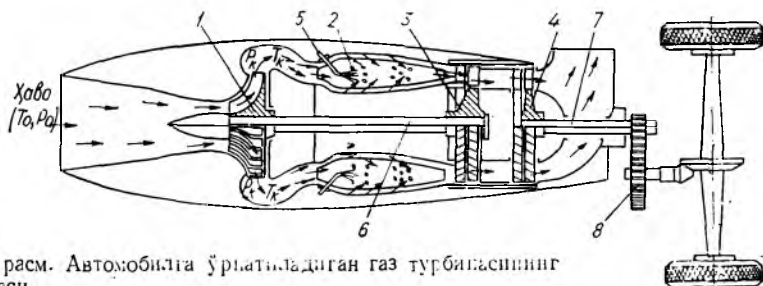
Кедажакда оғир (100 . 120 т) юк автомобилларга дизеллар ўрнатиш мўлжалланган. Бундай ички ёнув двигателларнинг габарит ўлчамлари жуда ҳам катта бўлади. Шу сабабли кейинги йилларда нисбатан ихчам турбинали двигателлар яратиш устида ишлар олиб борилаётганда.

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.

Автомобилга ўрнатиш учун мўлжалланган икки валли, газ турбинали двигателнинг схемаси 127-расмда кўрсатилган. У қуйидаги агрегатлардан ташкил топган: 1 — марказдан қочирма компрессор; 2 — ёниш камераси; 3 — компрессор-турбина; 4 — куч турбинаси; 5 — фор-



127- расм. Автомобилга ўрнатиладиган газ турбинасининг схемаси.

сунка; 6 — биринчи вал; 7 — иккинчи вал; 8 — редуктор. Бундан ташқари, у айланишлар частотаси регулятори, мой 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 двигатель дейилади.

Марказдан қочирма компрессор ҳаво босимини 3, 5 4 марта ошириб беради.

Ёниш маҳсулотлари компрессордан келаётган совуқ ҳаво билан совитилиб ( $900^\circ$  гача), турбинага узатилади. Ёниш камерасида ёниш процесси  $\alpha = 1,0$  1,5 қийматларда содир бўлса ҳам, ҳавонинг умумий сарфи нисбатан кўп бўлганлиги сабабли  $\alpha = 4$  6 га етади. Бу эса поршенли двигателлардагига қараганда анча кўп.

Турбиналар тайёрлаш учун вольфрам, молибден, никель қотишмалари ишлатилади.

Газ турбинали двигатель қуйидагича ишлайди. Компрессорнинг вали стартер ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Валнинг айланишлар частотаси кампи билан номинал айланишлар частотасининг 25 30% ини ташкил қилгандагина компрессор сиқилган ҳавони ёниш камерасига узата бошлайди. Бу пайтда форсунка орқали ёниш камерасига ёнилғи пуркалади. Сиқилган ёнувчи аралашма электр чўғлиниш свечаси ёрдамида ёндирилади. Бир текис ёниш зонаси ҳосил бўлгандан сўнг свеча ўчириб қўйилади, ёнилғининг кейинги улушлари эса ҳосил бўлган алангадан ёнади.

Ёниш маҳсулотлари ёниш камерасидан компрессорли турбинага ўтиб, кенгайди.

Ёниш маҳсулотлари турбинанинг куракчаларида кенгайди ва уни ҳаракатга келтиради. Бунда ҳосил бўлаган механикавий энергия автомобилни ҳаракатга келтириш учун сарф бўлади. Энергиясини

йўқотган газлар чиқариш трубази 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 айл/мин 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 механикавий ф. и. к. юқори бўлади, чунки унда вал подшипникларидаги ишқаланишдан бошқа ишқаланишлар йўқ, шунинг учун мойлаш системаси соддадир. Бу двигателларда ёнилғи узлуксиз узатилганидан ёнилғи бериш апаратураси содла тузилган.

Газ турбинали двигатель ўрнатилган автомобиль учун тишлашиш муфтаси керак бўлмайди, чунки двигателни ишга туширишда фақат компрессорнинг вали айлантрилади, тортиш турбинаси эса ҳаракат қилмайди. Шу сабабли турбинанинг тортиш характеристикаси жуда қулай. Автомобилнинг жойидан қўзғалишидаги буровчи моменти номинал режимлагидан 2 баравар катта бўлади. Натижада узатмалар қутисининг конструкцияси соддалашади ва ҳайдовчининг иши енгиллашади. Ҳайдовчи узатмаларни жуда кам улайди, двигателни эса фақат ёнилғи узатиш педалига таъсир қилиб бошқаради.

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 нагрузкаларда двигателнинг тежамлилиги кескин ёмонлашади;

— автомобильни двигатель билан тормозлаш мумкин эмас. Двигателнинг бу камчиликлари ҳозирда унинг конструкциясини мураккаблаштириш ҳисобига йўқотилмоқда.

## Иккинчи қисм

# АВТОМОБИЛНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАРИ НАЗАРИЯСИ

---

1606

### 60- §. ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАР НАЗАРИЯСИНING ТАРАҚҚИЁТИ

Автомобилнинг ҳаракат қонуниятларини биринчи бўлиб Н. Е. Жуковский «Автомобилнинг бурилишдаги ҳаракат назарияси»га бағишланган илмий иши билан бошлади. 1921 йилда «Автомобиль ва Автомотор илмий текшириш институти» ташкил этилиб, автомобильни тадқиқот қилиш ва синаш ишлари планли равишда йўлга қўйилди. Автомобиль назарисига оид асосий ишларни академик Е. А. Чудаков ёзган. У автомобильнинг ёнилғи сарфлаш тежамлилигини ва турғунлиги каби эксплуатацион хусусиятларини биринчи бўлиб ишлаб чиқди. Автомобилнинг ёнилғи сарфлаш тежамлилигини ривожлантиришда Б. С. Фалькевич, Н. К. Куликовнинг хизматлари катта. Я. М. Певзнернинг «Автомобилнинг турғунлиги назарияси» китоби шу соҳадаги илмий тадқиқотларга асос солган. Автомобилни тормозлаш масалаларини Н. А. Бухарин, А. Б. Гредескул, юриш равонлигини Р. В. Ротенберг, бурилишдаги ҳаракат масалаларини А. С. Литвинов тадқиқот этди, Я. Х. Закин эса автомобиль поездларининг эксплуатацион хусусиятларини мукамал ўрганди.

Маълумки, ҳар қандай назария тажриба билан чамбарчас боғлиқ бўлгандагина муваффақиятли ривожланади. Г. В. Крамаренко, Л. Л. Афанасьев, Д. П. Великанов ва В. А. Иларионовлар автомобиль назариясини реал шароитда қўллаш борасида тадқиқот ишлари олиб бормоқдалар.

### 61- §. АВТОМОБИЛНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАРИ

Автомобилнинг эксплуатацион хусусиятлари назарияси транспорт ҳаракат қонунлари ва эксплуатацион хусусиятларини ўрганувчи фан бўлиб назарий механика, механизм ва машиналар назарияси, материаллар қаршилиги каби курсларга асосланган.

Назарий изланишлар ва тажриба маълумотлари асосида автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларига таъсир этувчи факторлар аниқланиб, автомобиль конструкциясини янада такомиллаштириш йўллари топилди, шу билан бирга бу фан юк ташиш процессини оптимал ташкил этиш ва максимал иқтисодий эффект олиш масалаларини ҳам ҳал қилди.

Автомобилнинг эксплуатацион хусусиятлари назарияси уни ишла-тиш даврида автомобилдан эффе́ктив фойдаланиш усулларини ва кон-струкциясининг эксплуатацион талабларини қаноатлантириш даражасини характерлаб берали. Автомобилнинг эксплуатацион хусусиятла-рига тортиш ва тормозлаш динамикаси, ёнилғи сарфининг тежамли-лиги, бошқарилувчанлик, турғунлик, йўл тўсиқларидан ўта олиш ху-сусияти. юриш равонлиги, ҳаракат хавфсизлиги, пухталиги, ремонт қилишнинг осонлиги каби кўрсаткичлар киради.

Автомобилнинг динамикаси унинг юк ёки пассажирларни макси-мал ўртача тезлик билан ҳаракатланиб ташиш қобилиятидир. Автомо-билнинг динамикаси қанчалик яхши бўлса, унинг тезлигини ошириш қобилияти шунчалик юқори бўлади, ўртача ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса, юк ташиш учун шунча кам вақт сарф бўлади. Автомо-билнинг динамикаси унинг тортиш ва тормозлаш хусусиятларига боғлиқ бўлганлиги учун у тортиш ва тормозлаш динамикаларига бў-линади.

**Тортиш динамикаси** деб, автомобилнинг маълум эксплуатацион шароитда максимал ўртача тезлик билан ҳаракатланиш хусусиятига айтилади.

**Тормозлаш динамикаси** деб, автомобилнинг секинланиш ва эффе́к-тив тормозланиш қобилиятига айтилади.

**Ёнилғи сарфининг тежамлилиги** деб, автомобилда ёқилган ёнилғи энергиясидан рационал фойдаланиш хусусиятига айтилади. Ёнилғи ишлаб чиқариш учун кетган харажатлар кк ташиш таннархининг 16 — 20% ини ташкил этади, шунинг учун ёнилғи қанча кам сарф-ланса, автомобилдан фойдаланиш шунча арзонга тушади.

**Автомобилнинг бошқарилувчанлиги** деб, бошқарилувчи филдирак-ларнинг ҳолати ўзгариши билан автомобилнинг ўз ҳаракат йўнали-шини ўзгартириш хусусиятига айтилади. Автомобилнинг ҳаракат вақ-тидаги хавфсизлиги унинг бошқарилувчанлигига кўп жиҳатдан боғ-лиқ.

**Автомобилнинг турғунлиги** деб, уни ён томонга сирпанишга, аф-дарилишга ва сурилишга мажбур этувчи кучга қаршилиқ кўрсата олиши ҳамда ҳаракат траекториясини сақлай олиш қобилиятига ай-тилади. Турғунлик ҳам бошқа факторлар каби ҳаракат хавфсизлигини таъминлашда катта аҳамият касб этади.

**Йўл тўсиқларилан ўта олиш хусусияти** деб, автомобилнинг оғир йўл шароитларида ва йўлсиз жойларда (ботқоқлик, қор уюми ва ҳ. к.) етакчи филдиракларининг шатаксырамасдан (шатаксыраш — филдирак-нинг ўз жойида айланиб ҳаракатланиши), автомобиль тагининг эса нотекисликларга тегмасдан ўта олиш қобилиятига айтилади. Бу экс-плуатацион хусусият айниқса қишлоқ хўжалигида, ўрмон саноатида, қурилишларда ва карьерларда ишловчи автомобиллар учун тааллуқ-лидир.

**Юриш равонлиги** деб, автомобилнинг нотекис йўлдан кузовни ортиқ-ча тебрантирмасдан ҳаракатланишига айтилади. Автомобилнинг юриш равонлиги ўртача ҳаракат тезлигига, юкнинг шикастланмасдан ман-зилга етказилишига, автомобилда юришнинг қулайлигига, ҳайдовчи ва пассажирларнинг чарчашига катта таъсир кўрсатади.

Автомобилнинг пухталиги деб, унинг агрегат, узел, деталларининг иш жараёнида бузилмасдан, синмасдан ишлаш қобилиятига айтилади. Пухталик ҳаракат хавфсизлигини таъминлашда катта аҳамиятга эга.

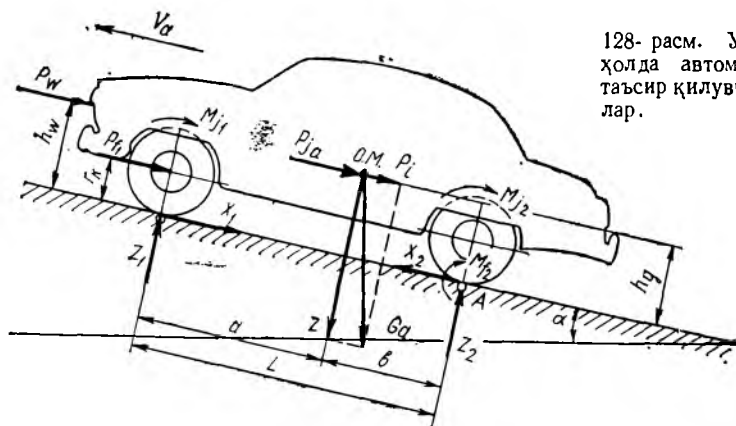
Ремонт қилишнинг осонлиги автомобиль агрегатлари ва узеллари бузилгандан уларни тезликда яна иш бажара оладиган ҳолга қайтаришга мосланганлигини кўрсатади. Бу эксплуатацион хусусият автомобилни лойиҳалаш вақтида ҳисобга олиниши керак, у автомобилнинг иш унумдорлигини оширишда катта роль ўйнайди.

11 б о б

## ҲАРАКАТДАГИ АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧ ВА МОМЕНТЛАР

62- §. АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР

Автомобиль ҳар хил кучлар таъсирида ҳаракатга келади. Бу кучларни икки гурпуага бўлиш мумкин: автомобилни ҳаракатлантирувчи кучлар; унинг ҳаракатига қаршилик кўрсатувчи кучлар. Умумий ҳолда, автомобилга таъсир этувчи кучлар 128-расмда кўрсатилган.



128- расм. Умумий ҳолда автомобилга таъсир қилувчи кучлар.

Тортиш кучи  $P_k$  ҳаракатлантирувчи куч бўлиб, етакчи ғилдиракларга узатилади. Бу куч двигателдан олиниб, етакчи ғилдиракнинг ерга ишқаланиши натижасида вужудга келади.

Автомобилнинг ҳаракатига қаршилик кучлари:

$P_i$  — айланма-илгарилама ҳаракатга қаршилик кучи;

$P_t$  — баландликка чиқишга қаршилик кучи;

$P_w$  — ҳавонинг қаршилик кучи;

$P_{ja}$  — автомобилнинг тезланишига қаршилик (инерция) кучи.

$P_i$  куч ғилдиракнинг айланма-илгарилама ҳаракатига қаршилик моментининг шу ғилдирак радиусига бўлинганига тенг. Айланма-илга-

рилама ҳаракатга қаршилик кучи ҳар бир ғилдиракда пайдо бўлади ва қулайлик учун қийматлари тенг деб қабул қилинади.

Автомобилнинг баландликка чиқишига қаршилик кучи  $P_i$  унинг оғирлик марказига қўйилган ва автомобиль оғирлиги  $G_a$  нинг ташкил этувчиси каби аниқланади.

Инерция кучи  $P_{ja}$  автомобилнинг нотекис ҳаракати натижасида ҳосил бўлади.

Ҳавонинг қаршилик кучи  $P_w$  йўл текислигидан  $h_w$  баландликка қўйилган. Бу куч таъсир этувчи нуқта автомобилнинг елканлик маркази дейилади.

### 63- §. ТРАНСМИССИЯДА ҚУВВАТНИНГ ИСРОФ БЎЛИШИ

Маълумки, двигатель қуввати етакчи ғилдиракларга тишлашиш механизмлари, узатмалар қутиси, карданли узатма, бош узатма, ярим ўқлар ёрдамида узатилади. Қувватнинг бир қисми агрегатлардаги шестернялар тишларининг ишқаланишига, подшипниклар, кардан шарнирлари, шестерняларнинг мойга ишқаланишига ва уни пуркашга сарф бўлади. Шундай экан, двигатель қувватининг бир қисми етакчи ғилдиракларга ўтказилгунча исроф бўлади. Қувватнинг исроф бўлган қисми трансмиссиянинг фойдали иш коэффициентини  $\eta_T$  (ф. и. к.) орқали қуйидагича ифодаланади:

$$\eta_T = \frac{N_k}{N_d} = \frac{N_d - N_{тр}}{N_d} = 1 - \frac{N_{тр}}{N_d}$$

ёки

$$\eta_T = 1 - \frac{M_{тр}}{M_d};$$

$N_{тр}$ ,  $M_{тр}$  — қувват ва моментнинг трансмиссияда исроф бўлган қисми;  
 $N_d$ ,  $M_d$  — двигательнинг эффектив қуввати ва momenti;  
 $N_k$  — етакчи ғилдиракдаги қувват.

Қувватнинг шестерня, подшипник, кардан шарнири ва бошқа ишқаланувчи деталларда исроф бўлган қисми узатилган моментга тўғри пропорционал бўлиб, шу деталларнинг аниқ ишланиши ва йиғилишига боғлиқ. Агрегатлар қартерларидаги мойни пуркаш учун сарфланган қувват ёки момент  $M_{x.x}$  деталларнинг бурчак тезлиги, мойнинг ҳажми ва қовушоқлигига боғлиқ. Момент  $M_{x.x}$  нинг абсолют қиймати тажриба йўли билан аниқланади. Агар бундай қийматлар бўлмаса, уларни 4X2 типдаги автомобиллар учун қуйидаги эмпирик формуладан аниқлаш мумкин:

$$M_{x.x} = (2 + 0,09 \cdot v_a) \cdot G_a \cdot r \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \cdot \text{м};$$

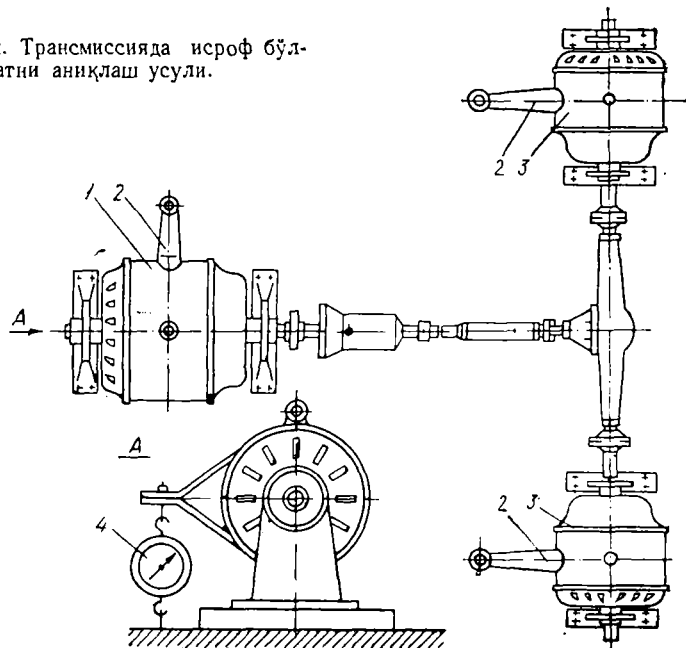
$v_a$  — автомобилнинг тезлиги;

$r$  — ғилдирак радиуси.

4X4 типдаги автомобиль учун  $M_{x.x}$  нинг бу қиймати 1,5 2 марта, 6X6 типдаги автомобиль учун эса 2 3 марта кўп бўлади.

Трансмиссияда исроф бўлган қувватни аниқлаш стенди 129- расм-  
да кўрсатилган. Автомобиль трансмиссиясига двигатель ўрнига балан-  
ирли электр двигатель 1, яримўқларга эса етакчи гилдирақлар ўрни-  
га балансирли электр тормозлар 3 уланади. Электр двигатель ва  
электр тормоз корпуслари ричаг 2 ёрдамида динамометрлар 4 га ула-  
нади. Электр тормозлар двигателга етарли миқдорда нағрузка бера-

129- расм. Трансмиссияда исроф бўл-  
ган қувватни аниқлаш усули.



олади. Трансмиссия электр двигатель ёрдамида айлантирилиб, барча  
электр двигателлар якорларининг бурчак тезлиги ва буровчи момент-  
лари аниқланади. Электр двигатель ва электр тормозлар қувватлари-  
нинг айирмаси  $N_d - N_T$  трансмиссияда исроф бўлган  $N_{тр}$  қувватни  
беради. Агар автомобиль тортиш кучи таъсирида ҳаракатланса, транс-  
миссияда исроф бўлган қувват механикавий ф. и. к. орқали, двига-  
тель узилган ҳолда ёки двигатель тормозлаш режимида ҳаракат қи-  
лса, бу қувват исроф бўлган қувватнинг абсолют қиймати билан ба-  
ҳоланади.

Баъзи типдаги автомобиллар учун механикавий ф. и. к. нинг қий-  
матлари 15- жадвалда берилган.

15- ж а д в а л

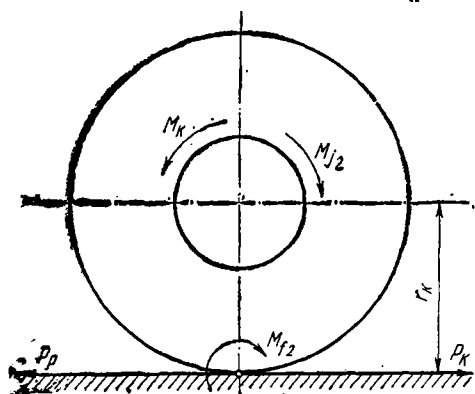
Автомобиллар	$\eta_T$
4X2 типдаги енгил автомобиллар	0,90 ... 0,92
4X2 типдаги юк машиналари ва автобуслар	0,85 ... 0,88
4X4, 6X6 типдаги юк машиналари	0,82 ... 0,85

## 64- §. АВТОМОБИЛНИНГ ТОРТИШ КУЧИ

Тортиш кучи  $P_k$  яримўқларга келтирилган буровчи моментнинг текис айланаётган етакчи ғилдиракли радиусига нисбати билан аниқланади.  $P_k$  уринма куч бўлиб, автомобилнинг ҳаракатига тескари йўналган. Шундай экан, автомобилни қандай куч ҳаракатга келтиради деган савол туғилади.

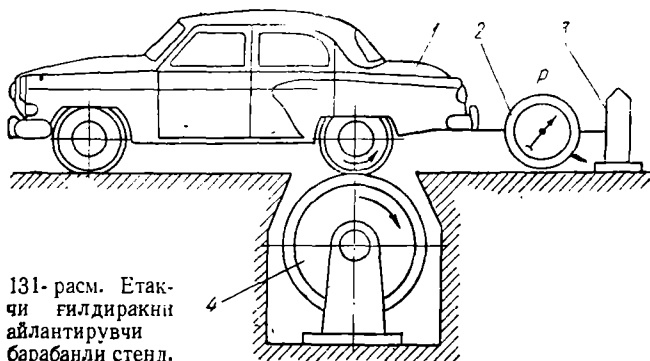
Ҳар қандай механикавий ҳаракат жисм ва йўл ўртасидаги ишқаланиш кучи туфайли содир бўлади. Ғилдирак йўлга  $P_k$  куч билан таъсир этар экан,  $P_p$  акс таъсир куч ҳосил бўлади (130-расм):

$$P_k = -P_p. \quad (1)$$



130- расм. Ғилдиракдаги тортиш кучи.

Демак,  $P_p$  реакция кучи автомобилни илгариларга ҳаракатга келтирувчи кучдир.  $P_k$  шартли равишда тортиш кучи деб аталади. Тортиш кучини аниқлаш стенди 131-расмда кўрсатилган. Автомобиль 1 етакчи ғилдираклари барабан 4 ли стенда ўрнатилади. Автомобилнинг орқа қисми трос ёрдамида динамометр 2 орқали қўзғалмас устун 3 га маҳкамланади ва двигатель карбюраторининг дроссель-заслонкаси тўла очиқ ҳолда ишлатилади. Гидравлик ёки электр тормоз ёрдамида барабаннинг айланишига қаршилик ҳосил қилиниб, унинг текис айланишига эришилади. Агар ғилдираклар барабан устида айланаётганида энергиянинг ишқаланишига нисбатан бўлишини ҳисобга олнимаса, динамометр кўрсатаётган  $P$  куч уринма  $P_k$  кучга тенг бўлади. Автомобиль етакчи ғилдирагининг айланишлар частотаси  $n_k$  ва радиуси  $r_k$  маълум бўлса, унинг йўлдаги ҳаракат тезлиги қуйидагича аниқланади:



131- расм. Етакчи ғилдиракни айлантурувчи барабанли стенд.



$$v_a = \frac{\pi \cdot n_k \cdot r_k}{30}, \text{ м/с;}$$

ёки

$$v_a = 0,377 \frac{n_d \cdot r_k}{i_{кп} \cdot i_d \cdot i_o}, \text{ км/соат;} \quad (2)$$

$n_d$  — двигатель тирсакли валининг айланишлар частотаси;

$i_{кп}$  — узатмалар қутисининг узатиш сони;

$i_o$  — бош узатманинг узатиш сони;

$i_d$  — ёрдамчи қутининг узатиш сони;

$r_k$  — айланма-илгарилама ҳаракатдаги ғилдирак радиуси;

$n_k$  — ғилдиракнинг айланишлар частотаси.

Тортиш кучининг экспериментал қийматлари бўлмаса, у тезлик характеристикасидан қуйидагича аниқланади:

$$P_k = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_d \cdot i_{кп} \cdot i_d \cdot i_o \cdot \eta_T}{r_k}. \quad (3)$$

Ҳар хил узатмаларда тортиш кучи қийматларининг тезлик билан боғланиш графиги *автомобилнинг тортиш характеристикаси* графиги дейилади. Бу графикни қуриш учун двигательнинг тезлик характеристикасидан тирсакли валнинг изланган айланишлар частотаси учун (8—10 нуқта)  $M_d$  қийматларини ҳамда ҳар бир узатма қўшилгандаги шу айланишлар частоталарига мос автомобиль тезликлари  $v_{a1}, v_{a2}, v_{a3}, \dots$  ни (2) формуладан аниқланади. Ҳар бир узатма учун аниқланган тезликларга мос бўлган тортиш кучи қийматлари  $P_{k1}, P_{k2}, P_{k3}, \dots$  (3) формуладан аниқланади. Натижада  $P_k = f(v_a)$  функциянинг графиги 132-расмда кўрсатилгандек қурилади. Эгри чизиқлар сони узатмалар сонига тенг.

Маълумки, автомобиль кўп вақт ўзгарувчан (тезланувчан ёки секинланувчан) ҳаракатда бўлади. Бу вақтда тортиш кучини (3) ифода орқали аниқлаш нотўғри бўлади, чунки унинг қиймати айланувчи деталлар (маховик, шестернялар, валлар, олдинги ва кетинги ғилдираклар) массаси (инерцияси) таъсир қилади. Етакчи ғилдиракка узатилган  $M_o$  момент тезланиш билан ҳаракат қилган даврда кичик массалар (шестернялар, валлар) ҳисобга олинмаса ва  $\eta_T = const$  дейилса,  $J_m \cdot E_m$  ва  $J_k \cdot E_k$  инерцион моментлар ҳисобига камаяди, яъни:



132-расм. Автомобилнинг тортиш кучи ва тезлиги ўртасидаги боғланиш графиги.

$$M_o = (M_d - J_m \cdot E_m) \cdot i_{тр} \cdot \eta_{т} - J_k \cdot E_k \quad (4)$$

Агар

$$E_k = \frac{j_a}{r_k} \text{ ва } E_m = E_k \cdot i_{тр} = \frac{j_a \cdot i_{тр}}{r_k}$$

эканлиги ҳисобга олинса, (4) тенгламанинг чап ва ўнг томонини  $r_k$  га бўлиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$P_o = P_k - \frac{J_m \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр} + J_k}{r_k^2} \cdot j_a; \quad (5)$$

$J_m, J_k$  — маховик ва филдиракнинг инерция моменти;

$E_m, E_k$  — маховик ва филдиракнинг бурчакли тезлашиши;

$j_a$  — автомобилнинг чизиқли тезлашиши.

Топилган  $P_o$  куч етакчи филдираклардаги уринма куч бўлиб, автомобиль тезланиш билан ҳаракатланганда маховик ва филдиракларни тезлантиришга кетган энергия ҳисобига камайтирилади. Автомобиль секинланиш билан ҳаракатланганда (яъни  $j < 0$ ) тезланишда йиғилган энергия автомобилнинг ҳаракатланишига саф бўлади.

### 65- §. Филдирак радиуслари

Автомобилнинг тортиш кучини аниқлашда филдиракларнинг радиуси маълум бўлиши зарур. Радиусни аниқлаш методи шинага таъсир этувчи кучларнинг таъсирига қараб уч хил бўлади.

1. **Статик радиус  $r_{ст}$**  аниқланганда шина дамланган бўлиб, унга вертикал оғирлик кучи таъсир этади ва филдиракнинг марказидан егача бўлган масофа билан ёки қуйидаги формуладан топилади:

$$r_{ст} = \frac{d}{2} + B \lambda_s; \quad (6)$$

$\lambda_s$  — филдиракнинг вертикал эластиклик коэффициенти;

$B$  — шинанинг эни.

Стандарт шиналар учун  $\lambda_s = 0,8 \quad 0,9$ ; пештоқли шиналар учун  $\lambda_s = 0,75 \quad 0,8$ .

2. **Динамик радиус  $r_d$** , филдиракка куч ва моментлар таъсир этаётганда ўлчанган оний радиус бўлиб, амалий масалаларни ечишда бу параметрдан фойдаланиш ноқулай. Динамик радиусни аниқлаш катта экспериментлар ўтказишни талаб этади. Шу сабабли кундалик ҳисоблашлар учун филдираш радиуси  $r_k$  қабул қилинган.

3. **Филдираш радиуси  $r_k$**  деб, шартли равишда деформацияланмайдиган ва шатаксырмайдиган филдирак радиусига айтилади. Бундай филдиракни реал автомобилга ўрнатилганда унинг чизиқли ва бурчак тезликларини эластик филдиракнинг чизиқли ва бурчак тезликларига тенг бўлиши керак. Юқоридаги таърифга кўра  $r_k \approx r_d$ . Аввалда  $r \approx r_{ст}$  деб қабул қилинса, катта хато бўлмайди.

→Тишлашиш кучи  $P_\phi$  ғилдирак билан йўлнинг ўзаро таъсири натижа-сида ҳосил бўлиб, улар ўртасидаги ишқаланишни ҳамда шина элементларининг йўл билан тишлашишини ҳисобга олади.

Демак, тишлашиш кучи ғилдиракнинг йўлга нисбатан сирпанишига қаршилиқ қилиб, унинг илгарилама ҳаракатини таъминлайди. Ҳамма ғилдираклари етакчи бўлган автомобиль учун:

$$P_\phi = Z \cdot \phi = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \phi; \quad (7)$$

фақат олдинги ғилдираклари етакчи бўлган автомобиль учун:

$$P_{\phi_1} = Z_1 \cdot \phi = G_1 \cos \alpha \cdot \phi; \quad (8)$$

фақат кетинги ғилдираклари етакчи бўлган автомобиль учун:

$$P_{\phi_2} = Z_2 \cdot \phi = G_2 \cdot \cos \alpha \cdot \phi; \quad (9)$$

бу ерда:

$\alpha$  — йўлнинг бўйлама қиялиги;

$G_1, G_2$  — автомобилнинг олдинги ва кетинги ўқларига тушган оғирлик кучлари;

$\phi$  — тишлашиш коэффициентини;

$Z, Z_1, Z_2$  — йўлнинг ғилдиракларга кўрсатувчи нормал реакциялари;

$P_\phi$  — ғилдираклар билан йўл ўртасидаги тишлашиш кучи.

Тишлашиш коэффициентини  $\phi$  физикавий маъноси бўйича механикада қабул қилинган ишқаланиш коэффициентини ифодалайди ва шинанинг йўл сирти билан механикавий тишлашишини ҳисобга олади.

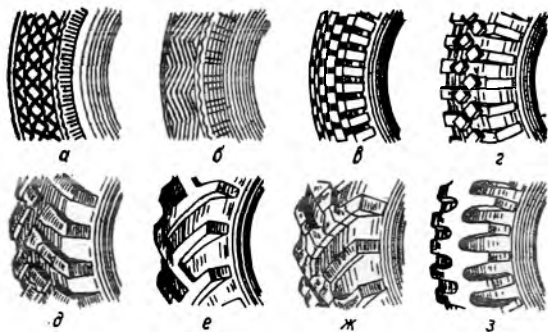
Тишлашиш коэффициентини махсус динамометрик аравани тормозлаганда уни динамометрик трос ёрдамида шатакка олиш йўли билан аниқланади. Тормозланган аравани судраш учун сарфланган  $P$  куч ва арава оғирлиги  $G$  аниқлангач,  $\phi$  қуйидагича топилади

$$\phi = \frac{P}{G}$$

Тишлашиш коэффициентининг қиймати йўлнинг ва грунтнинг ҳолатига, шина протекторининг шаклига, шинанинг ички босимига, ғилдиракка тушган оғирлик кучи ва ҳоказоларга боғлиқ. Қаттиқ йўлларда тишлашиш коэффициентининг қиймати шина билан йўл ўртасидаги ишқаланишга ҳамда йўл устининг микронотекислигига боғлиқ. Йўл усти намланган бўлса, сув ва тупроқнинг зарраларидан лой пардаси ҳосил бўлиб, тишлашиш коэффициенти қиймати камаяди. Шина йўл устида сирпаниб, контакт сиртга элементар гидродинамик кучлар ҳосил бўлса, суюқ ишқаланиш содир бўлиб, тишлашиш коэффициенти минимал қийматгача камаяди.

Деформацияланадиган йўлда тишлашиш коэффициентининг қиймати тупроқнинг силжишига кўрсатадиган қаршилигига ва ички ишқаланишига боғлиқ.

Тишлашиш коэффициенти қийматининг катта-кичиклигига шина протекторининг расми (нақши) ҳам таъсир этади. Енгил автомобиллар-



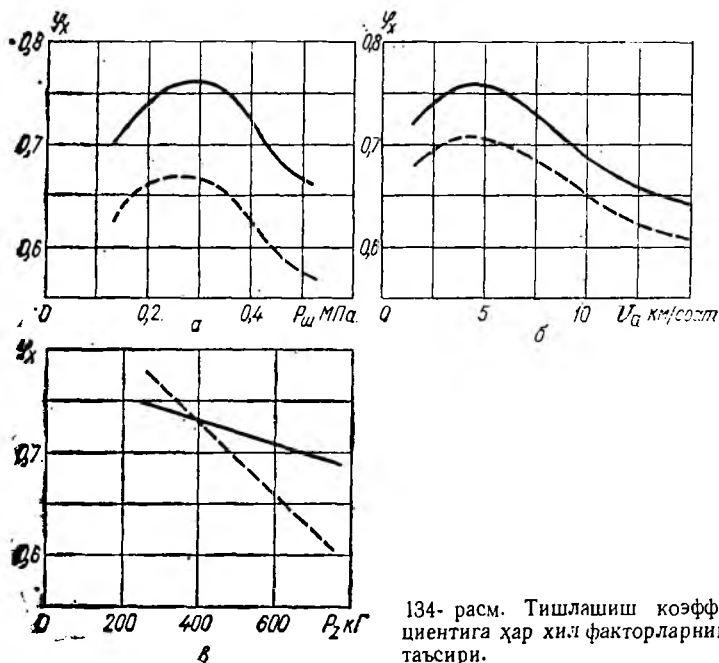
133- расм. Шина протекторининг расмлари:

а, б — енгил автомобиллар учун; в — з юк автомобиллари учун.

катта таъсир кўрсатади. 134-расмда турли йўл шароитлари учун  $\varphi$  нинг графиги тасвирланган (туташ чизиклар қуруқ, узук чизиклар эса ҳўл асфальт-бетон йўлга тааллуқлидир). Шинадаги ички босим  $P_{ш}$  нинг ошиши натижада (134-расм, а) тишлашиш коэффициентини аввал ошади, кейин эса камайиб боради.  $\varphi$  нинг максимал қиймати шу шина учун тавсия этилган босимга тўғри келади. Ҳаракат тезлиги ошиши билан (134-расм, б) тишлашиш коэффициентининг қиймати

нинг шинаси майда наъшли бўлгани учун қаттиқ йўлларда яхши тишлашади. Юк автомобилларида шина протектори (133-расм) йирик наъшли бўлгани учун автомобилнинг йўл тўсиқларидан ўта олиш қобилияти ошади. Эксплуатация даврида протектор ейилади ва шинанинг тишлашиш қобилияти камаёди.

Тишлашиш коэффициентининг қийматиға эксплуатацион факторлар



134- расм. Тишлашиш коэффициентига ҳар хил факторларнинг таъсири.

аввал ошади, кейин бир текис камайиб боради.  $\varphi$  нинг максимал қиймати 3—7 км/соат тезликка тўғри келади.

Тишлашиш коэффициенти билан вертикал куч ўртасидаги муносабат тўғри чизиққа яқин бўлиб, (134-расм, в) оғирлик ошиши билан  $\varphi$  нинг қиймати камаяди. Амалий ҳисобда  $\varphi$  нинг 16-жадвалда келтирилган ўрта қийматларидан фойдаланилади.

16-жадвал

Йўлнинг тури ва ҳолати	Тишлашиш коэффициенти	Йўлнинг тури ва ҳолати	Тишлашиш коэффициенти
ҳамма типдаги қаттиқ йўллар:		текис муз...	0,05...0,15
қуруқ ва тоза...	0,6...0,8	тупроқли йўл:	
ҳўл ва ифлос...	0,3...0,5	куруқ...	0,5...0,6
кор билан қопланган...	0,2...0,4	намланган...	0,3...0,4
музлаган...	0,15...0,3	баҳор пайтида...	0,15...0,3
		қум:	
		куруқ...	0,2...0,3
		намланган...	0,4...0,5
		сочиллаган	
		кор	0,1...0,2

Шина ва йўлнинг тишлашиши ҳаракат хавфсизлиги учун катта аҳамиятга эга. Тишлашиш коэффициентининг етарли бўлмаслиги кўпинча аварияларга сабаб бўлади. Статистика маълумотларига кўра автомобиль-йўл бахтсиз ҳодисаларининг 16 проценти йилнинг намгарчилик даврига тўғри келади, яъни ташлашиш коэффициентининг кичиклиги натижасида содир бўлади. Автомобиль доимий ҳаракат қилиши учун унинг тортмиш кучи билан йўлнинг жами қаршилиқ кучи  $P_{\psi}$  ўртасида қуйидаги тенгсизлик мавжуд бўлиши керак:

$$P_k \geq P_{\psi} \quad (10)$$

Лекин бу шартнинг бажарилиши автомобилни ҳаракат қилиши учун етарли эмас, чунки ғилдирак билан йўл ўртасида тишлашиш кучи ҳам мавжуд бўлиши керак, яъни

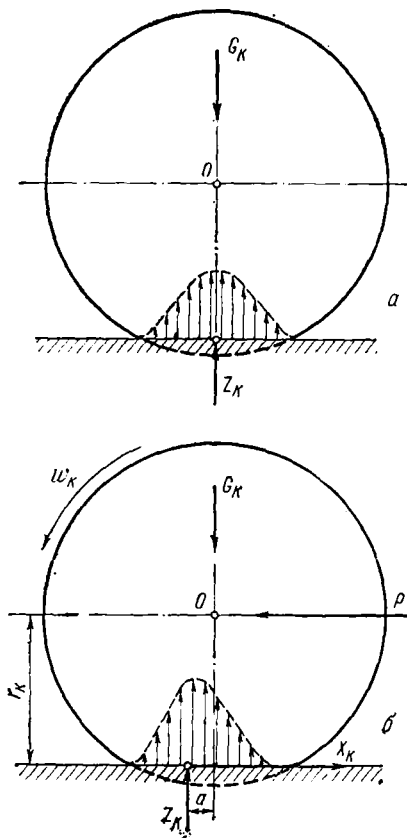
$$P_k \leq P_{\psi} \quad (11)$$

Демак, автомобиль сирпанмасдан, шатаксырамасдан ҳаракатланиши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$P_{\psi} \geq P_k \geq P_{\psi} \quad (12)$$

#### 67-§. ҒИЛДИРАКНИНГ АЙЛАНМА-ИЛГАРИЛАМА ҲАРАКАТИГА (ҒИЛДИРАШИГА) ҚАРШИЛИК КУЧИ

Масалани ҳал этишни соддалаштириш учун эластик ғилдирак деформацияланмайдиган йўлда ҳаракат қилади, яъни йўлнинг деформацияси ғилдирак деформациясига нисбатан ҳисобга олмаслик даражада кичик деб ҳисобланади. Ғилдирак айланиб ҳаракат қилганда унинг эластик шинаси деформацияланиб, йўлнинг маълум юзасига таъсир



135- расм. Айланма-илгариллама ҳаракат қилаётган (б) ва ҳаракатланмаётган (а) ғилдираклар.

қилади. Йўл эса акс таъсир кўрсатиб, элементар кучлар билан қаршилиқ қилади. Контакт юзасидаги элементар кучларнинг тенг таъсир этувчиси, йўлнинг ғилдиракка реакцияси  $z_k$  билан белгиланади. Шундай қилиб, йўл ғилдиракнинг ҳаракатига қаршилиқ кўрсатади. Бу қаршилиқ шинанинг йўлда ғилдираш гистерезисига, ғилдирак изини ҳосил қилишга, шинанинг йўлга ишқаланишига, ғилдирак гупчагидаги подшинниклар қаршилиги ва ғилдиракнинг айланишига, ҳавонинг қаршилигини енгишга сарфланган энергиядир.

135- расм, а да кўрсатилганидек, ғилдиракка  $G_k$  оғирлик кучи таъсир этсин, лекин илгариллама ҳаракатда бўлмасин ( $v_k = 0$ ,  $\omega_k = 0$ ) деб фараз қиламиз. Шинанинг деформацияланиши натижасида ҳосил бўлган реакция  $z_k$  ғилдирак симметрия ўқи бўйлаб  $G_k$  га қарама-қарши йўналади. Агар ғилдирак оғирлик кучи  $G_k$  ва итарувчи куч  $P$  таъсирида ҳаракат қилса, элементар реакцияларнинг тенг таъсир этувчиси  $z_k$  симметрия ўқидан  $a$  масофага ҳаракат йўналиши бўйлаб силжийди (135- расм, б).

Ғилдиракка таъсир этувчи кучларнинг  $O$  нуқтага нисбатан мувозанатлик шарти қуйидагича бўлади:

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$z_k \cdot a - X_k \cdot r_k = 0$$

$$X_k = z_k \cdot \frac{a}{r_k}$$

$X_k$  реакцияси ғилдиракнинг ғилдирашига қаршилиқ кучи бўлиб,  $P_{I_k}$  билан белгиланади.

$$P_{I_k} = z_k \cdot \frac{a}{r_k} \quad (13)$$

$P_{I_k}$  кучининг  $z_k$  га ёки  $a$  нинг  $r_k$  га нисбати айланма-илгариллама ҳаракатга (ғилдирашига) қаршилиқ коэффициентини  $f$  деб аталади ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$f = \frac{P_{fк}}{z_k} \text{ ёки } f = \frac{a}{z_k}.$$

Ғилдирашга қаршилиқ кучи ҳамма ғилдиракларда тенг десак, у умумий ҳолда автомобиль учун қуйидагича ёзилади:

$$P_f = z \cdot f \text{ ёки } P_f = G_a \cdot f \cos \alpha \quad (14)$$

Ғилдирашга қаршилиқ коэффициентининг йўлнинг ҳолати, шинанинг конструкцияси (корд қатлами, корд ипларининг сони ва ҳ. к.), шинанинг техникавий ҳолати, автомобилнинг тезлиги, шинадаги босим ва автомобиль ғилдирагининг ёнаки сирпанишига боғлиқдир.

Ғилдирашга қаршилиқ коэффициентининг қийматини 50 — 60 км/соат тезликкача ўзгармас деса бўлади. Тезликнинг ошиши натижасида шинанинг контакт юзасидаги эзилган қисми ўз ҳолига қайтишга улгурмайди, шинадаги ички ишқаланишнинг қиймати ва  $f$  нинг қиймати ошади. Бу коэффициент қуйидагича аниқланади:

$$f = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{v_a^2}{20000} \right) \quad (15)$$

$f_0$  — автомобиль кичик (50 — 60 км/соат) тезликда ҳаракатлангандаги ғилдирашга қаршилиқ коэффициентини (17-жадвал).

17-жадвал

Йўлнинг тури	$f_0 \left( v < 50 \frac{\text{км}}{\text{соат}} \right)$	$f$ (ўртача қиймати)
Асфальг-бетон ёки цемент-бетон:		
энг яхши ҳолатда	0,012	0,012...0,018
қониқарли ҳолатда	0,018	0,018...0,020
тош ётқизилган йўл	0,03	0,03...0,04
шағал ётқизилган йўл	0,04	0,04...0,07
тупроқ йўл:		
шибаланган, қуруқ	—	0,03...0,05
ёмғирдан сўнг	—	0,05...0,15
қум	—	0,10...0,30
шибаланган кор	—	0,07...0,10

Шинадаги босимнинг камайиши  $f$  коэффициентининг ортишига сабаб бўлади. Ғилдирак орқали тортувчи момент узатилганда шина тангенциал йўналишда деформацияланганлиги учун  $f$  бир оз ошади. Ғилдирак оғганда ёки ёнаки сирпаниб ғилдираганда шинанинг кўндаланг деформацияланиши сабабли  $f$  нинг қиймати катталашади.

Ғилдиракнинг оғиш бурчаги билан  $f$  коэффициентини тўғри пропорционал боғланган.

Ғилдирашга қаршилиқ коэффициентини тажриба йўли билан аниқлаш учун тортувчи автомобиль динамометрик аравани динамометр орқали шатакка олади. Тажрибада автомобиль тезлиги 10 — 12 км/соат бўлганлиги учун ҳаво қаршилиги ҳисобга олинмайди. Динамометр кўрсатган куч:  $P_f = G \cdot f$ . Бу тенгликдан  $f$  ни аниқлаш мумкин.

Гилдирашга қаршилик коэффицентини автомобиль инерция билан ҳаракатланаётган даврда ҳам аниқлаш мумкин, чунки автомобиль кичик тезликда ҳаракатланганда унинг кинетик энергияси фақат гилдирашга қаршиликни енгишга сарфланади. Маълум интервалдаги тезликда автомобилнинг ўтган йўли ёки вақти  $T$  маълум бўлса, йўлнинг жами қаршилик коэффиценти  $\psi = \frac{v_a}{34 \cdot T}$  бўлади.

Автомобиль тепаликка юрганда  $\psi_1 = f + i$ , пастликка юрганда эса  $\psi_2 = f - i$  бўлади. Бу ерда  $i$  — йўлнинг қиялиги.

Демак,  $f = 0,5 (\psi_1 + \psi_2)$ .

Автомобилнинг гилдирашга қаршиликни енгиш учун сарфланган қуввати қуйидагига тенг.

$$N_f = \frac{P_f \cdot v_a}{270} = \frac{G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot v_a}{270}, \text{ о. к.} \quad (16)$$

#### 68-§. АВТОМОБИЛНИНГ БАЛАНДЛИККА ЧИҚИШГА ҚАРШИЛИК КУЧИ ВА ЙЎЛНИНГ ЖАМИ ҚАРШИЛИК КУЧИ

Автомобиль йўллари асосан баландлик ва пастликлардан иборат бўлиб, йўлнинг қиялиги қуйидагича ифодаланади:

$$i = tg \alpha;$$

$\alpha$  — йўлнинг горизонтал текислик билан ҳосил қилган бурчаги.

Баландликка чиқувчи автомобилнинг оғирлиги  $G_a$  икки ташкил этувчидан (128-расмга қаранг), яъни йўлга параллел  $G_a \cdot \sin \alpha$  ва перпендикуляр  $G_a \cos \alpha$  кучлардан иборат. Автомобилнинг ба андликка чиқишга қаршилик кучи  $P_i$  қуйидагича аниқланади:

$$P_i = G_a \cdot \sin \alpha. \quad (17)$$

Автомобиль баландликка чиқаётганида  $P_i$  куч автомобиль ҳаракатига қаршилик кўрсатувчи, пастликка тушаётганида эса уни илгарига итарувчи куч бўлади. Демак, қиялик  $i$  автомобиль баландликка ҳаракатланганда мусбат, пастликка ҳаракатланганда эса манфий деб қабул қилинади.

Гилдиракнинг горизонтал йўлда ва баландликка чиқишдаги гилдирашга қаршилиги биргаликда йўлнинг ҳолати, типи ва қиялигини ифодалайди. Бу қаршилик кучлари йиғиндиси йўлнинг жами қаршилик кучи  $P_\psi$  ни ташкил этади:

$$P_\psi = P_f + P_i = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = G_a (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

Агар йўлнинг умумий қаршилик коэффиценти  $\psi = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha$  деб қабул қилинса,  $P_\psi$  қуйидагига тенг бўлади:

$$P_\psi = G_a \cdot \psi. \quad (18)$$

Автомобилнинг баландликка чиқишга қаршилик кучини енгишга сарфланган қувват  $N_i$  ва жами қаршиликни енгишга сарфланган қувват  $N_\psi$  қуйидагича ҳисобланади:

$$N_i = \frac{P_i \cdot v_a}{270} = \frac{G_a \cdot v_a \cdot \sin \alpha}{270}; \quad N_\psi = \frac{P_\psi \cdot v_a}{270} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot v_a}{270}; \text{ о. к.} \quad (19)$$



Автомобилнинг ҳаракатига ҳаво ҳам қаршилик қилади, уни енгиш учун двигатель қувватининг бир қисми сарф бўлади. Агар шамол автомобиль ҳаракати йўналишига қарши йўналган бўлса, ҳаво қаршилиги яна ҳам катталашади. Ҳавонинг автомобилга қаршилиги қуйидаги сабаблардан келиб чиқади.

1) ҳаракат даврида автомобилнинг орқа ва олд қисмида ҳаво босимининг ҳар хиллиги натижасида пештоқда ҳосил бўладиган қаршилик умумий қаршиликнинг 55 — 60 % ини ташкил этади;

2) автомобилнинг қаноти, зинапояси, номери ва бошқаларнинг қаршилиги (12 — 18 % ни ташкил этади);

3) ҳавонинг радиатор орқали капот тагидан ўтиб кўрсатадиган қаршилиги (10 — 15 % ни ташкил этади);

4) автомобиль кузовининг ҳавога ишқаланиш қаршилиги (8—10 % ни ташкил этади);

5) автомобилнинг кўри ва пастки қисмидаги босимнинг ҳар хиллиги туфайли содир бўладиган қаршилик (5 — 8 % ни ташкил этади).

Ҳавонинг қаршилик кучи автомобилнинг ҳар хил нуқталарига тушганлиги сабабли уни аниқ ҳисоблаш қийин. Таъсир этувчи элементар қаршилик кучларининг тенг таъсир этувчиси автомобилга ҳавонинг қаршилик кучи  $P_w$  деб аталади.  $P_w$  куч қўйилган нуқтани елканлик маркази дейилади. Бу нуқта йўл текислигидан  $h_w$  баландликда бўлади.

Автомобилга ҳавонинг қаршилик кучи қуйидаги эмпирик формуладан топилади:

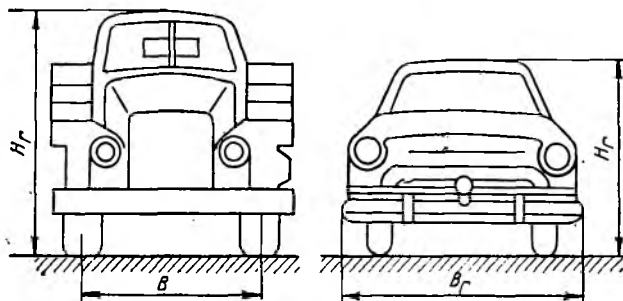
$$P_w = \frac{K \cdot F \cdot v_a^2}{13} \quad (20)$$

бу ерда  $K$  — ҳаво қаршилигини енгиш коэффициенти;

$F$  — автомобилнинг олд юзасидан қаралгандаги юзи.

Демак, ҳавонинг тезлиги  $v_a$  унинг қаршилик кучига катта таъсир кўрсатади. Агар  $v_a \leq 30 - 40$  км/соат бўлса, формулада  $v_a$  биринчи даражада олинади,  $150 - 180 \geq v_a \geq 30 - 40$  км/соат бўлса,  $v_a^2$  ва  $v_a > 180$  км/соат бўлса,  $v_a^3$  бўлади.

Ҳаво қаршилигини енгиш коэффициенти  $K$  1 м/с тезлик билан ҳаракатланувчи автомобилнинг 1 м<sup>2</sup> юзасига ҳавонинг қаршилик кучи билан аниқланади.



136- расм. Автомобилларнинг олд юзасидан қаралгандаги майдони.

Автомобилнинг олд юзасидан қаралгандаги юзи  $F$  деб, автомобилнинг бўйлама ўқига перпендикуляр текисликка туширилган проекциясига айтилади. Бу юзани аниқлаш мураккаб бўлганидан унинг қиймати юк машиналари ва автобуслар учун қуйидагича ҳисобланади (136-расм):

$$F = B \cdot H_{\Gamma}, \text{ м}^2;$$

енгил автомобиллар учун эса

$$F = 0,78 \cdot B_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}; \text{ м}^2;$$

бу ерда:  $H_{\Gamma}$  — автомобилнинг баландлиги;

$B$  — икки филдирак орасидаги масофа (колеяси);

$B_{\Gamma}$  — автомобилнинг эни.

$W = K \cdot F$  ифода ҳаво қаршилигини енгиш фактори дейилади.

Автомобилга ҳавонинг қаршилиқ кучини аниқлашда зарур бўлган коэффициент қийматлари 18-жадвалда берилган.

18-жадвал

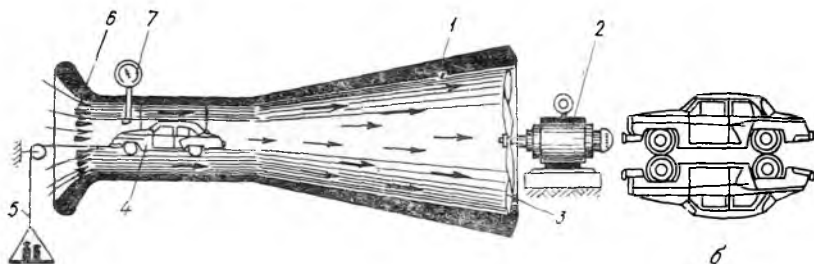
Автомобиллар	$K, \frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$	$F, \text{ м}^2$	$W, \frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^2}$
Енгил машиналар:			
ёпиқ кузовли	0,02 — 0,035	1,6 — 2,8	0,03 — 0,10
очиқ кузовли	0,04 — 0,05	1,5 — 2,0	0,06 — 0,1
юк машиналар	0,06 — 0,07	3,0 — 5,0	0,18 — 0,35
вагон типидagi кузовли			
автобуслар	0,025 — 0,04	4,5 — 6,5	0,11 — 0,26
пойга машиналари	0,013 — 0,016	1,0 — 1,3	0,013 — 0,020

Ҳаво қаршилигини енгиш коэффициенти  $K$  вибег методи (автомобилнинг етакчи филдирагига куч таъсир этмагандаги, яъни узатмалар қутиси нейтрал ҳолда бўлгандаги ҳаракати) ёки аэродинамик трубада автомобиль ёхуд унинг моделини пуфлаш (137-расм, а) билан аниқланади.

Аэродинамик трубада тажриба ўтказиш учун унинг ичида автомобиль ёки унинг модели 4 осиб қўйилади. Трубанинг ичига ўрнатилган вентилятор 3 ҳавони йўналтирувчи панжара 6 орқали ҳайдаб, осиб қўйилган моделга тўғрилайди. Ҳаво оқини моделини  $P_{\text{о}}$  куч билан ўрнидан қўзғатишга ҳаракат қилади. Тарози 5 куч  $P_{\text{о}}$  ни, анемометр 7 эса ҳавонинг тезлиги  $v_a$  ни аниқлайди. Бу маълумотлар бўйича  $K$  нинг қиймати топилади.

Аэродинамик трубада ҳақиқий катталиқдаги автомобиль пуфланса, жуда катта ўлчамли труба, вентилятор ва двигатель керак бўлади.

Шунинг учун аэродинамик трубада автомобилнинг  $\frac{1}{5}$  —  $\frac{1}{10}$  қисми катталигидаги модели пуфланади.



137- расм. Автомобилнинг аэродинамикасини синаш:

а — аэродинамик труба схемаси, б — автомобиль моделларининг аэродинамик трубада жойлашиши.

Аэродинамик трубада автомобиль моделига ҳаво оқими ҳар томондан, йўл шароитида эса автомобилнинг асосан устки ва ён томонларидан таъсир этади. Шу сабабли трубада битта автомобилни пуфланганда аниқланган  $K$  нинг қиймати ҳақиқий коэффициентдан кичик бўлади. Бу камчиликни йўқотиш учун тажриба симметрик жойлаштирилган иккита модель ёрдамида ўтказилади (137-расм, б).

Ҳаво қаршичилигини енгиш учун автомобиль сарфлаган қувват қуйидагича аниқланади:

$$N_{\text{ш}} = \frac{P_{\text{ш}} \cdot v_{\text{а}}}{270} = \frac{K \cdot F \cdot v_{\text{а}}^3}{3500}, \text{ о. к.} \quad (21)$$

#### 70- §. АВТОМОБИЛНИНГ ТЕЗЛАНИШИГА ҚАРШИЛИК КУЧИ (ИНЕРЦИЯ КУЧИ)

Автомобиль фақат илгарилама ҳаракат қилувчи (кузов, кабина, юк) ва айланма ҳаракатланувчи (филдирак, маховик, тирсакли вал; шестерня ва валлар) массалардан иборат бўлгани учун унинг ўзгарувчан ҳаракатида ҳосил бўлган инерция кучи  $P_{I_a}$  қуйидагича топилади:

$$P_{I_a} = P_{I_{\text{п}}} + P_{I_{\text{в}}}; \quad (22)$$

$P_{I_{\text{п}}}$  — илгарилама ҳаракатланувчи массаларнинг инерция кучи, Н;

$P_{I_{\text{в}}}$  — айланма ҳаракатланувчи массаларнинг инерция кучи, Н.

Илгарилама ҳаракатланувчи массанинг инерция кучи:

$$P_{I_{\text{п}}} = m \cdot j_a,$$

автомобиль учун,  $m = \frac{G_a}{g}$ , яъни  $P_{I_{\text{п}}} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a$ , Н;

бу ерда  $g$  — жисмнинг эркин тушиш тезланиши,

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$m$  — автомобилнинг массаси;

$j_a$  — автомобилнинг чизиқли тезланиши.

Айланма ҳаракатланувчи массалар инерцияси:

$$P_{I_B} = \frac{j_a}{r_k^2} \cdot (\mathcal{J}_d \cdot \eta_r \cdot i_{TP}^2 + \mathcal{J}_k)$$

(22) тенгламанинг қийматларини ўрнига қўйсак:

$$\begin{aligned} P_{I_a} = P_{I_n} + P_{I_B} &= \frac{G_a}{g} \cdot j_a + \mathcal{J}_d \cdot \eta_r \cdot \frac{j_a}{r_k^2} \cdot i_0^2 \cdot i_{кп}^2 + \mathcal{J}_k \cdot \frac{j_a}{r_k^2} = \\ &= \frac{G_a}{g} \cdot j_a \left[ 1 + \mathcal{J}_d \cdot \eta_r \cdot \frac{g \cdot i_0^2 \cdot i_{кп}^2}{G_a \cdot r_k^2} + \mathcal{J}_k \cdot \frac{g}{G_a \cdot r_k^2} \right]; \end{aligned} \quad (23)$$

агар

$$\delta_{вр} = 1 + \mathcal{J}_d \cdot \eta_r \cdot \frac{g \cdot i_0^2 \cdot i_{кп}^2}{G_a \cdot r_k^2} + \mathcal{J}_k \cdot \frac{g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (24)$$

деб олинса,  $P_{I_a} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a \cdot \delta_{вр}$  бўлади; (25)

бу ерда  $\mathcal{J}_d$  — двигателнинг инерция моменти;

$\delta_{вр}$  — айланиб ҳаракатланувчи массалар инерция кучининг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициентини;

$\mathcal{J}_k$  — ғилдиракнинг инерция моменти.

Коэффициент  $\delta_{вр}$  автомобиль тезланиш ёки секинланиш билан ҳаракат қилаётганда сарфланган энергияни унинг ҳамма қисмлари фақат илгарилама ҳаракат қилади деб фараз қилингандаги энергиядан қанча катта (ёки кичик) эканлигини билдиради. Автомобиль тезланиш билан ҳаракатланаётган бўлса, унинг етакчи ғилдирагига узатилган куч текис ҳаракат қилганда сарфланган кучдан катта бўлиши керак. Чунки ортиқча сарфланган куч айланма ҳаракатланувчи ва бошқа массаларнинг инерциясини енгишга сарфланади. Агар

$$\sigma_1 = \mathcal{J}_d \cdot \eta_r \cdot \frac{g \cdot i_0^2}{G_a \cdot r_k^2}$$

ва

$$\sigma_2 = \mathcal{J}_k \cdot \frac{g}{G_a \cdot r_k^2}$$

деб белгиласак, (24) формула қуйидагича ёзилади:  $\delta_{вр} = 1 + \sigma_1 \cdot i_{кп}^2 + \sigma_2$ .

Амалда қўллаш учун коэффициентлар қийматларининг ҳамма автомобильлар учун ўртача қийматлари (0,02; 0,05) аниқланган.

#### 71-§. ЙЎЛНИНГ НОРМАЛ РЕАКЦИЯЛАРИ

Горизонтал йўлда тинч турган автомобилда оғирлик кучи  $G_a$  таъсирида  $\mathfrak{z}_1$  ва  $\mathfrak{z}_2$  реакциялари ҳосил бўлиб, уларнинг мувозанат шarti  $\Sigma M_B = 0$  бўлади (138-расм):

$$z_1 \cdot L - G_a \cdot b = 0$$

$$z_1 = \frac{G_a \cdot b}{L}$$

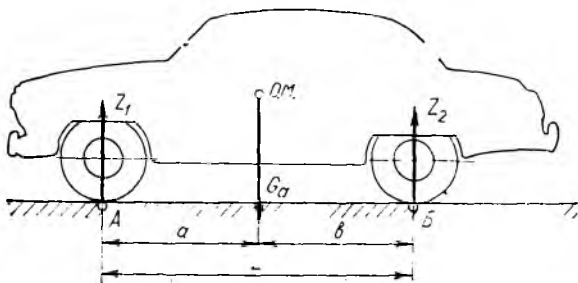
Агар гилдирак эзилганда энергиянинг бир қисми йўқолишини ҳисобга олмасак, у ҳолда

$$z_1 \approx G_1 = \frac{G_a \cdot b}{L}, \quad (26)$$

шунга ўхшаш,

$$z_2 \approx G_2 = \frac{G_a \cdot a}{L} \text{ бўлади.} \quad (27)$$

Автомобиль, умумий ҳол учун, ҳамма куч ва моментлар таъсирида тезланиш билан баландликка ҳаракат қилсин (128-расм). Натижада унинг гилдирагига таъсир этувчи йўлнинг нормал реакциялари



138-расм. Горизонтал йўлда ҳаракатсиз турган автомобилга таъсир килувчи куч ва реакциялар.

$z_1$  ва  $z_2$  ўзгаради, чунки автомобиль кузови двигателдан етакчи ўққа узатилган момент, гилдиракларнинг инерция моменти, гилдирашга қаршилиқ ва бошқалар таъс риди кўндаланг ўққа нисбатан тебранади. Ҳаракат вақтидаги нормал реакцияларни аниқлашда кузов ва ўқлар маҳкам бириктирилган, инерцион моментлар жуда кичик  $M_{i_1} = M_{i_2} = 0$  деб фараз қилинади.

Автомобилнинг кетинги ўқига таъсир этувчи кучлар моментининг мувозанатлик тенгламаси:

$$z_1 L + M_{i_1} + M_{i_2} + P_w \cdot h_w + P_{ja} h_d + P_i \cdot h_d - z \cdot b = 0.$$

$$z_1 = \frac{z \cdot b}{L} - \frac{M_i + P_w \cdot h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_d}{L};$$

ёки

$$z_1 = \frac{G_a \cdot b \cdot \cos \alpha}{L} - \frac{P_f \cdot r_k + P_w \cdot h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_d}{L} \quad (28)$$

Маълумки,  $M_{i_1} + M_{i_2} = M_i = P_f \cdot r_k$ .

Шунга ўхшаш

$$z_2 = \frac{G_a \cdot a \cdot \cos \alpha}{L} + \frac{P_f r_k + P_w h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_d}{L}. \quad (29)$$

Тенгламалардан кўриниб турибдики, автомобиль ҳаракатланаётган вақтда йўлнинг олдинги ғилдиракдаги реакцияси камаяди, кетинги ғилдиракдагиси эса йўлнинг оғиш бурчаги  $\alpha$ , автомобилнинг тезланиши ва қаршилиқ кучларининг ошиши билан ортади.

Автомобиль ҳаракатланаётган вақтда реакция кучлари  $\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2$  нинг статик ҳолатидаги  $G_1, G_2$  оғирликларга нисбатан неча марта катталигини қайта тақсимланиш коэффициентлари  $m_1, m_2$  орқали аниқлаш мумкин:

$$m_1 = \frac{\mathfrak{z}_1}{G_1}; \quad m_2 = \frac{\mathfrak{z}_2}{G_2}. \quad (30)$$

Автомобиль тезланиш билан ҳаракатланаётган вақтда бу коэффициентларнинг максимал қийматлари қуйидагича бўлади:

олдинги ўқ учун  $m_1 = 0,65 - 0,7$ ;

кетинги ўқ учун  $m_2 = 1,2 - 1,35$ .

Автомобилнинг тормозланиши вақтида тескари процесс содир бўлиб, олдинги ўқда йўлнинг реакцияси ортади, кетинги ўқда эса камаяди.

## 72-§. АВТОМОБИЛНИНГ ҲАРАКАТ ТЕНГЛАМАСИ ВА УНИ ЕЧИШ УСУЛЛАРИ

Автомобилнинг ҳаракат тенгламаси тортиш динамикасидаги асосий тенглама ҳисобланади. Бу тенглама автомобилнинг ҳаракат хусусиятларини аниқлаб, ҳаракатлантирувчи ва қаршилиқ кучларини бир-бири билан боғлайди.

Автомобиль динамикасининг имкониятлари двигатель қуввати ва тишлашиш кучи билан чекланади, бу ҳолда бошқа эксплуатацион хусусиятлар киритган чекланишлар ҳисобга олинмайди.

Автомобилнинг ҳар хил режимда ҳаракат қилишига таъсир қилувчи кучларга ва уларнинг йўналишига тезликнинг ўзгариш характери сабаб бўлади. Натижада автомобиль тортиш кучи таъсирида, тортиш кучи таъсир этмаганда эса тормозлаш кучи таъсирида ҳаракат қилиши мумкин.

Бу режимларнинг ҳар бирида автомобиль текис, тезланувчан ёки секинланувчан ҳаракат қилиши мумкин. Автомобиль юқорига тезланиш билан ҳаракатланаётган вақтда унга таъсир этувчи куч ва моментлар 128-расмда кўрсатилган. Энди ҳамма кучларнинг йўл сатҳига проекциясини аниқлаймиз:

$$X_2 - X_1 - P_{1a} - P_1 - P_w = 0; \quad (31)$$

бу ерда:  $x_1, x_2$  — олдинги ва кетинги ўқлардаги уринма реакциялар. Олинган тенглама автомобилнинг ҳаракат тенгламаси дейилди. Бу тенгламани ечиб автомобиль динамикасининг кўрсаткичларини, масалан, горизонтал йўлда эришиши мумкин бўлган максимал тезлик ва шунга мос динамик факторни, юқори ва пастки узатмаларда энгиш мумкин бўлган йўлнинг умумий қаршилигини ва бошқаларни аниқлаш мумкин.

Ҳаракат тенгламасидаги кучларни тезлик билан боғловчи аниқ формулалар йўқлиги сабабли бу тенглама умумий кўринишда ечимга эга эмас.

Автомобилнинг ҳаракат тенгламаси кучлар баланси ва унинг графиги, моментлар баланси ва унинг графиги, динамик характеристика ва паспорт графиклар каби хусусий усуллар билан ечилади.

## II бобга доир масалалар

1. Двигателнинг қуввати  $N_d = 25$  кВт бўлиб, автомобиль трансмиссиясида қаршиликларни енгиш учун унинг  $N_{тр} = 3$  кВт қисми сарфланади. Трансмиссиянинг ф.и.к.  $\eta_r$  ни аниқланг.

Ечиш:

$$\eta_r = 1 - \frac{N_{тр}}{N_d} = 1 - \frac{3}{25} = 1 - 0,12 = 0,88$$

2. Автомобилнинг етакчи ғилдирагига узатилган қувват 82 кВт бўлиб, трансмиссиянинг ф.и.к. 0,9 бўлса, двигателнинг қувватини аниқланг.

Жавоб:  $N_d = 91$  кВт.

3. Автомобиль тўғри узатмада ҳаракатланаётганида двигателдаги буровчи момент 20 Н·м бўлиб, ғилдирак радиуси 0,32 м; трансмиссиянинг ф.и.к. 0,9; асосий узатманинг узатиш сони 4. Ғилдиракдаги тортувчи кучни аниқланг.

Жавоб:  $P_k = 225$  Н.

4. Автомобиль  $0,8$  м/с<sup>2</sup> тезланиш билан ҳаракатланади. Радиуси 0,34 м бўлган ғилдиракнинг бурчак тезланишини аниқланг.

Жавоб:  $\epsilon_k = 23,5 \frac{\text{радиан}}{\text{с}^2}$

5. Ғилдиракнинг ғилдирашига қаршилик кучи 950 Н, автомобильнинг умумий оғирлиги 45400 Н. Ғилдирашга қаршилик коэффициентини аниқланг.

Жавоб:  $f = 0,0210$ .

6. Автомобилнинг олд юзасидан қарагандаги юзи  $1,5$  м<sup>2</sup>, ҳаво қаршилигини енгиш коэффициенти  $0,4 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$ , тезлиги 90 км/соат. Ҳавонинг қаршилик кучини аниқланг.

Жавоб:  $P_w = 375$  Н.

7. Оғирлиги 28000 Н бўлган автомобиль  $0,42$  м/с<sup>2</sup> тезланиш билан тўғри узатмада ҳаракатланади. Автомобилнинг тезланишига қаршилик кучини аниқланг.

Жавоб:  $P_{ja} = 1300$  Н.

## III БОБ

### АВТОМОБИЛНИНГ ТОРТИШ ДИНАМИКАСИ

#### 73-§. АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР БАЛАНСИ ВА УНИНГ ГРАФИГИ

Автомобилнинг ҳаракат тенгламасидаги етакчи ғилдирак уринма реакцияси  $X_2$  нинг ўзгарувчан ҳаракат учун қиймати:

$$X_2 = P_k - \frac{\mathcal{J}_m \cdot \eta_r \cdot i_{гр}^2 + \mathcal{J}_k}{r_k^2} \cdot j_a - P_{I_2}$$

Олдинги гилдирак етакчи бўлмаганда  $i_{тp} = 0$ ;  $P_k = 0$ ,  $X_1 = -$   
 $-\left(\frac{\gamma_k}{r_k^2} j_a + P_{f_1}\right)$ .  $X_2, X_1$  қийматлар автомобилнинг ҳаракат тенглама-

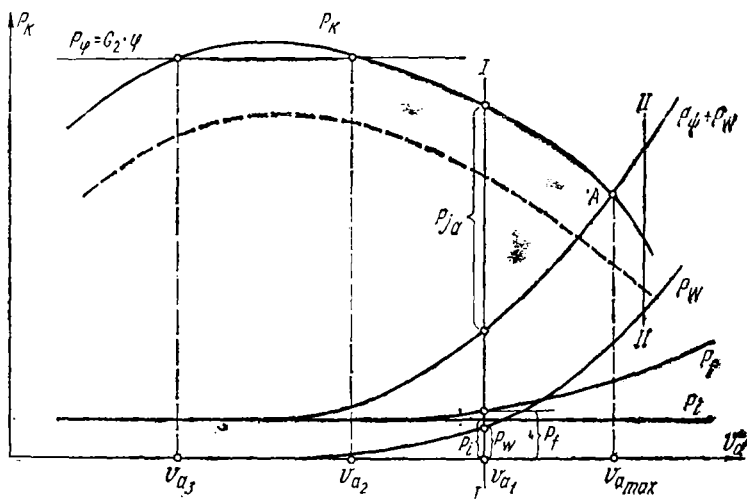
сига қўйилса ва  $P_{f_1} + P_{f_2} = P_f$  ни ҳисобга олиб, баъзи бир ўзгариш-

лар киритилса, *кучлар баланси тенгламаси* қуйидагича ёзилади:

$$P_k - P_i - P_f - P_{j_a} - P_w = 0 \text{ ёки}$$

$$P_k = P_i + P_f + P_{j_a} + P_w. \quad (32)$$

Бу тенглама *кучлар (тортиш) баланси* тенгламаси дейлиб, гра-  
 фиги 139-расмда кўрсатилганидек тасвирланади. Бу графикда  $P_k$  нинг  
 бир узатма учун ўзгариш чизиғи кўрсатилган. (32) тенгламанинг  
 ўнг томонидаги функцияларнинг қийматлари графикда кўрсатилади.



139-расм. Автомобилнинг кучлар баланси графиги.

Ҳосил бўлган чизиқлар график усулда қўшилса,  $P_{\psi} + P_w$  чизиғи ҳо-  
 сил бўлади. Унинг  $P_k$  чизиғи билан кесишган нуқтаси (A нуқта)  
 автомобилнинг максимал тезлик қийматини кўрсатади,  $P_{j_a}$  ординатаси  
 эса тортиш кучининг сарфланмаган қисми бўлиб, автомобилга тезла-  
 ниш бериш учун зарур.

Кучлар баланси графиги автомобиль текис ҳаракатининг динамик  
 кўрсаткичларини аниқлаш учун керак. Максимал тезлик  $P_k$  ва  
 $P_{\psi} + P_w$  чизиқлари кесишиш нуқтасининг абсциссаси билан аниқла-  
 нади. Бу вақтда запас тортиш кучи бўлмайди ва тезланиш ҳам нол-  
 га тенг. Агар  $P_k$  чизиғи умумий қаршилик чизиғидан пастда, яъни  
 $P_k < P_{\psi} + P_w$  бўлса (II—II кесим), автомобиль фақат секинланиш  
 билан ҳаракат қилади.



Автомобиль  $v_{a_1}$  тезлик билан ҳаракатланаётганда  $P_i$  нинг қийматини топиш учун унинг ординатаси масштабга кўпайтирилади. Бошқа кучлар қиймати ҳам шундай аниқланади.

Кучлар баланси графиги ёрдамида етакчи филдиракнинг шатаксирамаслик хоссасини текшириш мумкин. Тишлашиш коэффициентининг бирор қиймати учун  $P_\phi = G_2 \cdot \phi$  топилиб, 139-расмда кўрсатилганидек горизонтал чизик ўтказилади.  $P_k < P_\phi$  шарт  $v_{a_2}$  тезлигидан катта, лекин  $v_{a_2}$  тезлигидан кичик қийматларда бажарилади ва бунда филдирак шатаксирамасдан ҳаракатланади.  $v_{a_2} - v_{a_1}$  диапазонда  $P_k > P_\phi$  бўлгани учун етакчи филдирак шатаксираб ҳаракатланади. Агар  $P_k = P_\phi$  бўлса, яъни контрол нуқталар  $v_{a_2}$  ва  $v_{a_1}$  тезликларга тўғри келса, автомобиль нотурғун ҳаракатда бўлади. Агар автомобиль  $P_\phi$  тишлашиш кучига эга бўлиб, унга пастки узатмалар қўшилса,  $P_k \gg P_\phi$  бўлгани учун автомобиль ҳаракатланиш хусусиятини йўқотади. 139-расмда кўрсатилган узатма тезликнинг ҳамма диапазонда ҳаракат қилиши учун дроссел-заслонкани бир оз ёпиб  $P_k$  нинг қийматини камайтириш керак.

Автомобилнинг ҳаракат тенгламасида ҳамма кучлар шартли равишда мусбат қийматда олинган. Аслида, ҳаракатнинг характерига қараб (тезланиш, секинланиш, баландликка ёки пастликка ҳаракатланиш)  $P_i$ ,  $P_{ja}$  кучлар автомобиль ҳаракатига ёки ёрдам бериши ёхуд қаршилиқ қилиши мумкин. Шунинг учун автомобиль тезланиш билан баландликка ҳаракатланса  $+P_i + P_{ja}$ , секинланиш билан пастликка ҳаракатланса,  $-P_i, -P_{ja}$  деб олинади.

#### 74-§. АВТОМОБИЛГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР ҚУВВАТИНИНГ БАЛАНСИ ВА УЛАРНИНГ ГРАФИГИ

Автомобилнинг динамик хусусиятларини анализ қилиш ва унинг кўрсаткичларини аниқлаш учун етакчи филдиракка Серилган тортиш қуввати ҳаракатланишга қаршилиқларни енгиш учун зарур бўлган қувват билан таққосланади. Кучлар баланси тенгламасига ўхшаш қувватлар баланси тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$N_k = N_i + N_f + N_{ja} + N_w$$

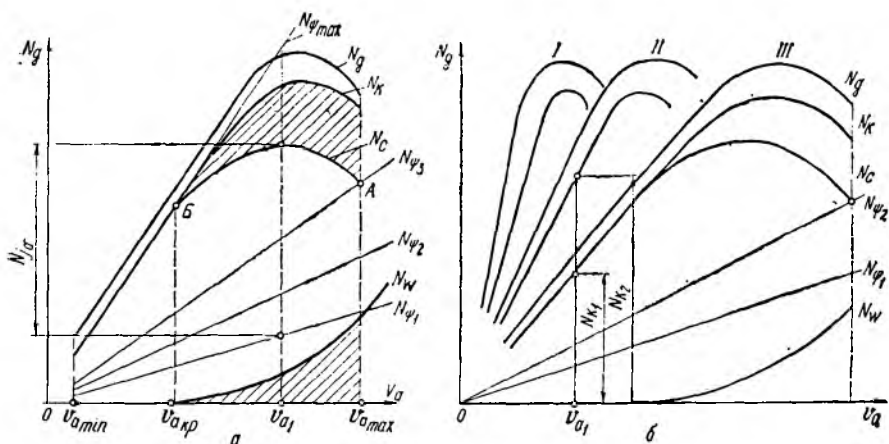
ёки

$$N_d = \frac{N_k}{\eta_r} = \frac{N_i}{\eta_r} + \frac{N_f}{\eta_r} + \frac{N_{ja}}{\eta_r} + \frac{N_w}{\eta_r}. \quad (33)$$

Тенгламани ёйиб ёзсак, қуйидаги кўринишга келади:

$$N_k = \frac{G_a \cdot v_a \cdot \sin \alpha}{270} + \frac{G_a \cdot v_a \cdot f \cos \alpha}{270} + \frac{Wv_a^3}{3500} + \frac{G_a \cdot v_a \delta_{вп} \cdot j_a}{270 g}.$$

Аввал (33) тенгламанинг график ечимини автомобиль бирор узатмада ҳаракатланаётган ҳол учун кўриб чиқамиз.  $N_d - v_a$  координаталар системасида двигатель эффектив қувватининг  $N_d$  графигини қу-



140- расм. Автомобилнинг қувватлар баланси графиги.

рамиз (140- расм, а). Агар  $N_d$  нинг қийматидан трансмиссиясидаги қаршилиқни енгшига сарфланган қувват  $N_{тр}$  нинг қийматини олиб ташланса, етакчи ғилдиракдаги қувват  $N_k$  келиб чиқади.  $N_{тр}$  нинг қиймати тажриба йўли билан аниқланади ёки формула орқали ҳисобланади. Графикнинг пастки қисмида  $N_w = f(v_a)$  ва  $N_{\psi} = f(v_a)$  чизиқлар кўрсатилади.  $N_{\psi} = f(v_a)$  нинг графигини чизишда  $f = const$  деб фараз қилинади. Сарфланмаган қувват  $N_c = N_k - N_w$  ҳисобланиб, у йўл қаршилиқини енгшиш ва автомобильга тезланиш бериш учун сарфланади.  $N_{\psi}$  ва  $N_c$  графигининг чизиқлари кесишган А нуқтада автомобиль максимал тезликка эришади.  $N_{\psi}$  нинг қийматини ошириб борилса,  $N_c$  га уринма бўлган Б нуқтани топиш мумкин. Бу нуқтада автомобиль критик  $v_{акр}$  тезликка эга бўлади. Бундан ташқари, график ёрдамида ҳар бир қаршилиқни енгшиш учун сарфланган қувватни аниқлаш мумкин. Қувватлар балансининг графиги ҳамма узатмалар учун қурилса, узатмалар сонига қараб чизиқлар кўпаяди (140- расм, б). Бу расмдан кўриниб турибдики, автомобиль бир хил йўлдан ҳар хил узатмада ҳаракатланганда двигатель қувватининг ишлатилиш режими ҳар хил бўлади ва у двигатель қувватидан фойдаланиш даражаси  $I$  билан аниқланади.

*Двигатель қувватидан фойдаланиш даражаси* деб, двигательнинг автомобиль текис ҳаракат қилиши учун зарур бўлган қувватининг дроссель-заслонка тўла очиқ пайтидаги қувватига бўлган нисбатига айтилади:

$$I = \frac{N_{\psi} + N_w + N_{тр}}{N_g} 100 \%.$$

$I$  нинг қиймати йўлнинг ҳолатига, автомобилнинг тезлигига, трансмиссиянинг узатиш сонига боғлиқ. Йўлнинг жами қаршилиқ

коэффициенти ва автомобилнинг тезлиги қанчалик кичик ҳамда  $i_{тр}$  қанчалик катта бўлса, двигатель қувватилан фойдаланиш даражаси шунчалик кичик бўлади. Масалан, автомобиль  $v_{a1}$  тезлик билан III узатмада ҳаракатланса,  $I$  нинг қиймати худди шу тезлик билан автомобиль II узатмада ҳаракатлангандаги двигатель қувватидан фойдаланиш даражасидан юқори бўлади. Чунки III узатмада бир хил қаршиликларни енгилш учун сарфланган қувватнинг миқдори II узатмадагидан кам бўлади.

#### 75- §. АВТОМОБИЛНИНГ ДИНАМИК ФАКТОРИ

Куч ва қувватлар баланси графикларини амалда қўллаш анча қийин, чунки  $v_a$  нинг қиймати ўзгариши билан  $f$  ҳам ўзгаради ва унинг ҳар бир қиймати учун графикларни қайта қуриш зарур бўлади, шунингдек, ҳар хил оғирликка эга бўлган автомобилларнинг динамикасини солиштириш мумкин эмас.

Академик Е. А. Чудаков таклиф этган динамик характеристика графиги кўрсатилган камчиликлардан ҳоли, яъни тортиш кучи билан ҳавонинг қаршилик кучи айирмасининг автомобиль оғирлиги  $G_a$  га нисбати автомобилнинг динамик фактори деб аталади ва у қуйидагича ифодланади:

$$D_a = \frac{P_k - P_w}{G_a} = \frac{M_1 \cdot \eta_T \cdot i_{тр}}{r_k \cdot G_a} - \frac{W \cdot v_a^2}{13 \cdot G_a} \quad (34)$$

$D_a$  нинг қиймати автомобиль конструкциясига боғлиқ ва уни ҳар бир конкрет модель учун аниқлаш мумкин. Кичик узатмаларда  $P_k$  нинг қиймати катта ва  $P_w$  нинг қиймати кичик бўлганида динамик факторнинг қиймати катта бўлади.

Динамик факторни автомобилнинг ҳаракат шароити билан боғлаш учун кучлар баланси тенгламасидаги  $P_w$  ни тенгламанинг чап томонига ўтказамиз ва ўнг томонидаги ифодани  $G_a$  га бўламиз, яъни:

$$D_a = \frac{P_\psi + P_{Ja}}{G_a} = \frac{G_a \cdot \psi}{G_a} + \frac{\frac{G_a}{g} \cdot \delta_{вр} \cdot j_a}{G_a}$$

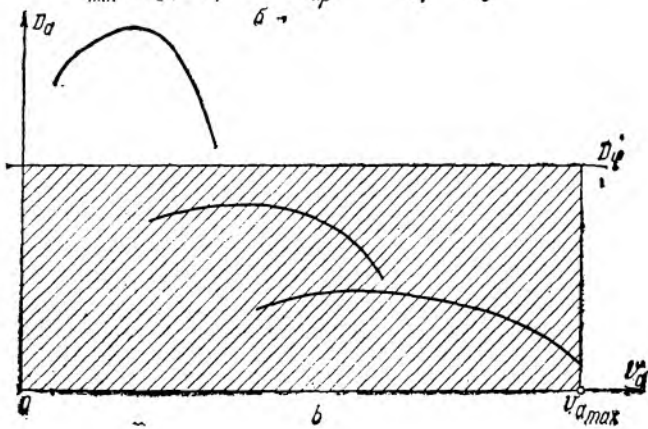
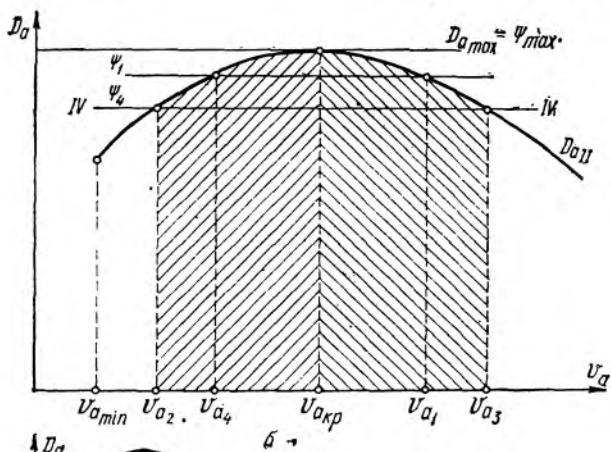
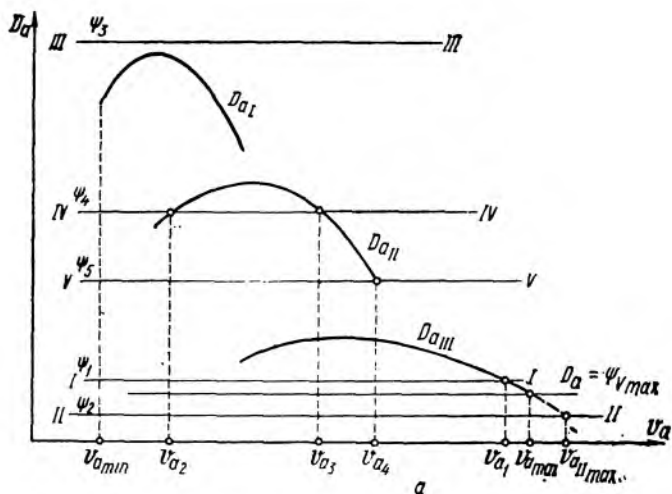
ёки

$$D_a = \psi + \frac{j_a}{g} \cdot \delta_{вр} \quad (35)$$

бу ерда  $\delta_{вр}$  — айланма ҳаракатланувчи массалар таъсири коэффициенти.

Агар автомобиль текис ҳаракат қилса, унинг тезланиши нолга тенг бўлади, натижада автомобилнинг динамик фактори  $v_{a_{max}}$  тезлик билан ҳаракатлангандаги йўлнинг умумий қаршилиги  $\psi_{v_{max}}$  га тенг.

Турли узатмаларда двигатель тўла нагрузка билан ишлаганда динамик фактор билан тезлик ўртасидаги график боғланиш *автомобилнинг динамик характеристикаси* дейилади (141-расм).



141- расм. Автомобилнинг динамик характеристикаси.

Бу графикни қуриш учун тирсакли валнинг  $n_{a_{\min}}$ ,  $n_{a_{\max}}$  айланишлар частоталари оралигини 8 ... 10 та тенг бўлакка бўлинади. Ҳар бир узатмада тирсакли валнинг айланишлар частотаси учун тезлик қийматлари топилади. Двигателнинг ташқи тезлик характеристикасидан  $M_d$  нинг қийматларини аниқлаб, ҳар бир узатма учун  $D_a$  нинг қиймати (34) формуладан топилади.

Динамик характеристика графиги ёрдамида автомобилнинг қаршиликларни енга олиш қобилиятини аниқлаш, бир хил типдаги ва турли оғирликдаги автомобилларнинг динамикасини таққослаш мумкин.

Энди автомобилнинг динамик характеристикасини кўриб чиқамиз (141-расм, а). Анализ учун йўлнинг умумий қаршилиги турлича бўлган I—I, II—II кесимларни кўриб чиқамиз. Қуйидаги тенгсизлик шarti бажарилса, автомобиль ҳаракат қилиш қобилиятига эга бўлади:

$$P_{\varphi} \geq P_k \geq P_{\psi}$$

Бу тенгсизликни ҳадма-ҳад  $G_a$  га бўлсак,

$$D_{\varphi} \geq D_a \geq \psi \quad (36)$$

ҳосил бўлади.

Автомобиль ҳаракат қилиш қобилиятига эга бўлиши учун [(36) тенгсизлик] унинг динамик фактори  $D_a$  йўлнинг умумий қаршилигидан катта ёки унга тенг, тишлашиш қобилияти бўйича динамик фактори  $D_{\varphi}$  дан кичик ёки унга тенг бўлиши зарур. Мулоҳазаларни шу асосда олиб борамиз.

I—I кесим:  $D_a > \psi_1$  да ҳамма нуқталар учун автомобиль I—I—III узатмаларда  $v_{a_1}$  тезликлар диапазонида ҳаракат қилиши мумкин. III узатмада автомобиль  $v_{a_1}$  дан  $v_{a_{\max}}$  гача тезликлар диапазонида секинланиб ҳаракатланади.

II—II кесим: автомобиль ҳамма узатмаларда тезликнинг  $v_{a_{\min}}$  —  $v_{a_{\max}}$  диапазонида ҳаракат қилиши мумкин. Учинчи узатмада  $D_{a_{III}} \gg \psi_2$  бўлгани учун, автомобиль  $v_{a_{III \max}}$  тезлигига эга бўлади.

III—III кесим:  $D_{a_{I \max}} < \psi_3$  бўлгани учун, автомобиль бу йўлда ҳеч қандай узатмада ҳам ҳаракат қила олмайди. Биринчи узатмада кетаётган автомобиль шу йўлга тушиб қолса, ҳаракати секинлашиб, тўхтаб қолади.

IV—IV кесим: йўлнинг ушбу қаршилиги динамик фактор чизигини икки нуқтада кесиб ўтади. Автомобиль I узатмада бемалол ҳаракат қилади, II узатманинг  $v_{a_2}$  —  $v_{a_3}$  тезликлар диапазонида ҳаракат қилиш шартини тўлароқ кўриб чиқамиз.

V—V кесим: автомобиль I, II узатмаларда,  $D_{a_1} > D_{a_{II}} > \psi_5$  бўлгани учун  $v_{a_4}$  тезлик диапазонида бемалол ҳаракатланиши мумкин.  $D_{a_{\max}} = \psi_{\max}$  нуқтада эса (141-расм, б) автомобиль критик  $v_{a_{кр}}$  тезликка эга бўлади. Автомобиль маълум узатмада, дросель-заслон-

канинг маълум бир очиқ ҳолатида ҳаракатда бўлсин. Автомобиль  $\psi_1$  қаршиликка эга бўлган йўлдан  $v_{a_1}$  тезликда ҳаракатланаётган вақтда йўлнинг умумий қаршилиги  $\psi_1$  бўлса, авто 'обилнинг тезлиги ошиб,  $v_{a_2}$  га тенг бўлади. Динамик фактор эса  $D_{a_1} = \psi_1$  бўлгунча камайди, натижада автомобиль  $v_{a_2}$  тезлик билан текис ҳаракат қила бошлайди. Агар умумий қаршилиги  $\psi_1$  бўлган йўлдаги ҳаракатда қўшимча қаршилиқ мавжуд бўлса, тезлик камайиб динамик фактор ортиб боради ва  $D_a = \psi_1$  бўлганда тезликнинг қиймати  $v_{a_1}$  бўлиб, ортишдан тўхтайдди. Демак,  $v_{a_{кр}}$  дан катта тезликларда  $\psi$  ўзгаришидан қатъи назар, автомобилнинг тургун ҳаракат ҳолати автоматик равишда ушлаб турилади ва у *тургун ҳаракат диапазони* ҳисобланади.

Агар автомобиль  $v_{a_{кр}}$  ёки ундан кичик  $v_{a_2}$  тезлик билан ҳаракатланса, - йўлда ҳосил бўлган  $\psi_1$  қаршилиқ  $\psi_1 > \psi_1$  бўлгани учун тезланишни камайтириши ва динамик факторни ошириши керак. Графикдан динамик факторнинг ва тезликнинг ошганлигини кўриш мумкин. Шундай қилиб,  $v_{a_2} - v_{a_{кр}}$  тезлик диапазонида, етакчи ғилдиракка қўшимча куч берилмаса, автомобилнинг тургун ҳаракат қилиши мумкин эмас. Бу ҳол бўлмаслиги учун ҳайдовчи динамик факторни ошириш мақсадида узатмаларга кичик узатмани қўшади, натижада автомобилнинг ҳаракат турғунлиги сақланиб қолади.

Хулоса қилиб айтганда,  $v_a \geq v_{a_{кр}}$  да ҳаракат турғун,  $v_a < v_{a_{кр}}$  да эса нотурғун бўлади. Шунинг учун  $v_{a_{кр}}$  тезлиги тортиш шартлари бўйича *критик тезлик* деб аталади.

Динамик характеристика графигида яна бир масалани кўриб чиқиш зарур. Етакчи ғилдирак шатаксырамасдан ғилдираши учун  $P_{к_{max}} = P_{\phi}$  шарти бажарилиши керак.

Тишлашиш ҳисобга олгандаги динамик фактор  $D_{\phi}$ :

$$D_{\phi} = \frac{P_k - P_w}{G_a} = \frac{P_{\phi} - P_w}{G_a} = \frac{G_2 \cdot \phi - P_w}{G_a}. \quad (37)$$

Агар  $P_w = 0$  бўлса,  $D_{\phi} = \frac{G_2}{G_a} \cdot \phi$  бўлади.

Бу ерда  $G_2$  — автомобилнинг кетинги ўқига тушган оғирлик;  
 $\phi$  — тишлашиш коэффициенти.

Автомобилнинг етакчи ғилдираклари шатаксырамасдан ҳаракатланиши учун  $D_{\phi} \geq D_a$  шарт бажарилиши керак. Бу шарт 141-расм, в да кўрсатилганидек графикнинг штрихланган қисмида бажарилади.

## 76- §. АВТОМОБИЛНИНГ ДИНАМИК ПАСПОРТИ

Автомобилдан фойдаланиш даврида унинг умумий оғирлиги автомобилга ортилган юк вазнига қараб ўзгаради. Бу эса унинг динамик фактор қийматини ўзгартиради, натижада автомобиль вазнининг ҳар бир ўзгаришига айрим динамик характеристика графиги чизиш керак бўлади. Буни эса амалда ишлатиш ноқулай бўлади.

Н. А. Яковлев динамик характеристика графигининг бу камчилигини йўқотиш учун уни массалар номограммаси билан тўлдиришни таклиф этди. Динамик характеристиканинг абсцисса ўқини чапга узайтириб 25 %, 50 %, 75 %, 100 % нуқталар белгиланади. Вазнлар шкаласининг бошланиш нуқтасидан  $D_a$  га параллел ва автомобиль юк ортилмаган вақтдаги унинг динамик фактори  $D_o$  ординатаси ўтказилади. Автомобиль оғирлиги  $G_a$  дан  $G_o$  гача ўзгарганда  $D_o$  нинг қиймати ва масштаби қуйидагича топилади:

$$D_o = D_a \cdot \frac{G_a}{G_o}; \quad m_{D_o} = m_{D_a} \cdot \frac{G_a}{G_o}, \quad (38)$$

бу ерда  $G_o$  — ҳаракатланишга тайёр автомобилнинг вазни;

$D_o$  — юксиз ҳаракатланаётган автомобилнинг динамик фактори;

$m_{D_a}, m_{D_o}$  — тўла юкланган ва юкланмаган автомобиль динамик факторининг масштаби.

$m_{D_a}$  нинг масштаби аввалдан маълум бўлгани учун формулага  $G_a, G_o$  ларнинг қийматларини қўйилса,  $m_{D_o}$  аниқланади.

$D_{a_1}, D_{a_2}$  қийматларига мос  $D_{o_1}, D_{o_2}, \dots$  қийматлар аниқланиб,  $m_{D_o}$  масштабида ординатага қўйилади. Бир хил қийматга эга 0,05 — 0,05; 0,1 — 0,1 қийматли динамик факторлар тўғри чизик билан туташтирилади.

142-расмда чизилган графикнинг чап томонидаги туташ чизиклар *массалар номограммаси* дейилади. У автомобилнинг умумий вазни ўзгарганда динамик факторнинг қандай ўзгаришини, натижада қандай қаршилиқларни енга олишини кўрсатади. Лекин бу шарт автомобилнинг ҳаракатланиши учун етарли эмас, шунинг учун етакчи ғилдиракнинг шатаксияраш шартларини кўриб чиқиш зарур.

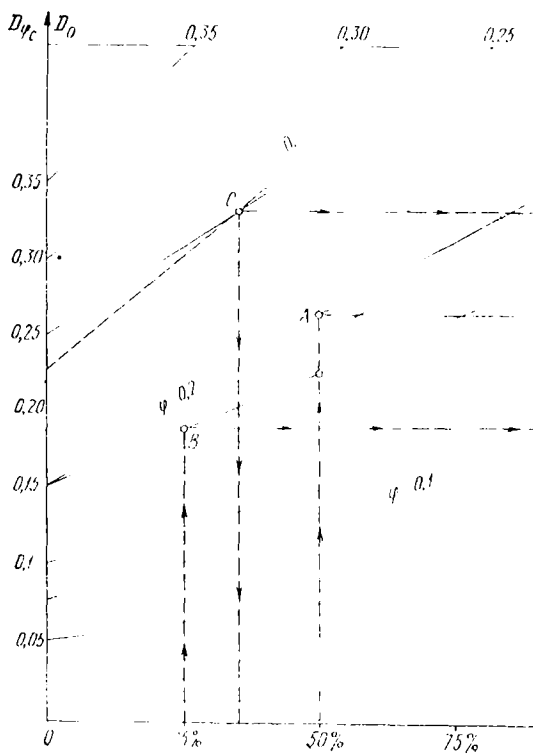
Динамик фактор формуласидан фойдаланиб, ғилдирак билан йўл орасида тишлашиш мавжудлиги сабабли автомобилнинг тишлашиш бўйича динамик факторини аниқлаш мумкин:

$$(39) \quad \begin{cases} D_{\varphi_2} = \varphi \cdot \frac{G_2}{G_a} & \text{— автомобилнинг кетинги ғилдираклари етакчи;} \\ D_{\varphi_1} = \varphi \cdot \frac{G_1}{G_a} & \text{— олдинги ғилдираклар етакчи;} \\ D_{\varphi} = \varphi & \text{— ҳамма ғилдираклар етакчи.} \end{cases}$$

Бу ерда  $D_{\varphi_1}, D_{\varphi_2}, D_{\varphi}$  — фақат олдинги ғилдираклари, кетинги ғилдираклари ва ҳамма ғилдираклари етакчи тўла юкланган автомобилнинг тишлашиш шarti бўйича динамик фактори;

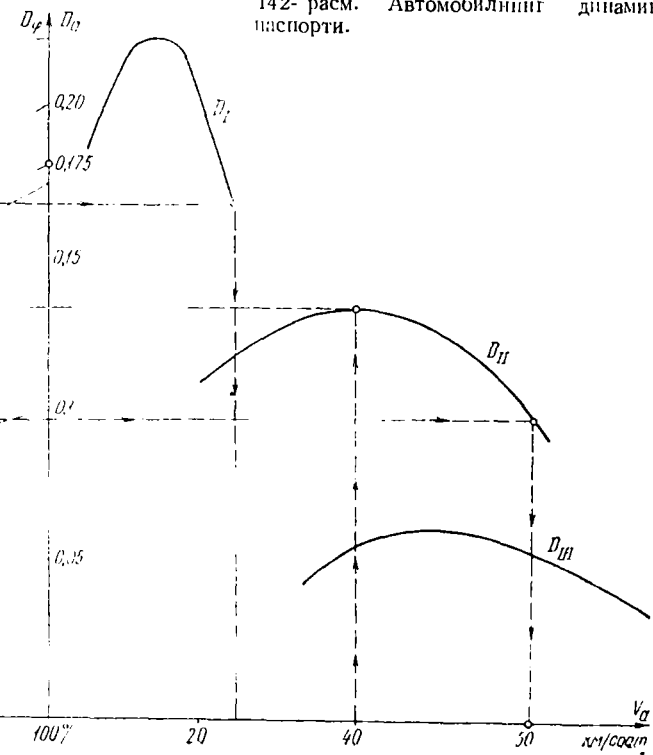
$G_1, G_2$  — автомобилнинг олдинги ва кетинги ғилдиракларига тўғри келган оғирлик.

Автомобиль ғилдиракларининг шатаксиярамаслик шартини аниқлаш учун  $D_{\varphi}$  билан автомобилнинг вазни ўртасидаги боғланишни, яъни етакчи ғилдиракнинг шатаксиярашини контрол қилиш графиги чизилади. График автомобиль ҳар хил оғирликда бўлганда ва тишлашиш





142- расм. Автомобилнинг динамик паспорти.



коэффициенти ўзгарганда унинг тишлашиш бўйича динамик фактори ўзгаришни кўрсатади ва у қуйидагича қурилади.

$D_a$  ординатасига автомобиль тўла оғирликка эга бўлгандаги тишлашиш бўйича динамик фактор  $D_\varphi$ ,  $D_o$  ординатасига эса юки бўлмаган автомобилнинг тишлашиш бўйича динамик фактори  $D_{\varphi_o}$  қийматлари қўйилади.  $D_{\varphi_o}$  нинг қиймати қуйидагича топилади.

$$D_{\varphi_{o_1}} = \varphi \frac{G_{o_1}}{G_o}; D_{\varphi_{o_2}} = \varphi \frac{G_{o_2}}{G_o}; D_{\varphi_o} = \varphi \quad (40)$$

Бу ерда  $D_{\varphi_{o_1}}$ ,  $D_{\varphi_{o_2}}$ ,  $D_{\varphi_o}$  --- фақат олдинги ғилдираклари, кетинги ғилдираклари ва ҳамма ғилдираклари етакчи, кскланмаган автомобилнинг тишлашиш шарти бўйича динамик фактори;

$G_{o_1}$ ,  $G_{o_2}$  — юкланмаган автомобилнинг олдинги ва кетинги ғилдиракларига тўғри келган оғирлик.

Масштаблар қуйидагича аниқланади:

$$m_{D_a} = m_{D_\varphi}; m_{D_o} = m_{D_{\varphi_o}}$$

$D_\varphi$ ;  $D_{\varphi_o}$  қийматлар тишлашиш коэффициенти  $\varphi$  нинг 0,1; 0,2; 0,7 қийматлари учун ҳисобланади ва масштабда  $D_a$ ,  $D_o$  ординаталарига қўйилиб, пунктир тўғри чизиқ билан бирлаштирилади. Қурилган график автомобилнинг шатаксиярашини контрол қилиш графиги дейилади.

Динамик характеристика, массалар номограммаси ва ғилдиракнинг шатаксиярашини контрол қилиш графиги биргаликда *динамик паспорт* дейилади (142-расм). Динамик паспортдан фойдаланиб эксплуатацияда учрайдиган масалаларни ечиш мумкин. Масалан,  $H = 25\%$  ва  $\psi = 0,15$  бўлса ( $B$  нуқта),  $v_a = 50$  км/соат бўлади. Агар  $v_a = 40$  км/соат,  $H = 50\%$  бўлса,  $\psi$ ,  $\varphi$  қийматларни аниқлаш керак. Изланган  $A$  нуқта  $\psi$  ва  $\varphi$  ларнинг қийматларини аниқлашда интерполяция усулидан фойдаланамиз.  $\psi$  нинг қиймати 0,15 — 0,20 ўртасида бўлса,  $\psi = 0,175$ . Тишлашиш коэффициенти  $\varphi = 0,22$ . Агар автомобиль  $\psi = 0,25$ ,  $\varphi = 0,3$  йўлдан ҳаракатланаётган бўлса, унинг юки  $H = 34\%$  ва тезлиги  $v_a = 25$  км/соат бўлади.

## 77- §. АВТОМОБИЛНИНГ ТЕЗЛАНА ОЛИШИ

Автомобилнинг ҳаракати текис ва ўзгарувчан (тезланувчан ёки екинланувчан) бўлиши мумкин. Шаҳарда эксплуатация қилинувчи автомобиллар учун текис ҳаракат умумий иш вақтининг 15—25% ини, текис тезланувчан ҳаракат 30—45% ини ва ғилдиракка тортиш кучи таъсир этмаган ҳолдаги ҳамда тормозланиш режимидаги ҳаракатлар 30—40% ини ташкил қилади.

Ўзгарувчан ҳаракатдаги автомобиль динамикаси унинг тезланиш қиймати ҳамда тезликнинг маълум интервалда ўзгариши учун зарур йўл ва вақт билан ўлчанади.

Динамик фактор формуласидан тезланиш  $j_a$  нинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$j_a = (D_a - \psi_v) \frac{g}{\delta_{вр}}, \quad (41)$$

бу ерда  $\psi_v$  — автомобилда тўғри узатмада енгиши мумкин бўлган йўлнинг умумий қаршилиги;

$\delta_{вр}$  — айланиб ҳаракат қилувчи массалар таъсири коэффициенти.

Динамик факторнинг ҳар бир узатма ва унга тааллуқли бўлган ҳамма тезликлари учун қийматлари аниқ,  $\psi_v$  нинг қиймати эса берилган. Айланиб ҳаракатланувчи массалар коэффициенти  $\delta_{вр}$  ҳар бир узатма учун қуйидагича топилади:

$$\delta_{врI} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кпI}^2$$

$$\delta_{врII} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кпII}^2$$

$$\delta_{врIII} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кпIII}^2$$

бу ерда  $i_{кпI}$ ,  $i_{кпII}$ ,  $i_{кпIII}$  — I, II, III узатмалардаги узатиш сони.

Автомобилнинг узатмалар қутиси учта узатмали бўлса, унинг ҳар бир узатмадаги тезланиши қуйидагича бўлади:

$$j_{aI} = (D_{aI} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{врI}}$$

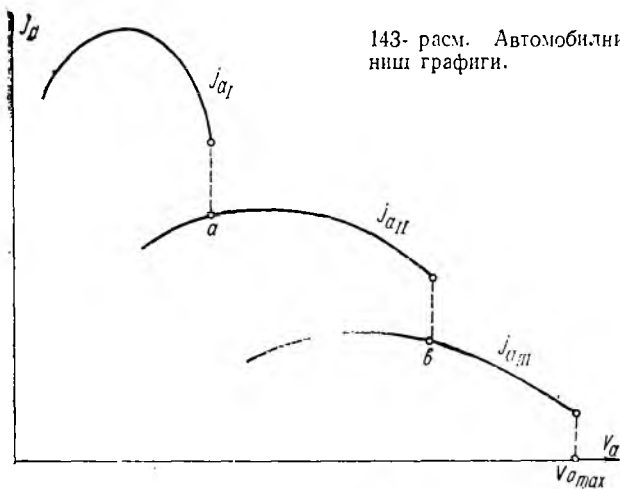
$$j_{aII} = (D_{aII} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{врII}}$$

$$j_{aIII} = (D_{aIII} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{врIII}}$$

Динамик фактор ҳар бир узатманинг 8—10 хил тезлик қиймати учун аниқланганлиги сабабли, барча узатмалар учун ҳам тезланишнинг шунча қиймати аниқланади, натижага автомобилнинг тезланиш графиги (143- расм) ҳосил бўлади. Автомобилнинг ҳар бир узатмадаги максимал тезланиши махсус прибор — *акселерометр* билан ўлчанади.

143- расмда кўрсатилган  $a$ ,  $v$  нуқталар узатмадан-узатмага ўтиш учун энг қулай ҳисобланади. Чунки бу нуқталардаги тезланишнинг қийматлари қўшни узатмаларнинг тезланиш қийматларига яқин.

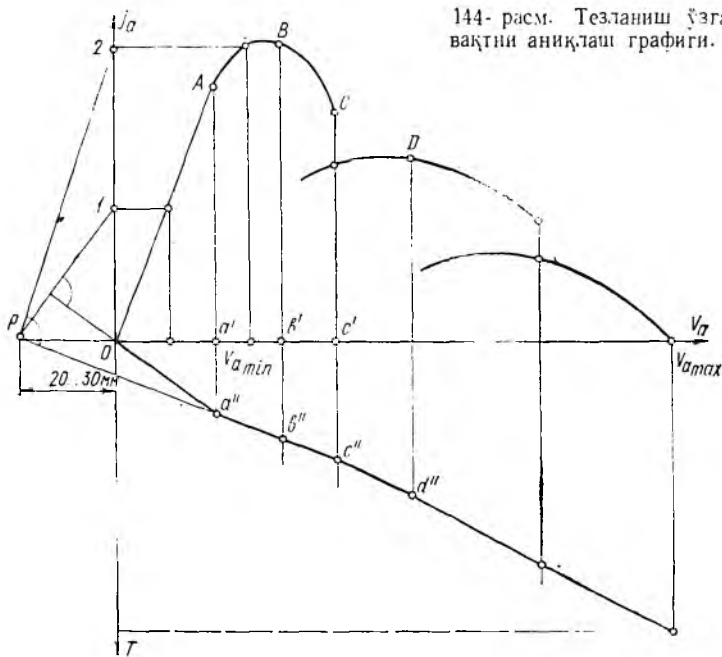
Автомобиль шифови махсус асбоблар билан жиҳозланган автомобилда, йўлнинг горизонтал қисмида ўлчаб аниқланади. Автомобиль минимал тезлик билан кетаётганда, ҳайдовчи дроссель педалига жалаля босади ва автомобиль максимал тезликка эришгунча, педалини ушлаб туради. Шў вақтда иложи борича узатмадан-узатмага тез ўтиш керак. Автомобилнинг тезлиги, ўтилган йўл ва вақт махсус датчиклар ёрдамида осциллограф лентасига ёзиб олинади. Лентани анализ қилиб, ўтилган йўл ва вақт аниқланади.



143- расм. Автомобилнинг тезланиш графиги.

Тезланиш ўзгариб борган вақтдаги ўтилган  $S$  йўл ва вақт  $T$  ни аналитик усулда ҳисоблаш кўп вақт талаб қилганлиги сабабли улар тезланиш графигидан аниқланади.

Тезланиш ўзгаргандаги вақтни аниқлаш учун тезланишнинг  $j_a = f(v_a)$  графигидан (144- расм) фойдаланилади. Графикда биринчи



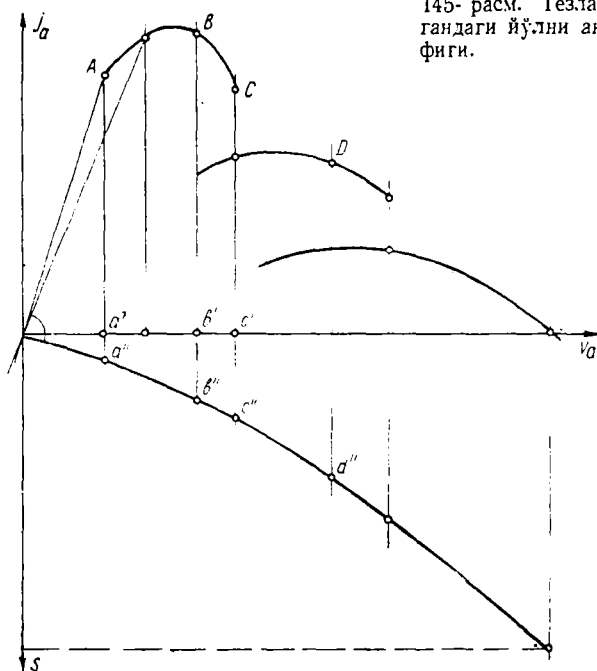
144- расм. Тезланиш ўзгаргандаги вақтни аниқлаш графиги.

узатма учун тезланиш  $v_{a_{\min}}$  дан бошланади.  $O$  —  $v_{a_{\min}}$  интервалида тезланишнинг ошиши тишлаши муфтасининг етакчи ва етакланувчи дискларида сирпаниб айланиши билан характерланади, тезланиш эса ўртача қийматга эга бўлади. Минимал ва максимал тезл. клар ораси тенг бўлакларга бўлинади. ( $AB, BC, CD$  ). Абсцисса ўқи чапга давом эттирилиб  $O$  нуқтадан  $20$  —  $30$  мм масофада  $P$  кутб белгиланади.  $A$  нуқтадан вертикал ва координаталар боши  $O$  билан туташтирувчи чизиқлар ўтказилади.  $Oa'$  масофа тенг иккига бўлиниб, унинг ўртасидан  $OA$  билан кесишгунча перпендикуляр ўтказилади. Ҳосил бўлган нуқта абсцисса ўқиға параллел кўчирилиб, ордината ўқи билан учрашиш нуқтаси  $I$  аниқланади.

Аниқланган  $I$  нуқта  $P$  кутб билан туташтирилади. Координата боши  $O$  дан  $P$   $I$  чизигига перпендикуляр туширилади ва  $Aa'$  билан кесишгунча давом эттирилади.  $b''$  нуқта ҳам шу усулда топилади, лекин у  $a''$  дан  $P2$  чизигига туширилган перпендикулярнинг  $Bb''$  билан учрашган нуқтасида бўлади.  $v_{a_{\max}}$  дан пастга ўтказилган перпендикуляр чизиқнинг кесишиш нуқталари аниқланади. Олинган  $a'', b'' c''$  нуқталар саниқ чизиқ билан бирлаштирилиб, изланган график ҳосил қилинади. Вақт ординатаси  $T$  учун масштаб

$$m_t = \frac{m_{v_a}}{3,6 \cdot OP \cdot m_{j_a}}, \frac{c}{\text{мм}}$$

бўлади, бу ерда  $m_t, m_v, m_{j_a}$  — вақт, тезлик ва тезланиш масштаблари.



145- расм. Тезланиш ўзгаргандаги йўлини аниқлаш графиги.

Тезланиш ўзгарганда йўл графиги ҳам юқорида кўрсатилгандек чизилади, лекин бунда  $OP = 0$  бўлади (145- расм).

$S$  ординатаси учун масштаб қўйидагича топилади:

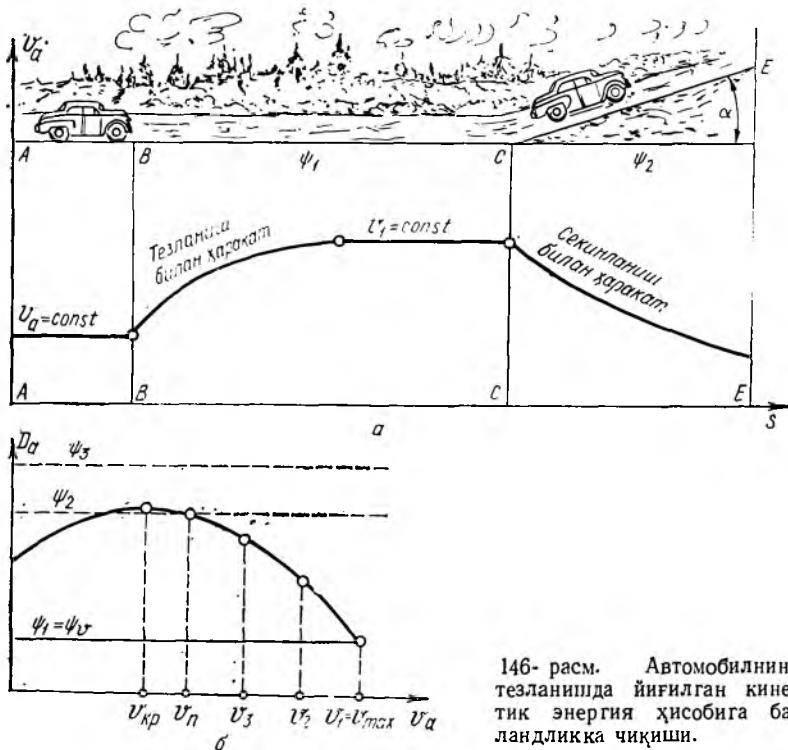
$$m_s = \frac{(m_{v_a})^2}{13 \cdot m_{j_a}}, \frac{m}{mm};$$

бу ерда  $m_s$  — йўл масштаби.

## 78- §. АВТОМОБИЛНИНГ ШИҒОВ БИЛАН БАЛАНДЛИККА ЧИҚИШИ

Автомобиль гилдирадаги тортиш кучи ҳисобига ва шиғов билан ҳаракатланиш вақтида йиғилган кинетик энергия ҳисобига балансликка кўтарилиши мумкин. Қиялиги кам ва узун баландликларга автомобиль фақат тортиш кучи ёрдамида кўтарилади, қиялиги катта ва қисқа баландликларга эса ҳам тортиш кучи ҳам кинетик энергия ҳисобига кўтарилади.

Автомобилнинг шиғов билан баландликка чиқиш кўрсаткичи унинг  $v_{\max}$  тезлик билан  $L_n$  узунликдаги тепаликка чиқа олишини тавсифлайди.  $L_n$  узунликни экспериментал йўл билан аниқлаш учун автомобиль  $\psi_1$  қаршиликка эга бўлган  $AC$  участканинг (146- расм)  $B$



146- расм. Автомобилнинг тезланишда йиғилган кинетик энергия ҳисобига балансликка чиқиши.

нуқтасида тезлигини ошира бориб, баландлик бошланган  $C$  нуқтада максимал тезликка эришади.  $CE$  участкада  $\psi_2 > \psi_1$  қаршилиги таъсирида автомобилнинг тезлиги камаяди. Амалда  $L_n$  ни аниқлашнинг бу усули қийин бўлгани учун динамик характеристика графигидан фойдаланилади.

Фараз қилайлик, автомобиль  $AC$  участкада баландлик этагига максимал тезлик билан яқинлашсин. Автомобиль баландликка чиқа бошлаган йўлнинг умумий қаршилик коэффиценти  $\psi_1$  дан  $\psi_2$  гача ортади. Динамик кўрсаткичларни аниқлаш учун динамик характеристика чизиғи (146- расм, б) участкаларга бўлинади ва ҳар бир интервалдаги тезланиш, йўл, вақт қийматлари аниқланади.

Агар баландликка чиқишдаги  $\psi$  коэффицент  $D_{a\max}$  га тенг ёки ундан кичик бўлса, автомобилнинг охириги тезлиги  $\psi_2$  чизиғининг  $D_a$  билан кесилган  $v_n$  нуқтасида бўлади. Тезлик  $v_n$  қийматгача камайгандан сўнг ҳаракат текис бўлиб қолади. Агар  $\psi_2 > D_{a\max}$  бўлса, тезлик критик тезликдан ҳам камайиб кетади. Автомобиль тўхтамаслиги учун узатмалар қутисига пастки узатмани қўшиш зарур.

#### 79- §. АВТОМОБИЛНИНГ ЕТАКЧИ ҒИЛДИРАКЛАРИГА ТОРТИШ КУЧИ ТАЪСИР ЭТМАГАНДАГИ ҲАРАКАТИ (НАКАТ БИЛАН ҲАРАКАТЛАНИШИ)

Автомобилни эксплуатация қилиш вақтида унинг етакчи ғилдиракларига тортиш кучи таъсир этмаган ҳолдаги ҳаракати кўп учрайди. Бу ҳаракат (накат) айниқса, тартибли равишда тўхтаб, яна тезланиш оладиган автомобилларда (автобус ва маршрутли такси ҳаракати) ҳамда йўл баландлик ва пастликлардан иборат бўлганда қўлланилади. Бундай ҳаракатда двигатель етакчи ғилдираклардан узилади, натижада буровчи момент нолга тенглашади.

Накат вақтида автомобиль динамик хоссаларининг кўрсаткичлари қаттиқ горизонтал йўлда аниқланади. Автомобиль маълум тезликда текис ҳаракатлана бошлаганидан сўнг тишлашиш муфтаси ва узатма ажратилади ҳамда автомобилнинг тезлиги, йўли ва вақти приборлар ёрдамида қайд этилади.

Накатдаги динамик хосса кўрсаткичларини ҳисоблаш учун автомобилнинг ҳаракат тенгламасини қуйидагича ёзиш керак:

$$-\frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \cdot j_a = P_1 + P_j + P_w + P_{x.x.}, \quad (42)$$

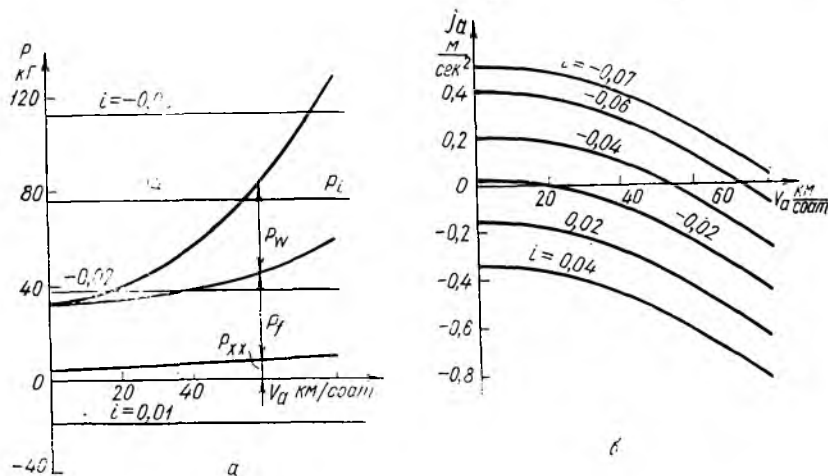
бу ерда:  $P_{x.x.}$  — етакчи ғилдиракларга келтирилган ишқаланиш кучининг трансмиссия нағрузкасиз ишлагандаги қиймати.

$\delta_n$  — двигатель трансмиссиядан ажратилганда айланма ҳаракатланувчи массалар таъсири коэффиценти. (42) тенгламани ечиш учун  $P - v_a$  координаталар системасига  $P_{x.x.}$ ,  $P_f$ ,  $P_w$  қаршилик кучларини қўйиб чиқамиз (147- расм). Қияликларнинг бир қанча қиймати учун  $P_{i_1}$ ,  $P_{i_2}$ ,  $P_{i_3}$ ,  $P_{i_4}$  лар ҳисобланиб графикка туширилади, агар  $P_i$  манфий бўлса, абсцисса ўқидан юқорига, мусбат бўлса, пастга чизилади.

Графиклардан қуйидагича фойдаланилади. Масалан,  $v_{a\max}$  ни аниқлаш учун  $P_i$  тўғри чизиғининг умумий қаршиликлар йиғиндисини кўрсатувчи чизиқ билан кесишган нуқтаси топилади. Ўрта ҳисобда  $\delta_H = 1,05$  қабул қилиниб, (42) тенгламадан секинланиш қийматини аниқлаш мумкин:

$$j_a = - \frac{P_i + P_f + P_w + P_{x,x}}{G_a \cdot \delta_H} \cdot g \approx - 9,3 \frac{P_i + P_f + P_w + P_{x,x}}{G_a}, \frac{M}{c^2}.$$

147- расм, б да  $i$  нинг ҳар хил қийматлари учун  $j_a$  топилган. Автомобиль баландликка ҳаракатланса,  $j_a$  нинг қийматлари абсцисса ўқидан пастга жойлашади. Демак, бу участкада автомобилнинг етакчи филдиракларига куч таъсир этмасдан ҳаракатланса, қаршилик кўп



147- расм. Автомобиль филдиракига тортиш кучи таъсир этмагандаги ҳаракаат.

бўлгани учун унинг ҳаракати секинлашади. Автомобиль бир оз қия пастликка ҳаракат қилаётган бўлса, унинг ҳаракатини кўрсатувчи чизиқ абсцисса ўқи билан кесишади. Бу вақтда ҳаракатлантирувчи  $P_{xx}$ ,  $P_w$ ,  $P_f$  кучлар қаршилик кучларига тенглашади ва автомобиль текис ҳаракат қилади.

Тезланишнинг қийматлари аниқ бўлса, автомобилнинг накат билан ҳаракатланиш вақтини ва йўлини аниқлаш мумкин. Амалда накат билан ҳаракатланишдаги автомобилнинг динамик хоссаларини тавсифлаш учун энг оддий усул—автомобиль тўхтагунча ўтган масофадан фойдаланилади. Бу масофа автомобиль шассисининг техникавий ҳолатини ҳам аниқлаб беради. Накат билан қанчалик узоқ масофа ўтилса, шассиснинг техникавий ҳолати шунчалик яхши бўлади.

Автомобилнинг накат билан ҳаракатланишини тажриба йўли билан аниқлаш осон бўлганидан бу усул йўлнинг қаршилик коэффициентини  $\psi$  ни ва қиялигини аниқлашда фойдаланилади. Агар йўл горизонтал бўлмаса, тажриба А нуқтадан Б га ва бунга тескари йўналишда ҳа-



ракатланган ҳолатда ўтказилади. Иккала йўналишда ҳам тажриба бошланган тезлик бир хил бўлиши керак. Автомобиль баландликка ҳаракатланганда йўлнинг умумий қаршилиги  $\psi_1 = f + i$ , пастликка ҳаракатланганда эса  $\psi_2 = f - i$  бўлади. Иккала тенгликдан  $f = 0,5(\psi_1 + \psi_2)$  ни ва  $i = 0,5(\psi_1 - \psi_2)$  ни аниқлаш мумкин.

#### 80- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ ТОРТИШ ДИНАМИКАСИГА ТАЪСИРИ

Автомобилнинг назарий ёки тажриба йўли билан аниқланган динамик кўрсаткичлари унинг айрим шароитдаги ҳаракатлари учун мосдир. Масалан, йўл тўғри ва текис бўлса, унинг умумий қаршилиги  $\psi$  ўзгармайди, ҳаракатни ўзгартирувчи тўсиқлар учрамайди. Автомобилнинг ҳисобланган динамик кўрсаткичлари унинг энг юқори имкониятларини аниқлайди. Автомобилни ҳисоблаш натижасида ва тажриба йўли билан аниқланган динамик кўрсаткичлари бир-биридан анча фарқ қилади. Бунга автомобилнинг техникавий ҳолати ва ишлаш шароитининг ўзгариши сабаб бўлади.

Автомобилнинг техникавий ҳолати деб, унинг транспорт ишини бажаришига тайёрлиги, яъни механизм, агрегат ва приборларнинг техникавий эксплуатация қоидаларида кўрсатилган нормаларга мувофиқлиги тушунилади. Автомобиль узоқ вақт ишлатилганда деталларининг ейилиши, созининг ўзгариши ва ҳ. к. лар унинг техникавий ҳолатини ёмонлаштиради, натижада автомобилнинг эксплуатацион хусусияти ўзгаради. Поршень группаси деталларининг ейилиши, клапанларнинг ўз ўрнига жипс ўрнашмаслиги, ёнилги ёндириш пайтининг нотўғри бўлиши ва ҳ. к. лар двигатель қувватининг камайиб кетишига сабаб бўлади. Масалан, ёндириш пайти кечикса, двигательнинг қуввати анча камаяди. Агар ёндириш пайти жуда илгарилаб кетса, двигательда детонация бошланади. Двигатель қувватининг ўзгариши автомобиль тортиш динамикасини ёмонлаштиради.

Эксплуатация даврида автомобиль шассисининг техникавий ҳолати ёмонлашади, механизмлар сози тез бузилади. Масалан, бош узатма подшипниклари қаттиқ тортилган бўлса ёки конуссимон шестерняларнинг тишлашиши нотўғри бўлса, трансмиссиядаги ишқаланишни енгишга сарф бўладиган энергия катта бўлади, автомобилнинг динамикаси ёмонлашади. Тормозларнинг ёки олдинги ғилдиракларнинг яқинлашуви нотўғри созланса, динамик кўрсаткичлар пасаяди.

Автомобиль динамикаси ёмонлашганда унинг пухта ишлаш вақти, максимал тезлиги ва тезланиш қобилияти пасаяди. Капитал ремонт қилинган автомобилнинг максимал тезлиги 10—12% камаяди: максимал тезликка эришиш учун тезланишга сарф бўладиган вақт янги автомобилдагига нисбатан 25—30% кўп бўлади.

Автомобиль эксплуатацион хусусиятининг ёмонлашишига сифатсиз ёнилги ва мойнинг ишлатилиши сабаб бўлади. Сиқиб даражаси катта бўлган двигательларда кичик октан сонли бензин ишлатилса, детонация содир бўлади, бу эса двигатель қувватини камайтиради.

Бензин узоқ вақт ишлатилмасдан сақланса, унда смолалар пайдо бўлади ва у қиритиш трубасида қаттиқ қатлам ҳосил қилиб ўтиш юза-

сини камайтиради. Натижада ёнувчи аралашманинг цилиндрларга бир текис тақсимланиши ёмонлашади, двигатель қуввати 15—20% камаяди.

Двигателнинг қуввати автомобилни эксплуатация қилиш шароитига қараб ўзгаради. Автомобиль совуқ шароитда эксплуатация қилинса, ёнувчи аралашмани тайёрлаш ва унинг ёниш шароити ўзгаради ҳамда иссиқликни атмосферага узатиш кўпаяди. Агар автомобиль иссиқ иқлимли шароитда эксплуатация қилинса, двигатель қизиб кетади, цилиндрларнинг ҳаво сийраклигидан ёнилғи билан тўлиши ёмонлашади, ёнилғи узатиш системасида, трубаларда буғ пуфакчалари ҳосил бўлади. Кўрсатилган факторлар двигателнинг эффектив қувватини камайтиради, натижада автомобилнинг динамикаси ёмонлашади. Автомобиль конструкциясидаги афзалликлар унинг техникавий ҳолати яхши бўлгандагина тортиш динамикасига ижобий таъсир этиши мумкин. Шунинг учун автомобилнинг агрегат ва узелларини ўз вақтида техникавий кўрикдан ўтказиб туриш лозим.

### III бобга доир масалалар

1. Оғирлиги 13000 Н бўлган автомобиль 80 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. Йўлнинг қиялиги  $3^\circ$ , гилдирашга қаршилик коэффициентини 0,015, гилдирак радиуси 0,34 м, ҳаво қаршилигини енгиш фактори  $0,8 \frac{H \cdot c^2}{M^2}$ . Етакчи гилдиракка узатилган буровчи момснт аниқлансин.

Жавоб: 456 н·м.

2. Юк автомобилнинг етакчи гилдирагига узатилган қувват 18,4 квт. Автомобиль 25 км/соат тезлик билан тспаликка ҳаракатланаётган бўлса, йўлнинг умумий қаршилик коэффициентини аниқланг. Автомобиль оғирлиги 68000 н.

Жавоб:  $\psi = 0,0397$ .

3. Оғирлиги 30000 н бўлган автомобиль 75 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда, унинг етакчи гилдирагидаги куч 1200 н. Агар ҳаво қаршилигини енгиш фактори  $0,35 \frac{H \cdot c^2}{M^2}$  бўлса, автомобилнинг динамик факторини аниқланг.

Жавоб:  $D_a = 0,035$ .

4. Автомобиль узатиш сони 2,7 бўлган биринчи узатмада ҳаракатланаётганида унинг динамик фактори 0,2 га тенг. Автомобиль максимал тезликка эришганда ўта олиши мумкин бўлган масофада йўлнинг умумий қаршилик коэффициентини 0,02 деб қабул қилинса, автомобилнинг тезланишини аниқланг.

Жавоб:  $j_a = 1,3 \frac{M}{c^2}$ .

## IV боб

### АВТОМОБИЛНИНГ ТОРМОЗЛАНИШ ДИНАМИКАСИ

#### 81- §. АВТОМОБИЛНИНГ ТОРМОЗЛАНИШ ХУСУСИЯТЛАРИ КЎРСАТКИЧЛАРИ

Автомобилнинг тормозланиши вақтида уни ҳаракатлантирувчи куч иссиқлик энергиясига айланиб атмосферага тарқалади, шунинг учун ҳам бунда фойдали иш бажарилмайди.

Тормозланиш системасининг эффективлиги автомобилни аниқ бошқаришни ва ҳаракат хавфсизлигини таъминлайди. Тормозланиш динамикаси тормозланиш вақти ва йўли каби параметрлар билан характерланади, шунинг учун бу эксплуатацион хусусият ҳаракат хавфсизлиги билан чамбарчас боғлиқ.

Ҳаракатдаги автомобилнинг кинетик энергияси  $E$  қуйидагича аниқланади:

$$E = \frac{mv_a^2}{2} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{2}$$

Агар оғирлиги  $G_a = 1110$  кг бўлган *ЗАЗ-968* автомобили  $v_a = 100$  км/соат тезлик билан ҳаракат қилаётган бўлса, унинг кинетик энергияси  $E = 43563$  кгм бўлади. Ҳаракатдаги автомобилнинг кинетик энергиясини камайтириш учун тормозланиш системаси эффектив ба аниқ ишлаши зарур.

Тортиш балансидан қуйидаги тенглик маълум:

$$P_k = P_i + P_f + P_w + \dot{P}_{ja}$$

Тормозланиш даврида  $P_k = 0$  бўлгани учун  $-P_{ja} = P_\psi + P_w$  деб ёзиш мумкин.  $P_\psi$ ,  $P_w$  лар қаршилик кучлари бўлиб, автомобилнинг кинетик энергиясини сўндириб уни тўхтатади. Автомобилнинг тормозланиши вақтида тенгламанинг янги ташкил этувчилари қўшилади ва қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$-P_{ja} = P_\psi + P_w + P_T + P_{Td} + P_{xx}; \quad (43)$$

бу ерда  $P_T$  — автомобилнинг тормозланиш кучи.

Бу тенгламада  $P_{ja}$  инерция кучи автомобилни илгарилатишга, ўнг томондаги кучлар эса қарама-қарши йўналиб, уни тўхтатишга интилади. Демак, тормозланиш механизмидан ташқари йўлнинг умумий қаршилик кучи  $P$  шамолнинг қаршилиги  $P_w$ , двигателдаги ишқаланиш кучи  $P_T$ , ва трансмиссияни нагрузкасиз айлантириш учун сафланган куч  $P_{x,x}$  автомобилни тўхтатишга ёрдам беради.

Автомобилни эксплуатация қилиш даврида ҳайдовчи тормозлашнинг икки усулидан фойдаланади:

1. Трансмиссияни двигателдан ажратмасдан (бу вақтда тишлашиш муфтаси ва узатмалар қутиси узилмайди). Ҳайдовчи дроссель педалидан оёғини олиб, тормоз педалини босади, натижада етакчи ғилдираклар трансмиссия орқали двигателнинг тирсакли валини мажбурий айлантиради, цилиндр ичида ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ва тормозланиш механизми ҳосил қилган куч ҳисобига автомобиль тўхтайд.

2. Двигатель трансмиссиядан ажратилганда (тишлашиш муфтаси ва узатмалар қутиси узилган) автомобиль фақат тормозланиш механизми ҳосил қилган куч ҳисобига тўхтайд.

Тормозланиш вақтида тормоз педалини босиш кучи, педални босиш тезлиги ва бошқалар таъсирида автомобиль ҳар хил қийматдаги секинланишга эга бўлиши мумкин. Тормозланишларнинг деярли 95%

ида секинланиш  $j_a = 1,5 \quad 4,5 \text{ м/с}^2$ , фавқулудда тормозланишда эса  $j_a = 7,5 \quad 9,0 \text{ м/с}^2$  га етиши мумкин.

Шундай экан, автомобилнинг тормозланиш хусусиятлари қандай кўрсаткичлар билан баҳоланади, унинг ўлчамлари нима билан ва қандай аниқланади деган савол туғилади.

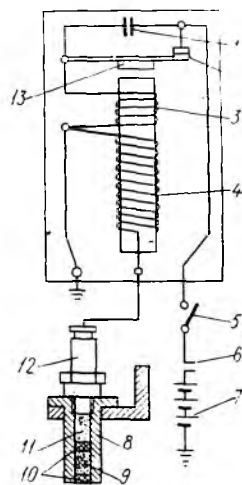
Тормозланиш динамикасининг ўлчагичлари сифатида тормозланиш масофаси  $S_T$  (м), вақт  $t_T$  (сек) ва секинланиш —  $j_a$  ( $\text{м/с}^2$ ) лардан фойдаланилади. Тормозланиш хусусиятларини тўла юкланган автомобилни текис йўлнинг тўғри ва горизонтал участкаларида максимал интенсивлик билан тормозлаб аниқланади. Синаш вақтида шинадаги босим нормал, протектор нақшининг баландлиги 50 % дан ортиқ ейилмаган бўлиши керак.

Тормозланиш масофаси махсус пистолет (148-расм) ёрдамида аниқланади. Пистолет узгичли ёндириш ғалтагидан иборат бўлиб, унинг юқори 4 ва паст 3 кучланишли симлари бор. Узгич 5 тормоз педалидаги контактлар 6 ва пистолет занжирига улайди. Конденсатор 1 контактлар 2 ажралганда ҳосил бўладиган учқунни камайтириш учун хизмат қилади. Пиж 10 порох ва бўёқни патронда ушлаб туради. Тормоз педалини босганда контактлар 6 улашиб, ток аккумуляторлар батареяси 7, узгич контактлари -2, паст кучланишли симлар 3 дан «массага» берилади, натижада ғалтак ўзаги магнитланиб якорь 13 ни тортади. Контактлар ажралиб магнит майдони йўқолади. Юқори кучланишли сим ўрамада ҳосил бўлган индуктив ток ёндириш свечаси 12 га узатилади. Учқун таъсирида порох 11 ёнади, ҳосил бўлган босим патрон 8 даги бўёқ 9 ни йўлга сачратади, натижада тормозланишнинг бошланиш пайти аниқ белгиланади. Автомобиль тўхтагандан сўнг йўлдаги доғдан пистолетгача бўлган масофа тормозланиш масофаси  $S_T$  ни беради. Тормозланиш вақти  $t_T$  ни секундомер билан ўлчаш мумкин.

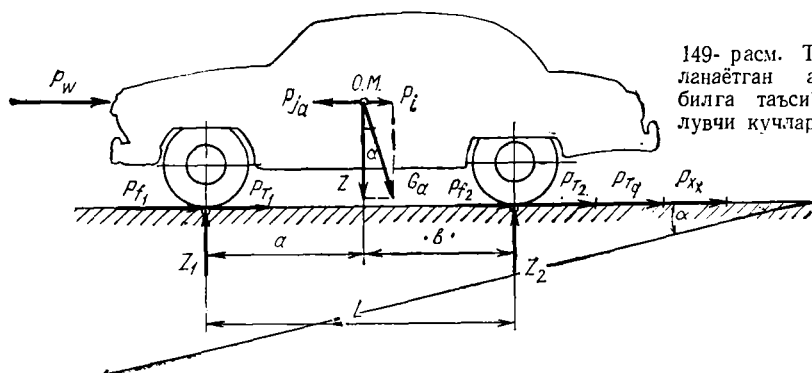
Автомобилнинг тормозланиш вақтидаги максимал секинланиши суяқликли инерцион акселерометр ёрдамида аниқланади. У фақат максимал секинланишни ёки тезланишни ўлчай олади. Тормозланиш вақтидаги секинланишнинг ўзгариши эса «йўл-вақт-тезлик» приборида аниқланади.

## 82- §. ЭФФЕКТИВ ТОРМОЗЛАНИШ ШАРТИ

Тормозланиш даврида автомобилнинг олдинги ва кетинги ғилдирақларига таъсир қилувчи уринма реакцияларни аниқлаш учун унга таъсир этувчи кучларни кўриб чиқамиз (149-расм). Автомобилни тормозлаш уни двигателдан ажратган ҳолда, яъни фақат тормоз системаси ёрдамида амалга оширилса,  $i_{тр} = 0$ ;  $P_{тд} = 0$  бўлади.



148-расм. Тормозлаш йўлини аниқлаш учун мўлжалланган махсус пистолет.



149- расм. Тормозланаётган автомобилга таъсир қилувчи кучлар.

Тормозланиш даврида автомобилнинг тезлиги ва  $\alpha$  бурчаги унча катта бўлмаганлиги учун  $P_w = 0$  ҳамда  $\alpha = 0$  деб қабул қиламиз. Автомобиль тормозланаётган вақтда ҳаракат тенгласининг умумий кўриниши қуйидагича бўлади:

$$P_{f_1} + P_{f_2} + P_{T_1} + P_{T_2} + P_{T_d} + P_{xx} - P_{ja} = 0.$$

$$P_{f_1} + P_{f_2} = P_f \text{ ва } P_{T_1} + P_{T_2} = P_T \text{ бўлгани учун } P_f + P_T + P_{T_d} + P_{xx} - P_{ja} = 0. \quad (44)$$

Тормозловчи кучнинг тормозланиш жараёнида ортиши натижасида уринма реакциянинг қиймати ҳам ошади ва унинг максимал қийматга эришиши тишлашиш кучи  $P_\phi$  га тенглашгунча давом этади, яъни

$$X \leq P_\phi \quad (45)$$

Уринма реакциянинг асосий қиймати тормозловчи куч  $P_T$  дан иборатлиги ва  $P_T \gg P_f$ ,  $P_T \gg P_{ja}$  бўлганлиги учун (45) тенгсизликни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$P_T \leq P_\phi. \quad (46)$$

Бу (46) тенгсизлик автомобилнинг эффектив тормозланиш шартидир. Агар  $P_T < P_\phi$  бўлса, шина билан йўл ўртасида тишлашиш бўйича запас бўлади, бунда автомобилнинг тормозланиши жараёнидаги ҳаракати турғун; ғилдирақлар блокировка\* қилинмаган;  $P_T = P_\phi$  бўлса, шина билан йўл ўртасидаги тишлашиш бўйича запасдан тўла фойдаланилган бўлади, бунда ғилдирақлар блокировка қилиниш чегарасида, автомобилнинг ҳаракати эса нотурғун;  $P_T > P_\phi$  бўлса, ғилдирақлар блокировка қилинган ва фақат сирпаниб ҳаракат қилади, автомобилнинг ҳаракати нотурғун бўлади.

Автомобилнинг тормозланиш системаси ҳосил қилган тормозловчи куч, шина ва йўл ўртасидаги тишлашиш кучидан анча катта бўл-

\* Блокировка — ғилдиракнинг тормозлаш барабани билан колодкасининг жипс-лашиб биргаликда ҳаракатланиши.

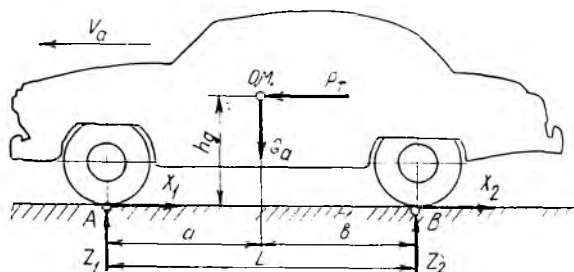
ганлиги сабабли интенсив тормозлаш вақтида автомобиль ғилдираги блокировкаланади ва айланмасдан йўлда сирпанади. Ғилдираклар блокировкаланганида тормоз барабани ва колодкаси жипслашиб бир бутундек ҳаракат қилади ва автомобилнинг кинетик энергиясини енгиш учун сарфланаётган тормозланиш энергияси шинанинг йўлга ишқаланишига сарфланади. Натижада шина температураси кўтарилиб тишлашиш коэффициентининг қиймати камаяди. Шунинг учун ҳам ғилдирак блокировка чегарасида тормозланса, тез тўхтайти, яъни эффектив тормозланади.

Ғилдиракнинг шатаксияётганини текшириш анча қийин, шу сабабли ҳисоблаш формуласида ғилдирак ва йўл ўртасидаги тишлашишдан тўла фойдаланилади,  $\phi$  коэффициентини эса ўзгармас деб олинади.

### 83- §. ТОРМОЗЛОВЧИ КУЧНИНГ УҚЛАР УЎRTАСИДА ТАҚСИМЛАНИШИ

Двигатели трансмиссиядан ажратилган ҳолда ҳаракатланаётган автомобилга таъсир қилувчи кучлар схемасидан фойдаланиб (150-расм), тормозловчи кучнинг ўқлар ўртасида тақсимланишини кўриб чиқамиз. Йўл горизонтал, қаршилик кучлари  $P_1$ ,  $P_w$ ,  $P_{xx}$  ҳисобга

150- расм. Тормозланаётган автомобилга таъсир қилувчи кучлар.



олмаслик даражада кичик, ғилдиракларнинг инерция моментлари нолга тенг деб фараз қиламиз. Тормозланиш даврида тишлашиш коэффициенти тўла ишлатилади.

Шартли равишда  $P_{ja} = P_T$  деб қабул қиламиз, чунки тишлашиш коэффициенти тўла ишлатилганда  $X_1 + X_2 = P_{ja}$  ёки  $P_{T_1} + P_{T_2} = P_{ja}$  дейиш мумкин. Таъсир этувчи куч ва реакцияларнинг  $B$  нуқтага нисбатан мувозанат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$G_d b + P_T h_d - z_1 L = 0$$

Бунда

$$z_1 = \frac{G_d b + P_T \cdot h_d}{L}$$

ва

$$z_2 = \frac{G_d a - P_T \cdot h_d}{L}$$

Кўриниб турибдики, тормозланиш вақтида йўлнинг вертикал реакциялари қайта тақсимланиб олдинги ўқдаги реакция ортади, кетин-

гисид а эса камаяди. Ҳаракатсиз турган автомобиль учун ўқлардаги тормозланиш кучлари қуйидагича бўлади:  $P_{\tau_1} = G_1\varphi$ ;  $P_{\tau_2} = G_2 \cdot \varphi$ .

Ҳаракатдаги автомобиль учун эса:  $P_{\tau_1} = z_1\varphi$ ;  $P_{\tau_2} = z_2 \cdot \varphi$ .

Автомобиль тормозланаётганида  $z_1, z_2$  реакциялар қайта тақсимланганлиги сабабли  $P_{\tau_1}, P_{\tau_2}$  тормозловчи кучлар ўз қийматини ўзгартиради, яъни қайта тақсимланади ва тормозлаш кучининг қайта тақсимланиш коэффициентлари  $\beta_1, \beta_2$  билан аниқланади.

Кетинги ўқ учун  $\beta_2 = \frac{P_{\tau_2}}{P_{\tau}}$ .

Олдинги ўқ учун  $\beta_1 = \frac{P_{\tau_1}}{P_{\tau}} = \frac{P_{\tau} - P_{\tau_2}}{P_{\tau}} = 1 - \beta_2$ .

Тормозлаш кучининг қайта тақсимланиш коэффициенти қийматлари автомобилнинг конструктив параметрларига боғлиқ:

$$\beta_1 = \frac{P_{\tau_1}}{P_{\tau}} = \frac{z_1 \cdot \varphi}{z \cdot \varphi} = \frac{G_a \cdot b + P_{\tau} \cdot h_d}{G_a \cdot L},$$

$$\beta_1 = \frac{b + \frac{P_{\tau}}{G_a} \cdot h_d}{L}.$$

Солиштирма тормозланиш кучи  $\gamma_{\tau} = \frac{P_{\tau}}{G_a}$  бўлганлиги учун

$$\beta_1 = \frac{b + \gamma_{\tau} \cdot h_d}{L}; \quad (47)$$

$$\beta_2 = \frac{a - \gamma_{\tau} \cdot h_d}{L}. \quad (48)$$

Шина билан йўл ўртасидаги тишлашиш коэффициенти тўла ишлатилса, яъни  $P_{\tau_{\max}} = P_{\varphi} = G_a \cdot \varphi$  бўлса, (47), (48) формулалар қуйидагича ёзилади:

$$\beta_1 = \frac{b + \varphi \cdot h_d}{L}; \quad \beta_2 = \frac{a - \varphi \cdot h_d}{L}.$$

Демак, тормозлаш кучи максимал қийматга эга бўлганда ва тишлашиш кучи  $P_{\varphi}$  дан тўла фойдаланилганда солиштирма тормозлаш коэффициенти тишлашиш коэффициентига тенг бўлиб қолади ҳамда тормозлаш кучининг қайта тақсимланиш коэффициентлари автомобилнинг конструктив параметрлари  $a, b, L, h_d$  ва йўлнинг ҳолати  $\varphi$  га боғлиқ бўлади. Автомобилнинг тормозланиш вақтида йўл шароитининг ўзгариши  $P_{\tau}, X, z$  кучлари ўртасидаги ўзаро муносабатни ўзгартириб, тормозланиш процессига маълум даражада таъсир кўрсатади.

Тормозланиш процесси блокировкасиз бўлиши учун  $P_{\tau} \leq P_{\varphi}$  шарт бажарилиши керак. Демак, тишлашиш коэффициентининг қиймати ортиши билан автомобиль ғилдираklarининг блокировкасиз тормозланиш имконияти ортади, турғун ҳаракат қилиш диапазони кўпаяди, тормозланиш эффекти ортади.

Маълумки, автомобилнинг ҳамма ғилдиракларида тормозлаш механизмлари мавжуд. Олдинги ва кетинги ўқдаги тормозловчи кучларнинг қийматлари олдиндан, автомобилни конструкция қилиш давридаёқ белгиланган. Тормозланиш процессида  $z_1, z_2$  реакцияларининг қайта тақсимланиши натижасида олдинги ёки кетинги ўқ олдинроқ блокировкаланиб, тормозланиш эффектига салбий таъсир кўрсатади.

Шундай экан, автомобиль тишлашиш коэффициентининг ҳар қандай қийматида максимал секинланиш билан тормозланиши учун ғилдираклардаги тормозловчи кучлар (ёки уринма реакциялар) ҳар доим вертикал реакцияларга тўғри пропорционал бўлиши шарт, яъни

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (49)$$

Ҳаракат жараёнида, шароитга мос ҳолда автомобиль ҳар хил интенсивликда тормозланиши мумкин. (49) пропорция шаргини қаноатлантириш учун  $\frac{P_{T_1}}{P_{T_2}}$  нисбат ўзгариши керак. Автомобилнинг тормоз-

ланиш механизмини лойиҳалаш вақтида  $\frac{P_{T_1}}{P_{T_2}} = const$  деб қабул қилинади ва тишлашиш коэффициентидан  $P_T$  (ёки  $-j_d$ ) нинг фақат бир қийматида тўла фойдаланилади. Тормозланишнинг бошқа режимларида  $\phi$  дан тўла фойдаланиш фақат олдинги ёки кетинги ғилдиракларда бўлиши мумкин. Бу камчиликини йўқотиш учун янги конструкцияли автомобилларда (ВАЗ-2103, ГАЗ-66 ва бошқаларда) ўққа тўғри келадиган вертикал юкка мос келувчи тормозлаш кучи ҳосил қилувчи автоматлар ишлатилмоқда.

#### 84-§. ТОРМОЗЛАНИШ ПРОЦЕССИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Тормозланиш процессини тадқиқ этиш учун «йўл-вақт-тезлик» ни кўрсатувчи асбобдан фойдаланиб, тормозланиш вақтидаги тезликнинг ( $I$  эгри чизик) ва секинланишнинг ( $2$  эгри чизик) осциллограммаларини (151-расм) кўриб чиқамиз. Автомобилнинг қаршисида тўсиқ пайдо бўлиш пайти  $CC$  чизиги билан белгиланади.

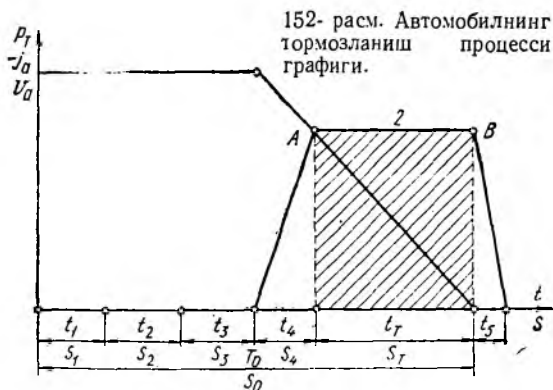
Осциллограммани тадқиқ этиш осон бўлиши учун тезлик ва секинланишнинг ўзгаришини график шаклда тасвирлаймиз (152-расм). Бу графикда:

$t_1$  — ҳайдовчи тўсиқни кўриб, тормозлаш зарурлиги ҳақида қарор қабул қилгунча кетган вақт, яъни ҳайдовчининг реакцияси учун зарур бўлган вақт;  $t_1 = 0,3 \dots 1$  с;

$t_2$  — ҳайдовчи оёғини дроссель педалидан олиб тормоз педалига қўйиши учун кетган вақт;







$t_3$  — тормоз юритма-сидаги иш суюқлиги (ёки ҳаво) инерциясини ҳамда люфтларни йўқотиш учун кетган вақт, гидравлик юритма учун  $t_3 = 0,2...0,3$ ; пневматик юритма учун  $t_3 = 0,3...1,3$ ; автопоезд тормозининг юритмаси учун  $t_3 = 2...2,5$  с;

$t_4$  — тормозловчи кучнинг  $P_{Tmax}$  (А нуқта) га ча ўсиши учун зарур бўлган вақт,  $t_4 = 0,5$  с;

$t_T$  — тормозлаш учун кетган вақт;

$t_5$  — автомобиль тўхтагандан сўнг, системада босим нолгача қайта кетган вақт.

Ҳайдовчининг реакцияси унинг соғлиғига, асабига ва бошқаларга боғлиқ. Айниқса, спиртли ичимлик истеъмол қилган ҳайдовчининг реакция вақти  $t_1$  катта қийматга эга бўлади, натижада ҳаракат хавфсизлиги таъминланмайди.  $t_2$  вақт ҳам ҳайдовчининг реакцияси билан боғлиқ бўлиб, маълум интервалда ўзгаради. Тормоз юритмасидаги люфтларни йўқотиш учун кетган вақт  $t_3$  суюқлик сиқилмаганлиги ва ҳавонинг сиқилиши мумкинлиги сабабли гидравлик юритма учун кам, пневматик юритма учун эса катта қийматга эга. Автопоезднинг умумий узунлиги катта бўлганлигидан пневматик юритманинг ишлаши учун кўп вақт кетади.  $t_4$  вақт ҳайдовчи автомобилни бошқаришининг индивидуал услуби ва тормозлаш вақтидаги шароитига боғлиқ. Автомобилни тормозлашга кетган вақт  $t_T$  филдираклар блокировка қилинган дақиқадан автомобиль тўхтагунча ўтган вақт билан ўлчанади. Блокировка қилинган филдирак йўлда фақат сирпаниб ҳаракатланади ва шунинг учун ҳам қора из қолдиради.  $t_T$  вақтининг қиймати тормозланиш бошланмасдан олдинги тезликнинг қиймати, йўлнинг умумий қаршилиқ коэффициентини билан боғлиқ факторлар (йўлнинг типини, об-ҳаво шароитини ва ҳ. к.) га, автомобил массасига ва бошқаларга боғлиқ. Бундан ташқари ҳаракат хавфсизлиги ва эффектив тормозланиш масалаларини ҳал этишда автомобиль бутунлай тўхташи учун кетган вақт  $T_0$  ва масофа  $S_0$  каби параметрлар ишлатилади. Бунда  $T_0$  — ҳайдовчи тўсиқни кўргандан автомобилни тўхтагунча кетган вақт, с;  $S_0$  — ҳайдовчи тўсиқни кўргандан автомобилни тўхтагунча ўтилган масофа, м.

Бу қийматлар қуйидагича ифодаланади:  $T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_T$ , с;

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_T, \text{ м.}$$

Бу ерда:  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_T$  —  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_T$  вақтларда ўтилган

масофалар.  $T_0$ ,  $S_0$  параметрларни аниқлаш қийин бўлгани учун қунидаги эмпирик формуладан фойдаланиш тавсия этилади:

$$S_0 = \frac{v_n}{3,6} (t_1 + t_2 + t_3) - 1,63 \cdot t_4 \cdot \varphi + \frac{(v_n - 17,7 \cdot \varphi \cdot t_4)^2}{254 \cdot \varphi}, \text{ м}; \quad (50)$$

бу ерда  $v_n$  — тормозланиш бошланишидаги автомобилнинг тезлиги, км/соат. ГАИ нинг техникавий ҳужжатларида  $t_1$  ва  $S_T$  ларнинг қийматлари қайд қилинган ва улар автомобилнинг эффектив тормозланишини кўрсатувчи фактор ҳисобланади.

#### 85- §. ТОРМОЗЛАНИШ ВАҚТИ ВА ЙЎЛИ

Юқорида айтилганидек, автомобилнинг тормозланиш баланси тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$P_{ja} = - (P_T + P_w + P_{T.d} + P_{x.}). \quad (51)$$

Тенгламада  $P_{ja}$  автомобилни олдинга ҳаракатлантирувчи инерция кучидир, тормозланиш даврида бу кучни сўндириб, автомобилни тўхтатилади. Тормозланиш баланси тенгламасидан фойдаланиб, тормозланиш вақти ва масофаси ифодаларини аниқлаймиз. Тормозланишда двигатель трансмиссиядан ажратилган ( $P_{T.d} = 0$ ), трансмиссиянинг қаршилиги ҳисобга олмаса бўладиган даражада кам ( $P_{x.x} = 0$ ) ва ҳавонинг қаршилиги жуда кичик ( $P_w = 0$ ) деб фараз қилинади.

Маълумки,

$$P_{ja} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a \cdot \delta_n = \frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \cdot \frac{dv_a}{dt}. \quad (52)$$

(52) тенгламани (51) тенгламадаги қиймати ўрнига қўямиз:

$$\frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \frac{dv_a}{dt} = - (P_T + P_\psi).$$

Бу тенгламанинг чап ва ўнг томонларини ҳадма-ҳад  $G_a$  га бўламиз:

$$\frac{P_T}{G_a} = \gamma_T; \quad \frac{P_\psi}{G_a} = \psi$$

бу ерда  $\gamma_T$  — солиштирма тормозланиш кучи эканлигини ҳисобга олсак, тормозланиш вақти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$dt = - \frac{dv_a \cdot \delta_n}{(\gamma_T + \psi) \cdot g}. \quad (53)$$

Бу ифодани тормозланиш бошланиши  $v_n$  дан автомобиль тўхтагунча  $v_k$  тезликлар қиймати интервалида интегралласак,

$$t_T = \frac{v_n - v_k}{g(\gamma_T + \psi)} \quad (54)$$

бўлади.

Бу ифода тормозланиш вақтини аниқлашга имкон бериб,  $v_n$ ,  $\gamma_T$ ,  $\psi$  параметрларга боғлиқ. Солиштирма тормозланиш кучи  $\gamma_T$  ва йўлнинг

умумий қаршилиги қанча катта бўлса, тормозланиш вақти шунча кичик бўлади.

Тормозланиш вақтида босиб ўтилган масофа  $S_T$  қуйидагича топилади:

$$v_a = \frac{ds}{dt}; \quad ds = v_a \cdot dt$$

Бу ифодага  $dt$  нинг қийматини қўйиб, уни интеграллаймиз:

$$S_T = \frac{v_H^2 - v_K^2}{2g(\gamma_T + \psi)}. \quad (55)$$

Солиштирма тормозланиш кучи  $\gamma_T$  ва йўлнинг умумий қаршилиги қанчалик катта бўлса, автомобилнинг тормозланиш масофаси шунчалик қисқа бўлади.

(54) ва (55) формулалар автомобилнинг тормозланиш вақтидаги умумий ҳаракатини ифодалаб, уларнинг қуйидаги хусусий ҳоллари бўлиши мумкин:

1)  $v_K = 0$  бўлса, яъни автомобиль бутунлай тўхтагунча тормозланса:

$$t_T = \frac{v_H}{g(\gamma_T + \psi)}, \quad S_T = \frac{v_H^2}{2g(\gamma_T + \psi)}, \quad (56)$$

2) агар автомобиль горизонтал йўлда ҳаракатланаётганида тормозланса ( $\alpha = 0$ ,  $\psi = f$ ):

$$t_T = \frac{v_H}{g(\gamma_T + f)}; \quad S_T = \frac{v_H^2}{2g(\gamma_T + f)}; \quad (57)$$

3) агар  $P_T = P_\Phi$  ва  $\gamma_T = \Phi$  бўлса, яъни ғилдиракнинг йўл билан тишлашиш кучидан тўла фойдаланилса:

$$t_T = \frac{v_H}{g(\Phi + f)}; \quad S_T = \frac{v_H^2}{2g(\Phi + f)}; \quad (58)$$

4) агар  $\Phi \gg f$  бўлса,  $f \approx 0$  деб қабул қилиш мумкин, бу ҳолда

$$t_T = \frac{v_H}{g \cdot \Phi}, \quad S_T = \frac{v_H^2}{2 \cdot g \cdot \Phi}. \quad (59)$$

Формулаларнинг хусусияти шундан иборатки, улар статик тормозланиш процессини характерлаб  $t_T$ ,  $S_T$  ларни ўзгармас тормозланиш кучи таъсиридаги қийматларини аниқлайди.

Ҳисоблаб топилган  $t_T$ ,  $S_T$  ларнинг қийматларини тажриба йўли билан аниқланган қийматларга яқинлаштириш мақсадида Д. П. Великанов формулаларга тормозланишнинг эффективлик коэффициенти  $K_3$  ни киритишни таклиф этди:

$$t_T = \frac{v_H K_3}{3,6 \cdot g \cdot \Phi} \text{ с}, \quad S_T = \frac{v_H^2 \cdot K_3}{26 \cdot g (\gamma_T + \psi)} \text{ м}, \quad (60)$$

Енгил автомобиллар учун  $K_3 = 1,2$ ; юк автомобиллари учун  $K_3 = 1,3 \dots 1,4$ .

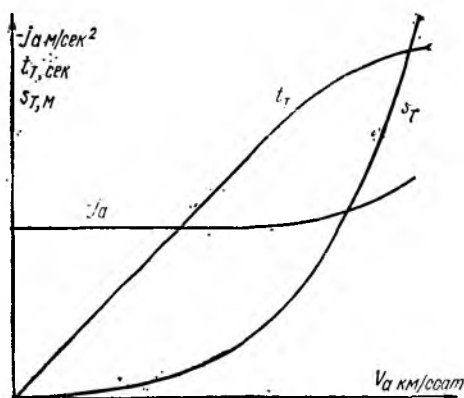
Тормозланиш процесси ўзгарувчан бўлганлиги учун, бу формула-лар ҳаракат жараёнидаги тормозланиш процессини тўла акс эттир-майди. Шунинг учун тормозланиш вақти ва масофасининг— $j_a = f(v)$  ҳамда  $t = f(v_a)$  эгри чизиқларини график интеграллаш усули билан ҳам аниқланади. Тормозланиш вақтини аниқлаш учун тормозланиш баланси тенгламаси— $j_a$  га нисбатан ечилиб, — $j_a = f(v_a)$  графиги чизи-лади. Графикдан тезликнинг бир нечта қийматлари учун — $j_a$  аниқ-ланади ва ҳар бир тезликлар интервалида секинланишнинг ўртача қиймати топилади.

$\Delta t = \frac{\Delta v}{3,6j_{a, \text{ур}}}$  формуладан фойдаланиб, ҳар бир интервал учун  $\Delta t_1, \Delta t_2; \Delta t_3, \dots$  вақтлар аниқланади, уларнинг йиғиндиси тормозла-ниш вақтини беради:  $t_T = \Delta t_1 + \Delta t_2 +$

Тормозланиш масофасини аниқлашда изоҳланган усул-дан  $t = f(v_a)$  нинг графигини тузишда фойдаланилади, ле-кин ҳар бир тезликлар ин-тервалида автомобиль текис секинланади деб қабул қи-линади.  $\Delta S = \frac{v_{\text{ур}} \cdot \Delta t}{3,6}$  формула

ёрдамда тезлик интервалла-рида ўтилган  $\Delta S_1; \Delta S_2, \Delta S_3, \dots$  йўллар аниқланиб, уларнинг йиғиндиси  $S_T$  ни беради.

$t_T = f(v_a), S_T = f(v_a)$  ларнинг графиклари 153-расмда кўр-сатилган. Графикларда  $P_1, P_w, P_x, x$  кучларнинг таъсири ҳам ҳисобга олинган. Йўл ҳара-кати қондаларида кўрсатилган тормозланиш масофаси ва секинла-нишнинг норматив қийматлари 19-жадвалда келтирилган.



153- расм. Тормозланишдаги вақт, йўл, тезланиш.

19- ж а д в а л

Гранспорт воситаси	Тормозланиш масофа-си, энг кўпи билан (м)	Максимал секинланиш, камида (м/с <sup>2</sup> )
Енгил автомобиллар ва шулар асосида ясалган автомобиллар	7,2	5,8
Рухсат этилган максимал вазни 8 т гача бўлган юк автомобиллари, шунинг-дек, улар асосида ясалган автопоездлар; узунлиги 7,5 м гача бўлган автобуслар	9,5	5,0
Рухсат этилган максимал вазни 8 т дан катта бўлган юк автомобиллари, шунинг-дек, улар асосида ясалган автопоездлар; узунлиги 7,5 м дан катта бўлган автобуслар	11,0	4,2

86- §. АВТОМОБИЛНИ ДВИГАТЕЛЬ ТРАНСМИССИЯДАН  
АЖРАТИЛМАГАН ҲОЛДА ТОРМОЗЛАШ

Автомобилни тормозлаш учун баъзан двигатель тирсакли валининг мажбурий айлантрилиши натижасида ҳосил бўладиган қаршилиқдан ҳам фойдаланилади. Бунда автомобиль асосий тормозлаш механизми ёрдамида ва двигателда ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ҳисобига тўхтатилади. Автомобилни двигатель трансмиссиядан ажратилмаган ҳолда тормозланса, ҳайдовчи дроссель педалидан оёғини олиб, тормоз педалига босади. Агар автомобиль тормозланмасдан олдин двигательнинг тирсакли вали етакчи гилдиракни айлантирса, дроссель-заслонка ёпиқлиги сабабли тирсакли валнинг айланиш сони камайиб, катта тезликда айланаётган етакчи гилдирак трансмиссия орқали тирсакли вални айлантиради. Двигателда вужудга келган ишқаланиш ҳисобига қўшимча тормозлаш кучи  $P_{т.д}$  ҳосил бўлади. Тормозлашнинг бу усулидан автомобиль қандай тезлик билан ҳаракатланаётганда фойдаланиш қулай эканлигини кўриб чиқайлик. Бунинг учун двигатель трансмиссиядан ажратилган ва ажратилмаган ҳолларда автомобилни тормозлашнинг секинланиш миқдорига қандай таъсир кўрсатишини кўриб чиқиш зарур.

Тормозланиш баланси тенгламаси (43) да двигатель трансмиссиядан ажратилган ҳол учун  $P_{т.д} = 0$  деб, уни  $-j_a$  га нисбатан ечамиз:

$$-j_a = \frac{P_T + P_\psi + P_w + P_{x.x}}{G_a \delta_n} \cdot g. \quad (61)$$

$\delta_n$  — двигатель трансмиссиядан ажратилгандаги айланма ҳаракатланувчи массалар таъсири коэффиценти.

Автомобилни двигатель трансмиссиядан ажратилмаган ҳолда тормозланса, тормозланиш баланси тенгламасидан секинланиш миқдори қуйидагича аниқланади:

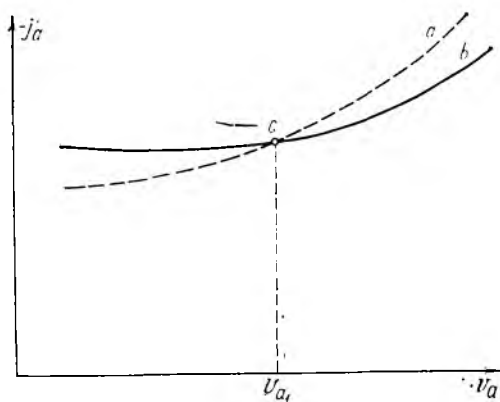
$$-j_{ac} = \frac{P_{т.д} + P_T + P_\psi + P_w + P_{x.x}}{G_a \delta_{вр}} \cdot g; \quad (62)$$

$\delta_{вр}$  — двигатель трансмиссиядан ажратилмаганда айланма ҳаракатланувчан массалар таъсири коэффиценти.

(61), (62) тенгламаларни бир автомобиль учун уларга аниқ қийматларини қўйиб ечсак, 154- расмдаги график ҳосил бўлади; графикдаги туташ чизиқ двигатель трансмиссиядан ажратилган, штрих чизиқ эса ажратилмаган ҳол учун аниқланган.

Графикдан кўриниб турибдики, двигатель трансмиссиядан ажратилмаган ҳолда автомобилни  $V_{a1}$  дан катта тезликларда тормозлаш эффектли бўлиб, секинланиш миқдори катта бўлади. Бунга сабаб шуки, (62) формулага асосан  $V_a$  ортиши билан  $P_{т.д}$  ҳам ортади, лекин ҳар доим  $\delta_{вр} > \delta_n$  бўлгани учун кичик тезликларда  $-j_{ic} < -j_a$  бўлади. Демак, двигатель трансмиссиядан ажратилмаган ҳолда автомобилни тормозлаш бошланғич тезлик катта бўлганда ва кичик узатмада қўлланилиши зарур. Бундай тормозлаш усулининг афзаллиги шундаки, у тормозлаш механизмидаги зўриқишни камайтиради ва айниқса, те-

паликлардан тушишда самарали бўлади. Ғилдирак билан йўл ўртасида тишлашиш кучи кам бўлганда, ҳатто  $C$  нуқтадан чап томондаги тезликларда двигателни трансмиссиядан ажратмаган ҳолда тормозлаш мақсадга мувофиқ, чунки тормозлаш кучи етакчи ғилдирақлар ўртасида бир текис тақсимланиб, автомобилнинг кўндаланг турғунлигини яхшилайди. Амалда тормоз педалини вақт-вақти билан босиб, қўйиб кбориб тормозлаш маъқул. Шунда ғилдирақлар сирпаниш даражасига бормайди, уларнинг тишлашиш кучи камаймайди. Бу усул эса ҳайдовчидан катта маҳорат талаб этади.



154- расм. Двигатель трансмиссиядан ажратилмаган (a) ва ажратилган (b) ҳолда тормозлашда секинланишнинг ўзгариши.

Бу усул эса ҳайдовчидан катта маҳорат талаб этади.

#### 87- §. АВТОТЕХНИКАВИЙ ЭКСПЕРТИЗА ТЎҒРИСИДА ТУШУНЧА

Йўл транспорт ҳодисаларини автомобиль транспорти мутахассислари томонидан илмий-техникавий текшириш автотехникавий экспертиза деб аталади. Автомобилнинг махсус қондаларига хилоф ҳаракати натижасида йўловчиларни жароҳатлаши, бошқа транспортни уриб кетиши, автомобилнинг тўсиқларга дуч келиши ва бошқалар *йўл-транспорт ҳодисалари* дейилади.

Экспертиза ўтказишдан асосий мақсад, содир бўлган ҳодисанинг асосий сабаблари ва сабабчиларини аниқлашдир. Шунинг учун бу иш жуда масъулиятли ҳисобланади.

Йўл транспорт ҳодисалари содир бўлгандан сўнг ҳайдовчи қуйидагиларни бажариши шарт: автомобилни тўхтатиб, ҳодисага тегишли предметларни жойидан қўзғатмасдан ГАИга хабар қилиб, унинг келишини кутиши; жароҳатланган кишилар бўлса, уларни касалхонага жўнатиши; шу ерда ҳодисани кўрган кишилар адреси, фамилиясини ёзиб олиши ва ҳ. к.

Ҳодиса бўлган ерга ГАИ ходимлари келгандан кейин шароитни текшириб, схема тузади ва протокол ёзади. Протоколда кўринишининг яхши-ёмонлиги, ҳаво температураси, йўлнинг ёритилиши, кенглиги ҳамда қопламасининг ҳолати ва ҳ. к. лар қайд қилинади.

Ҳодисани батафсил тасвирлиш учун воқеа содир бўлган жой, транспорт воситалари, жароҳатланганлар моддий исбот тариқасида расмга олинади.

Тузилган протоколга воқеа содир бўлган вақт, кун, ҳайдовчи тўғрисидаги ахборот, адреслар, жароҳатланган кишининг аҳволи ва ҳ. к. лар ёзилади ва текширувчи, ҳайдовчи, шу воқеани кўрган икки киши

қўл қўяди. Бундан ташқари, транспортнинг техникавий ҳолати акс эттирилган акт тузилади.

Шу олинган материалларга асосан йўл транспорт ҳодисаси сабабларини аниқлаш мақсадида бўладиган суд учун зарур қуйидаги автотехникавий, дактилоскопик, психиатрик, химиявий, биологик ва ҳ. к. экспертизалар ўтказилиши мумкин.

Автотехникавий экспертиза йўл-транспорт ҳодисаси айибдорларини аниқлашда катта аҳамиятга эга бўлганлиги учун, уни батафсил кўриб чиқамиз. Экспертиза материаллар билан шуғулланар экан қуйидаги масалаларни ҳал этиши керак. Автомобилни тўхтатиш учун зарур бўлган масофа ва вақтни ҳамда йўл транспорт ҳодисаси содир бўлмаслик учун имкониётлар бор-йўқлигини аниқлаш зарур. Тормозланиш масофасига асосан автомобилнинг ҳақиқий тезлиги, унинг шикастланган жойларининг характери сабаблари; бундан ташқари шикастланишнинг содир бўлган воқеа билан боғлиқлигини аниқлаш; етказилган шикастнинг нархи; ҳайдовчи ёки йўловчи томонидан йўл ҳаракати қондасининг бузилганлигини исботлаш керак.

Масалани аниқроқ тушуниш учун ҳайдовчи ва йўловчи иштирокида бўлган йўл-транспорт ҳодисасини кўриб чиқамиз.

40 ёшлардаги йўловчи В. йўлнинг рухсат этилмаган еридан чолиб ўтиб кетмоқчи эди. Йўлдан эса йўловчига қарши 50 км/соат тезлик билан ВАЗ-2103 автомобиль келмоқда. Йўловчи 4 м юрганидан сўнг автомобиль уни уриб кетди. Чақирилган ГАИ ходими тормозланиш масофаси йўловчи урилган ердан бошланганлигини аниқлади. Воқеа содир бўлган йўл горизонтал, асфальт, қуруқ эди. Автотехникавий экспертизаси агар ҳайдовчи ўз вақтида автомобильни тормозлаганда, йўловчини уриб кетмаслиги мумкин ёки мумкин эмаслигини аниқлаши керак. Масалани ҳал этиш учун қуйидаги ҳисоблар қилинади:

1) Агар уришгача йўловчининг тезлиги 4 м/с бўлса, у 4 м йўлни қанча вақтда ўтиши аниқланади.

$$t_{\text{н}} = \frac{S_{\text{а}}}{V_{\text{н}}} = \frac{4 \text{ м}}{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 1 \text{ с}$$

2) Йўловчи кўчадан ўтгунга қадар автомобиль уни уриб кетган ердан қанча масофадалиги топилди. Автомобилнинг тормозланиш изи йўловчи урилган ердан бошланганлиги учун унинг тезлиги  $v_{\text{а}} = 50$  км/соат ёки 13,9 м/с бўлган. Йўловчининг ургунга қадар 1 с кунд вақт ичида автомобиль қуйидаги йўлни ўтади:

$$S_{\text{а}} = v_{\text{а}} \cdot t_{\text{н}} = 13,9 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ с} = 13,9 \text{ м}$$

Автомобилни тўхтатиш учун зарур бўлган ёки ҳайдовчи тўсиқни кўриб автомобилни тўхтатгунча ўтилган йўл  $S_0$  қуйидагича аниқланади:

$$S_0 = (t_1 + t_3) \frac{v_{\text{а}}}{3,6} + \frac{K_{\text{э}} \cdot v_{\text{а}}^2}{254(\varphi + i)}$$

$$K_3 = 1,2;$$

$$t_1 = 0,8с;$$

$$t_3 = 0,25с,$$

$$\varphi = 0,65;$$

$$i = 0;$$

$$S_0 = (0,8 + 0,25) \frac{50}{3,6} + \frac{1,2 \cdot 50^2}{254 \cdot 0,65} = 32,8 \text{ м.}$$

Шундай қилиб, автомобилни тўхтатиш учун 32,8 м йўлни ўтиш керак, лекин йўловчи ундан 13,9 м масофада бўлган. Демак, автотехникавий экспертиза, ҳайдовчи йўл-транспорт ҳодисаси содир бўлишини олдини ололмас эди, деган хулосага келади.

#### 88-§. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВАҚТИДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ ТОРМОЗЛАНИШ ДИНАМИКАСИГА ТАЪСИРИ

Автомобиль тормозланиш системасининг ишдан чиқиши ёки қониқарсиз ҳолатда бўлиши йўл транспорт ҳодисасига олиб келиши мумкин. Статистик маълумотларига кўра, инсон фаолиятига зарар етказадиган ва катта моддий йўқотилишларга олиб келадиган йўл-транспорт ҳодисаларининг 15% га яқини тормозланиш системасининг қониқарсиз ишлашидан келиб чиқади.

Тормозланиш процесси тормоз барабани билан колодка устқўйма-сининг бир-биринга ишқаланиши натижасида ҳосил бўладиган тормозлаш кучи ҳисобига содир бўлади. Ишқаланиш натижасида колодка устқўймаси ейилиб, тормоз барабани билан устқўйма ўртасидаги зазор катталашади ва натижада тормозлаш эффекти камайтирилади.

Барабан билан колодка устқўймаси ўртасидаги зазорнинг нормадан 0,5 мм га ошиши тўта юкланган пневматик юритмали *ЗИЛ-130* автомобили учун тормозланиш масофасини 20% га оширади.

Гидравлик юритмали автомобилларда тормоз барабани билан колодка ўртасидаги зазорга қараб тормоз педалининг йўли ҳам катталашади, натижада тормозланиш механизмини ишлатиш вақти узаяди. Масалан, *ПАЗ-672* автобусини тормозлашда барабан билан колодка устқўймаси ўртасидаги зазор 0,25 мм бўлса, тормоз юритмасининг ишга тушиш вақти 0,16 0,25 с, агар зазор 0,5 мм бўлса, 0,4 0,45 бўлади.

Автомобилни эксплуатация қилиш вақтида тормозланиш механизмига мой, сув кириб, тормозланиш моментининг камайишига сабаб бўлади, натижада тормозланиш динамикаси ёмонлашади. Бу ҳол бўлмаслиги учун тормозланиш механизми ўз вақтида техникавий кўриқдан ўтказилиши керак.

Автомобиль тормозланиш механизмида ҳосил бўлган моментининг эффектив ишлатилиши йўл ва шина протекторининг ҳолатига, уларнинг бир-бири билан тишлашиш шаронтига боғлиқ. Янги қурилган йўлнинг устида майда нотекисликлар бўлгани учун бу йўл шина билан яхши тишлашади, демак, тишлашиш коэффициенти  $\varphi$  ортади. Агар шина протектори ейилган бўлса, тишлашиш коэффициенти  $\varphi$  ка-



майиб, автомобилнинг тормозланиш динамикасига салбий таъсир этади, чунки тормозланиш кучидан тўлиқ фойдаланиш имкони камаяди.

#### IV бобга доир масалалар

1. Ҳаракатсиз турган автомобилнинг олдинги ўқига 10000 Н, кейинги ўқига 20000 Н оғирлик кучи тўғри келади. Тишлашиш коэффициентини 0,6 деб қабул қилинса, ўқлардаги тормозланиш кучлари топилсин.

Жавоб:  $P_{T_1} = 6000$  Н,  $P_{T_2} = 1200$  Н.

2. Оғирлик марказидан автомобилнинг олдинги ўқигача бўлган оралиқ 1,1 м, кейинги ўқигача бўлган оралиқ 1,3 м, оғирлик марказининг баландлиги 0,5 м, солиштирма тормозланиш кучи 0,6 бўлган ҳаракатдаги автомобилъ тормозлаш кучларининг қайта тақсимланиш коэффициентлари аниқлансин.

Жавоб:  $\beta_1 = 0,666$ ;  
 $\beta_2 = 0,334$ .

3. Тишлашиш коэффициентини 0,65; йўлнинг умумий қаршилик коэффициентини 0,18; солиштирма тормозланиш кучи 0,52; тормозланиш эффективлигининг эксплуатацион коэффициентини 1,2. 70 км/соат тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг тормозланиш вақти ва масофасини аниқланг.

Жавоб:  $t_T = 3,67$  с  
 $S_T = 33$  м.

#### V б о б

### АВТОМОБИЛНИНГ ЁНИЛҒИ ТЕЖАМҚОРЛИГИ

#### 89- §. АВТОМОБИЛНИНГ ЁНИЛҒИ ТЕЖАМҚОРЛИГИ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА УЛЧАГИЧЛАРИ

Автомобилни ҳаракатлантириш учун зарур бўладиган ёнилғининг қиймати юк ташишдаги барча харажатларнинг 10 .. 15 % ини ташкил қилади, шунинг учун ёнилғидан унумли фойдаланиш ва исрофгарчиликка йўл қўймаслик зарур. Ёнилғи сарфи автомобилнинг конструкцияси ва техникавий ҳолатига, йўл ва иқлим шароитига, ҳайдовчининг маҳоратига, юк ташишни тўғри ташкил этишга боғлиқ.

Ёнилғи тежамқорлиги кўрсаткичларининг бир қисми автомобилнинг техникавий ҳолатига, иккинчи қисми эса юк ташиш процессини ташкил қилишга боғлиқ. Ёнилғи тежамқорлиги кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат:

1. Бир соатда сарфланган ёнилғи:

$$Q_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot g_{\text{е}}}{1000}; \quad (63)$$

бу ерда:  $Q_{\text{ч}}$  — соатига сарфланадиган ёнилғи,  $\frac{\text{кг}}{\text{соат}}$ ;

$g_{\text{е}}$  — ёнилғининг солиштирма сарфи,  $\frac{\text{г}}{\text{о. к. соат}}$ .

2. 100 км йўлни ўтишга сарфланган ёнилғи:

$$Q_{100} = \frac{N_d \cdot g_e}{10 \cdot v_a \text{ ўр}} \frac{\text{л}}{100 \text{ км}};$$

бу ерда  $v_{\text{ўр}}$  — ҳаракат шароитидаги ўртача тезлик, км/соат.

3. Йўл бирлигига сарфланган ёнилғи  $Q_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{v_a}, \frac{\text{кг}}{\text{км}}$ .

4. Бажарилган транспорт ишига сарфланган ёнилғи

$$Q_{\text{т}} = \frac{g_{\text{т}}}{A} \frac{\text{кг}}{\text{т} \cdot \text{км}};$$

бу ерда:  $g_{\text{т}}$  — транспорт ишини бажариш учун кетган вақт давомида сарфланган ёнилғи; кг;

$A$  — бажарилган транспорт иши.

Автомобилнинг ёнилғи тежамкорлигини бажарилган транспорт ишига сарфланган ёнилғи миқдори орқали аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Амалда, 100 км йўлга сарфланган ёнилғи миқдорини ва автомобиль двигателининг ёнилғи тежамкорлигини аниқлашда соатига сарфланган ёнилғи миқдори  $Q_{\text{ч}}$  дан фойдаланилади. Қуввагаар баланси тенгламасидан қуйидаги маълум:

$$N_g = \frac{N_{\kappa}}{\eta_{\text{т}}} = \frac{N_{\psi} + N_w + N_{j_a}}{\eta_{\text{т}}} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot v_a}{270} + \frac{W \cdot v_a^3}{3500} + \frac{G_a \cdot j_a \cdot \delta_{\text{вр}} \cdot v_a}{270 \cdot g}.$$

Топилган қийматни (63) тенгламага қўйиб, қуйидаги ифодани оламиз:

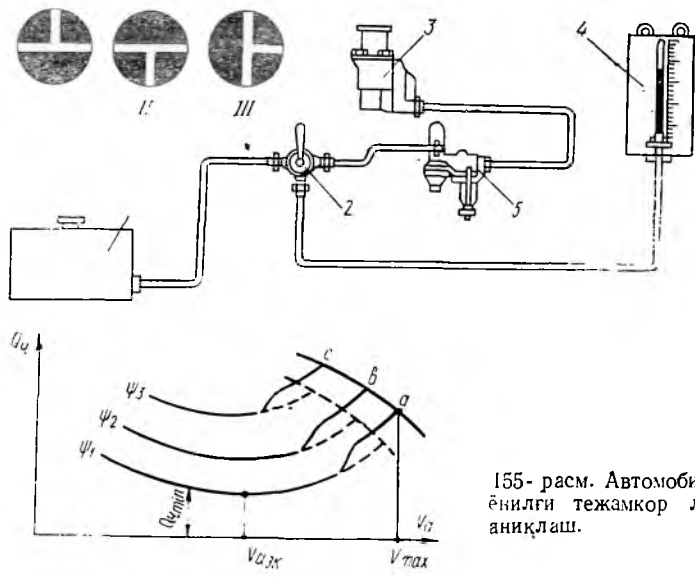
$$Q_{\text{ч}} = \frac{g_e(G_a \cdot \psi \cdot v_a + \frac{W \cdot v_a^3}{13} + \frac{G_a}{g} j_a \cdot \delta_{\text{вр}} \cdot v_a)}{270 \cdot \eta_{\text{т}} \cdot 1000} \frac{\text{кг}}{\text{соат}}; \quad (64)$$

(64) тенгламанинг камчиликларидан бири шуки,  $g_e$  ўзгармас деб қабул қилинган. Аслида  $g_e$  ўзгарувчан миқдор бўлиб, автомобиль тезлиги  $v_a$  га боғлиқ. Юқоридаги сабабга кўра, амалда ёнилғи тежамкорлиги характеристикаси ишлатилади.

#### 90-§. ЁНИЛҒИ ТЕЖАМКОРЛИГИ ГРАФИГИ

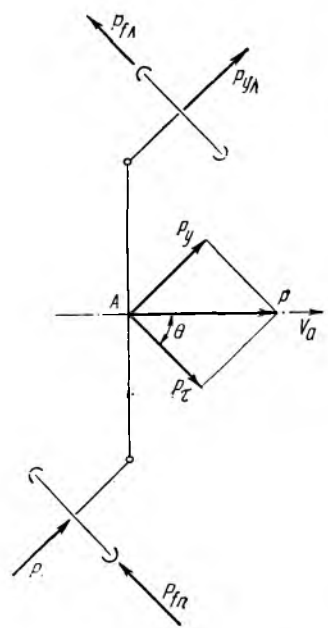
Турли йўл шароитларида (яъни  $\psi$  ўзгарганда) соатига сарфланган ёнилғи миқдори  $Q_{\text{ч}}$  билан тезлик орасидаги боғланиш графиги ёнилғи тежамкорлиги характеристикаси дейилади. Бу графикни академик Е. А. Чудаков тавсия этган. Ёқилғи тежамкорлиги графигини қуриш учун автомобиль махсус приборлар билан жиҳозланади ва йўл шароитида синовдан ўтказилади.

ГОСТ бўйича синаш 1 км узунликдаги йўлнинг горизонтал, қаттиқ қопламали қисмида ўтказилиши, автомобиль эса тўла юкланган бўлиши шарт. Автомобилга тажриба бошланишига қадар бўлган йўл участкасида тезлик (20, 30, 40, км/соат) берилади ва ўлчаш участкасини кесиб ўтиш пайтида тажриба ўтказувчилар секундомерни



155- расм. Автомобилнинг ёнилғи тежамкор лигини аниқлаш.

юргизиб уч йўллик жўмакни I ҳолатдан III ҳолатга ўтказадилар (155-расм, а). Ёнилғи карбюратор 3 га шкалали мензурка 4 орқали берилди. Текис ҳаракатланаётган автомобиль ўлчаш участкасининг охирига кесиб ўтганда секундомер тўхтатилади. Жўмак II ҳолатдан I ҳолатга қайтарилади. Мензуркадаги ёнилғи сатҳининг камайган қисми (ҳажми) автомобиль 1 км масофани ўтишига сарфланган ёнилғи миқдорини кўрсатади. Шу тарзда барча тезликлар учун сарфланган ёнилғи миқдорини топиб,  $Q_u = f(v_u)$  боғланишнинг йўл қаршилигига мос қийматлари аниқланади (155-расм, б).



156- расм. Бошқарилувчи олднинг ўққа таъсир қилувчи кучлар.

да эришиши мумкин бўлган максимал тезликкача , авом эттирилади. Тажриба йўлининг  $\psi_2, \psi_3$  қаршиликларга эга бўлган участкаларида қайтарилса, соатига сарфланган ёнилғи билан тезлик ўртасидаги боғланиш, яъни ёнилғи тежамкорлиги графиги қурилади. Бу график ёрдамида автомобилдан фойдаланиш даврида учрайдиган кўпгина масалаларни ечиш мумкин. Берилган йўлда сарфланган ёнилғининг минимал миқдори  $Q_{u_{min}}$  га мос келадиган тезлик  $v_{u_{max}}$  ни, яъни тежамли тезликни ва йўлнинг берилган қаршилигига мос равишда максимал тезлик  $v_{u_{max}}$  ни аниқлаш мумкин. Агар графикни дизель

ўрнатилган автомобиль учун қурсак унинг шакли ўзгармайди. Графикнинг ўнг томонидаги чизиқлар шаклининг ўзгариши автомобиль максимал тезликка эришганда карбюратор экономайзери ишга тушганини билдиради.

#### 91-§. АВТОМОБИЛДА ЁНИЛҒИ САРФЛАШ НОРМАЛАРИ

Ёнилғи сарфлашнинг икки хил нормаси бор: чизиқли  $\left(\frac{\text{л}}{100 \text{ км}};\frac{\text{кг}}{\text{км}}\right)$  ва солиштирма сарфлаш нормаси  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{т} \cdot \text{км}};\frac{\text{кг}}{\text{йўловчи} \cdot \text{км}}\right)$ .

Ёнилғи сарфлашнинг чизиқли нормаси, асосан, ёнилғи приборларининг, двигатель ва умуман, автомобилнинг техникавий ҳолатига боғлиқ. Солиштирма нормас эса транспорт ишини бажаришга сарфланган ҳақиқий ёнилғи миқдорини акс эттиради.

Ёнилғи сарфлашнинг чизиқли нормасини аниқлаш учун А. М. Шейнин қуйидаги формулани таклиф этган:

$$Q_{\text{тв}} = A_m + B_n (P_{\text{ф}} + P_w) \frac{\text{л}}{100 \text{ км}}; \quad (65)$$

бу ерда  $A_m$  — двигательда ҳосил қилинган энергиянинг ички қаршиликларни енгиш учун сарфланган ёнилғи, л/100 км;

$B_m$  — 1 км йўлнинг умумий қаршилиги  $P_{\text{ф}}$  ва ҳаво қаршилиги йиғиндисини енгиш учун сарфланган ёнилғи, л/100 кг·км.

Ёнилғи сарфлашнинг солиштирма нормасини бир неча йилги статистик рақамлар асосида қабул қилиш тўғри эмас. Ҳозир ёнилғи сарфлашнинг солиштирма нормалари ҳисоблаш усули билан аниқланади. Бу усул автопарк структурасини, юк ташиш ҳажмини, автомобилнинг умумий юрган йўлини, ёнилғи сарфлашнинг чизиқли нормаси, юк кўтариш қобилияти коэффициентини ҳисобга олади. Ёнилғи сарфлашнинг солиштирма нормаси  $H_w$  қўшимча сарфлар ҳисобга олинмаганда қуйидагича аниқланади:

$$H_w = 10 \cdot \rho \frac{\bar{H}_s + b \cdot q(2z - 1)}{q \cdot z}; \quad (66)$$

бу ерда  $W$  — юк ташиш обороти, млн. т. км, пасс. км;

$q$  — ўртача юк кўтариш қобилияти, т;

$s$  — автомобиллар ўтган умумий масофа, млн. км;

$\rho$  — ёнилғининг зичлиги;

$\bar{H}_s$  — барча автомобиль ва автопоездлар учун (уларнинг фойдали иш коэффициенти 50% бўлганда) ўтилган масофага мос келадиган ўртача ёнилғи сарфлаш нормаси;

$b$  — 100 т. км иш бажариш учун ёнилғи сарфлаш нормаси, карбюраторли двигателлар учун  $b = 2$  л, дизеллар учун  $b = 1,3$  л;

$Q_{\text{ф}}$  — ёнилғининг ҳақиқий сарфланган миқдори, т;

$z$  — фойдали иш коэффициенти,  $z = \beta \gamma$

$\beta$  — автомобилнинг йўлга чиқиш коэффициенти;

$\gamma$  — автомобилнинг юк кўтариш қобилиятидан фойдаланиш коэффициенти.

Ёнилғининг умумий қўшимча сарфи  $D$  қуйидагича аниқланади:

$$D = \frac{10^6 \cdot Q_{\Phi}}{W \cdot H_{\omega}} - 1. \quad (67)$$

Ёнилғининг норма бўйича сарфланадиган умумий миқдори  $Q_n$  эса қуйидагича аниқланади:

$$Q_n = 10^{-6} \cdot W(1 + D) \cdot H_{\omega}. \quad (68)$$

Сарфланадиган мойнинг миқдори ёнилғи миқдоридан процент ҳисобида олинади.

Ёнилғи сарфлашнинг солиштирма нормасини шу тарзда аниқлаш хўжаликда фойдаланилмаган резервларни топишга, яъни автопаркни сақлаш ва ишлатиш усулларини яхшилаш, ҳайдовчилар квалификациясини ошириш, ишни ташкил этишни яхшилаш, автомобиль, прицеп, ярим прицеplarнинг  $\beta$ ,  $\gamma$  коэффициентларини ошириш, паркдаги автомобилларни янгилаб туриш, мақсадга мувофиқ типдаги автомобилларни танлаш ва ҳоказоларни амалга оширишга имкон яратади.

Автохўжалик бўйича ёнилғи сарфлаш солиштирма нормасини автоколонна, участка, цех бўйича мавсумни ҳисобга олган ҳолда қаратил ва ойлар учун айрим-айрим аниқлаш мумкин.

#### 92- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ОМИЛЛАРНИНГ ЁНИЛҒИ ТЕЖАМКОРЛИГИГА ТАЪСИРИ

Автомобилнинг эксплуатациясида учрайдиган кўпгина омиллар ёнилғи тежамкорлигига таъсир этади. Автомобилнинг йўлдаги ҳаракати ва узатмалар кутисидаги узатмаларни алмаштириш режими ҳайдовчининг иш тажрибасига боғлиқ. Шунинг учун ҳар хил тажрибага эга бўлган ҳайдовчилар бир хил шароитда ишласа ҳам ёнилғининг сарфи ўртача миқдоридан  $\pm 10\%$  га фарқ қилади.

Айрим вақтларда ҳайдовчилар «импульсив ҳаракат» методини ишлатадилар, яъни энг катта узатмада автомобиль  $v_{a1}$  тезликка эришиб, кейин нейтрал узатмада «накат» билан  $v_{a2}$  тезлигигача ҳаракатланади. Автомобилнинг бундай ҳаракати даврида двигатель қувватидан тўла-роқ фойдаланилади, лекин ёнилғининг бир қисми автомобилнинг кинетик энергиясини кўлайтиришга сарфланади. Автомобилнинг кейинчалик накат билан ҳаракатланиши даврида ёниги жуда кам сарфланади. Натижада ёнилғининг умумий сарфи автомобилнинг текис ҳаракатидагига нисбатан бир оз камроқ бўлади. Импульсив ҳаракат даврида двигатель ва трансмиссия агрегатларининг ейилиши жаддалашади, ҳайдовчининг ишлаш шароити ёмонлашади, шунинг учун бу усулдан ортиқча фойдаланиш тавсия этилмайди.

Автомобилнинг умумий босиб ўтган йўли ортиши билан ёнилғи сарфи ҳам ортиб боради, чунки унинг ўт олдириш ва ёнилғи билан аъминлаш системаларининг ишлаши ёмонлашади.

Карбюратор экономайзери клапанининг ёмоч ишлаши ёнилғи сарфини  $15\%$  га оширади. Олти цилиндрли двигательнинг битта свечаси ишламаса, ёнилғи сарфи  $20$  —  $25\%$  га, иккитаси ишламаса,  $50$

60% га ошади. Ўт олдириш пайти нотўғри ростланса, ёнилғи сарфи 60 .. 80% ортади.

Двигателнинг иссиқлик режими ҳам ёнилғи сарфига таъсир қилади. Агар двигатель жуда совиб кетган бўлса, ёнилғи етарли буғланмайди. Совитиш системасидаги сувнинг температураси 95°C дан 75°C тушса, ёнилғи 3 .. 5% ортиқ сарфланади.

Ёнилғи тежамкорлигига шасси агрегатларининг техникавий ҳолати ҳам таъсир қилади. Подшипникларни, тормоз системасини нотўғри ростлаш, шиналардаги босимнинг нормадан камайиши автомобиль ҳаракатида ортиқча қаршиликларни туғдиради ва натижада, ёнилғи сарфини ошириб юборади.

Автомобилнинг ёнилғи тежамкорлигини яхшилаш учун двигателнинг сиқиш даражасини ошириш, трансмиссияда автоматик узатмалар қутисини ўрнатиш, юк ташишда автопоездлардан фойдаланиш керак. Хўжаликларда автотранспортдан фойдаланишни тўғри ташкил этиш яхши самаралар беради. Эксплуатация шароитларининг ўзгаришини ва автомобиллар конструкциясининг яхшиланишини ҳисобга олиб, ёнилғи сарфлаш нормаларини қайта кўриб чиқиш лозим. Прицеп ва ярим прицеплар ёрдамида автопоездлар тузишни кўпайтириш ва умуман, автомобилларнинг ҳамма вақт юкланган ҳолда ишлашини таъминлаш зарур. Тажрибаларнинг кўрсатишича, юк автомобилларининг ҳаракат тезлигини 60 км/соатдан ошириш яхши натижа бермайди. Агар улар 70 км/соат тезлик билан ҳаракатланса, ёнилғи сарфи 9%, 80 км/соат тезлик билан ҳаракатланса 20% ортади, тез ҳаракатланишда унумдорлик ҳам ортади. Автохўжаликларда ёнилғини тежаш мақсадида иш кунининг охирида баклардаги ортиб қолган бензинни ўлчаш, ҳайдовчиларга бир кунлик топшириқни бажаришга етадиган талон бериш ва уларни йўл варақасида қайд этиш каби ишларни амалга ошириш зарур.

## VI б о б

### АВТОМОБИЛНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИГИ

#### 93- §. АВТОМОБИЛНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

Автомобилнинг берилган йўналишда турғун ҳаракатланиш қобилияти ва ҳаракат траекториясининг бошқариш органлари таъсирида аниқ ўзгариши, унинг бош қ а р и л у в ч а н л и г и деб аталади.

Автомобиллар тезлиги ва ҳаракат интенсивлигининг ошиши ҳайдовчидан ҳаракат хавфсизлигини таъминлаш учун автомобилнинг ҳаракат траекториясини ўзгартиришга доим тайёр бўлишини талаб этади. Автомобилнинг бошқарилувчанлигига руль бошқармаси, осмаларининг кинематик ва конструктив параметрлари, шинанинг конструкцияси фаол таъсир қилади. Автомобилнинг бошқарилувчанлигига жуда кўп конструктив ва эксплуатацион факторлар таъсир қилгани учун унинг бу эксплуатацион хусусиятини бир ўлчам билан аниқ-

лаб бўлмайди. Автомобиль яхши бошқарилувчанликка эга бўлиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши зарур:

1) автомобиль бурилаётганда бошқарилувчи (олдинги) ғилдираклари ён томонга сирпанмасдан ҳаракатланиши зарур;

2) руль юритмаси бошқарилувчи ғилдиракларнинг бурилиш бурчаклари ўртасида тўғри нисбатни таъминлаши керак;

3) бошқарилувчи ғилдираклар барқарор, уларнинг ихтиёрий тебраниши минимал бўлиши керак;

4) руль бошқармасида тескари боғла ниш мавжуд бўлиши, яъни йўлдан ғилдиракка таъсир қилувчи реактив кучни тескари боғла ниш тўфайли ҳайдовчи сезиши лозим.

#### 94-§. БОШҚАРИЛУВЧИ ҒИЛДИРАКЛАРНИНГ СИРПАНМАСДАН ҒИЛДИРАШ ШАРТИ

Автомобилнинг олдинги ўқидаги ғилдираклари  $\theta$  бурчакка бурилганда уларга таъсир қилувчи кучларни анализ қиламиз (156-расм). Этакчи ўқ таъсирида бошқарилувчи ғилдиракларга итарувчи куч  $P$  таъсир қилади. У иккита ташкил этувчига, ғилдиракнинг айланиш текислигига параллел  $P_{\tau}$  ва перпендикуляр  $P_y$  кучларига ажралади.  $P_{\tau}$  куч ғилдиракнинг ғилдирашига қаршилик кучи  $P_{i_1}$  ни енгишга сарфланади; яъни  $P_{\tau} = P_{i_1}$ . Ёнаки таъсир этувчи  $P_y$  куч эса олдинги ўқни ён томонга силжишга мажбур қилади, унга ғилдирак билан йўл ўртасидаги тишлашиш кучи  $P_{\phi}$  қаршилик кўрсатади. Бу ҳолда олдинги ўқнинг бошқарилиш шarti қуйидагича ифодаланади:

$$\bar{P}_{\phi_1} \geq \bar{P}_{y_1} + \bar{P}_{i_1} \quad (69)$$

ёки қийматлари ўрнига қўйилгандан сўнг

$$\operatorname{tg} \theta \leq \frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{f}; \quad (70)$$

бу ерда  $\theta$  — олдинги ўқ ғилдиракларининг бурилиш бурчаги. Бу формула автомобилнинг бошқарилувчанлигини аниқловчи шартдир. (70) формулада  $\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{f} = A$  деб белгилаймиз. Агар  $\operatorname{tg} \alpha < A$  бўлса, автомобиль бошқарилувчан;  $\operatorname{tg} \alpha > A$  бўлса, автомобиль бошқарилмайдиган, яъни си паниб ҳаракатланадиган;  $\operatorname{tg} \alpha = A$  бўлса, автомобиль нотурғун мувозанатда бўлади.

Автомобиль эгри траектория бўйлаб ҳаракатланганда унга марказдан қочирма куч  $P_{ц_1}$  таъсир этади ва у тезликнинг квадратига боғлиқдир. Ғилдиракларнинг ёнаки сирпаниши катта тезликларда ҳам содир бўлади, шунинг учун бошқарилувчанлик бўйича критик тезлик  $v_{акр}$  ни аниқлаш зарур:

$$v_{акр} \leq 3,6 \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{\operatorname{tg} \theta} - f\right) \cdot g \cdot L \cdot \cos \theta}, \text{ км/соат} \quad (71)$$

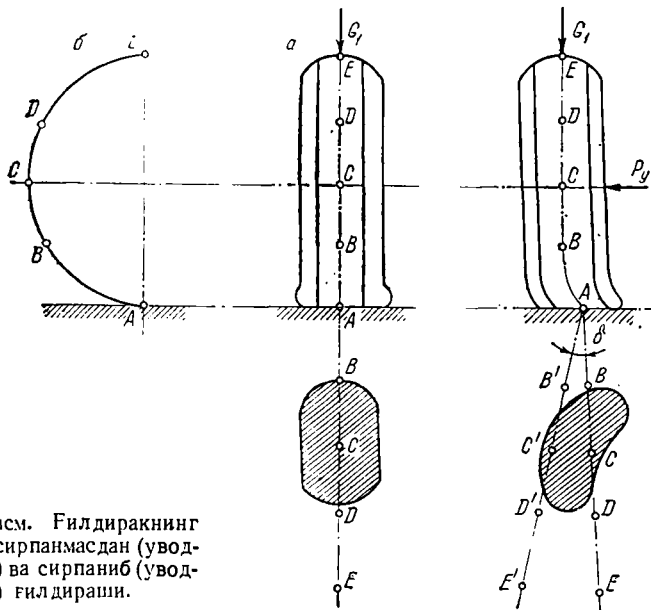
бу ерда  $L$  — автомобиль базаси;

$g$  — жисмнинг эркин тушиш тезланиши,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .  
 Агар  $v_{\text{акр}} < v_a$  бўлса, автомобиль олдинги ғилдираклари ёнаки сирпанмасдан бошқарилади;  $v_{\text{акр}} > v_a$  бўлса, автомобиль бошқарилмайди, чунки  $\theta$  бурчакнинг ўзгариши билан ҳаракат йўналишини ўзгартириб бўлмайди;  
 $v_{\text{акр}} = v_a$  бўлса, автомобиль ногурғун мувозанатда бўлади.

Критик тезлик қиймати олдинги ғилдиракнинг бурилиш бурчаги  $\theta$  ортиши билан камаяди, демак, автомобиль қанчалик катта  $\theta$  бурчак билан бурилса, унинг тезлиги шунчалик кам бўлиши керак, шунда у бошқарилувчанлигини йўқотмайди. Автомобилнинг бошқарилувчанлигига  $\varphi$ ,  $f$  коэффициентларнинг қийматлари сезилари даражада таъсир кўрсатади. Устки қобиғи қаттиқ бўлган йўлларда  $\varphi \gg f$  бўлгани учун радиуси кичик бурилишларда ҳам автомобиль бошқарилувчанлигини сақлаб қолади. Агар  $\varphi = f$  бўлса, (71) формулада илдиз остидаги сон манфий қийматга эга бўлиб, автомобиль бошқарилувчанлигини йўқотади. Агар автомобиль тормозланиш вақтида унинг олдинги ғилдираклари блокировкаланса, ғилдиракларни қанчалик бурмайлик, автомобилнинг ҳаракат йўналиши ўзгармайди, яъни у бошқарилмайди.

**95- §. ШИНАНИНГ ЁНАКИ СИРПАНИШИ (УВОДИ) ВА АВТОМОБИЛНИНГ БУРИЛУВЧАНЛИГИ**

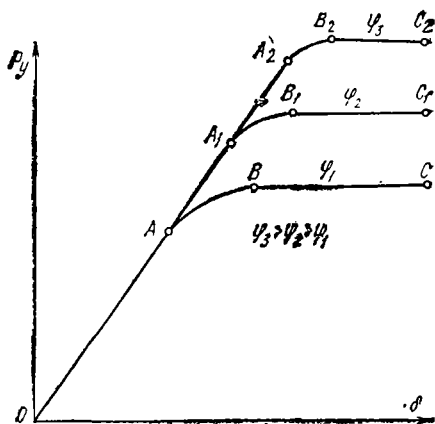
Эластик шинага ёнаки куч таъсир этганда автомобилнинг ҳаракат йўналишини ўзгартириб юбориши мумкин. Эластик шинанинг ёнаки сирпаниш схемасини кўриб чиқамиз. (157- расм).



157- расм. Ғилдиракнинг ёнаки сирпанмасдан (уводсиз) (а) ва сирпаниб (уводли) (б) ғилдираши.



Ғилдиракка фақат оғирлик кучи  $G_1$  таъсир қилсин, шинанинг периметри бўйича  $A, B, C, D, E$  нуқталарни белгилаб, ғилдиракни айлантирамиз. Агар ғилдиракка қўшимча равишда ёнаки куч  $P_y$  таъсир қилса, унинг ҳаракат траекторияси ўзгаради.  $A, B, C, D, E$  нуқталар  $A', B', C', D', E'$  ҳолатини эгаллайди. Шина эса олдинги



158- расм. Ҳар хил тишлашиш коэффициентларида кўндаланг куч ва ёнаки сирпаниш бурчаги ўртасидаги боғланиш.

йўналишга  $\delta$  бурчак остида ҳаракат қилади. Ҳосил бўлган  $\delta$  бурчак, яъни ғилдиракнинг йўналиш ўқи билан ҳақиқий траекторияси орасидаги бурчак ғилдиракнинг ёнаки сирпаниш бурчаги дейилади. Ёнаки сирпаниш бурчаги  $\delta$  билан ёнаки таъсир этувчи куч  $P_y$  ўртасида  $OA$  участкада тўғри пропорционал боғланиш мавжуд (158- расм).  $AB$  участкада  $P_y$  нинг ўсиши шинанинг қисман сирпанишига сабаб бўлади ва пропорционал боғланиш йўқолади.  $P_\phi = P_y$  бўлганда шина тўла сирпанади ва  $P_y$  ўзгармаса ҳам  $\delta$  бурчаги чексиз ортиб боради.

$OABC$  чизиғи тишлашиш коэффициентини  $\phi_1$  учун қурилган бўлсин. Агар  $\phi_3 > \phi_2 > \phi_1$  учун  $OA_2B_2C_2$ ;  $OA_1B_1C_1$ ;  $OABC$  эгри чизиқ-

лар тўғри келса, тишлашиш коэффициентининг ортиб бориши билан ғилдиракнинг ёнаки сирпанишига қаршилик ҳам ошади. Ёнаки таъсир этувчи куч билан сирпаниш бурчаги ўртасидаги боғланиш графининг тўғри чизиқли қисми учун қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$P_y = K_{yb} \cdot \delta, \quad (72)$$

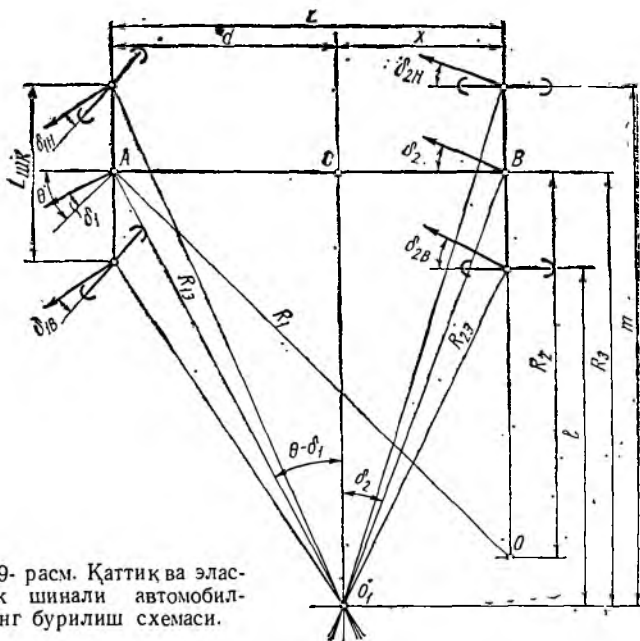
бу ерда  $K_{yb}$  — ёнаки сирпанишга қаршилик коэффициентини бўлиб, бир радиан ёнаки сирпаниш бурчагини олиш учун қанча ёнаки куч таъсир этиши зарурлигини билдиради. Енгил автомобиль шиналари учун  $K_{yb} = 15 \quad 40 \frac{\text{кН}}{\text{радиан}}$ ; юк автомобиллари учун эса  $60 \quad 150 \frac{\text{кН}}{\text{радиан}}$ .

Шинадаги ички босим, каркас қатламларининг сони, тўғин энининг ортиши ёнаки сирпанишга қаршилик коэффициентини орттиради. Вертикал куч  $G_1$  маълум чегарагача  $K_{yb}$  коэффициентини орттиради, кейин эса камайтиради, ғилдиракка таъсир этувчи буровчи момент  $K_{yb}$  ни камайтиради.

Автомобиль ўқларининг ёнаки сирпаниш бурчакларини унинг тўғри ёки эгри чизиқли ҳаракати даврида аниқлаш мумкин. Автомобилнинг тўғри чизиқли ҳаракати даврида ёнаки сирпаниш бурчагини аниқлаш учун ғилдираклар марказига бир томондан ки...оаппағат

объективини ерга қаратиб, унинг кадрлар чегараси автомобилнинг бўйлама ўқига параллел равишда ўрнатилади. Автомобилнинг ҳаракати даврида йўл текислигидаги доғлар чизиқлар шаклида плёнкага тушади. Ана шу чизиқларнинг пленка бўйлама ўқи билан ҳосил қилган бурчаги шу филдиракнинг ёнаки сирпа ниш бурчаги дейилади.

Автомобиль эгри чизиқ бўйлаб ҳаракатланаётганда унинг ўқларидаги  $\delta$  бурчаклари МАДИ (Москва автомобиль ва йўллар институти) усулида аниқланади. Автомобиль салонига бакча ўрнатилиб, унинг олдинги ва кетинги ўқлари ўртасига ерга қаратиб форсункалар маҳкамланади. Форсункаларга труба орқали бакчадан рангли сув  $0,2 \dots 0,3$  МПа босим остида берилади. Синаш бошида автомобиль горизонтал майдонда  $3 \dots 5$  км/соат тезликда ҳаракатланади (159-расм). Тезлик ўзгармас қийматга эга бўлганда бакчанинг жўмраги



159- расм. Қаттиқ ва эластик шинали автомобилнинг бурилиш схемаси.

очишиб, форсункалардан асфальтга сув пуркалади ва йўлда ҳосил бўлган изларнинг диаметри ўлчанади. Катта  $R_1$  радиусли айлана олдинги ўқ ўртасининг траекториясини, кичик  $R_2$  радиусли айлана кетинги ўқ ўртасининг траекторияларини кўрсатади. Айланма ҳаракат тезлиги жуда кичик бўлгани учун  $v_a = 0$  деб фараз қилинади. Шунда  $\Delta OAB$  дан олдинги филдиракларнинг (урилиш бурчаги:

$$\sin \Theta = \frac{L}{R_1} = \frac{\sqrt{R_1^2 - R_2^2}}{R_1} \quad (73)$$

бўлади.

Шу экспериментни  $\Theta$  бурчак ўзгармаганда, лекин тезлик  $20 \dots 25$  км/соат бўлганда қайтарилади. Шиналар эластик бўлгани учун

ёнаки сирпаниш таъсирида айланалар радиуси  $R_{1_3}$  ва  $R_{2_3}$  бўлади (159-расм) ва айланиш маркази  $O_1$  нуқтага кўчади.  $\Delta O_1AC$  ва  $\Delta O_1CB$  дан:

$$R_{1_3} \cos(\Theta - \delta_1) = R_{2_3} \cdot \cos \delta_2 \quad (74)$$

Тенгликка ўзгартириш киритилгандан сўнг:

$$R_{1_3}^2 [1 - \sin^2(\Theta - \delta_1)] = R_{2_3}^2 (1 - \sin^2 \delta_2). \quad (75)$$

159-расмдан қўйидагини ёзиш мумкин:

$$X = L - d.$$

Қийматларни ўрнига қўйсак:

$$R_{2_3} \cdot \sin \delta_2 = L - R_{1_3} \cdot \sin(\Theta - \delta_1). \quad (76)$$

(76) тенгламани квадратга кўтариб (75) билан бирга ечсак, қўйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} \sin(\Theta - \delta_1) &= \frac{L^2 + R_{1_3}^2 - R_{2_3}^2}{2LR_{1_3}} \\ \sin \delta_2 &= \frac{L^2 + R_{2_3}^2 - R_{1_3}^2}{2 \cdot L \cdot R_{2_3}} \end{aligned} \quad (77)$$

бу ерда  $\delta_1, \delta_2$  — олдинги ва кетинги ўқларнинг ёнаки сирпаниш бурчаклари.

(77) тенгламадан  $\Theta$  нинг қиймати аниқ бўлса,  $\delta_1, \delta_2$  бурчакларини аниқлаш мумкин. Формуладан кўриниб турибдики,  $\delta_1, \delta_2$  бурчакларнинг қийматлари база  $L$ , автомобиль шинасининг характеристикаси, осма, руль трапецияси ва бошқалар таъсирида ўзгариши мумкин. Шундай қилиб, ёнаки кучлар таъсирида ғилдиракларнинг сирпаниши автомобилнинг ҳаракат тезлиги, тезланиши ва траекториясини ўзгартириши мумкин. Мисол тариқасида, автомобильнинг ёнаки сирпаниши натижасида айланиш радиусларининг ўзгариш схемасини кўриб чиқамиз:

$$L = d + X$$

ёки

$$L = R_3 \operatorname{tg}(\Theta - \delta_1) + R_3 \operatorname{tg} \delta_2,$$

бундан

$$R_3 = \frac{L}{\operatorname{tg}(\Theta - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2}. \quad (78)$$

Агар  $\delta_1, \delta_2$  бурчаклар унча катта эмаслигини ҳисобга олсак,  $\operatorname{tg}(\Theta - \delta_1) = \Theta - \delta_1$  бўлади. Бу ҳолда (78) тенглама қўйидагича ёзилади:

$$R_3 = \frac{L}{\Theta + \delta_2 - \delta_1} \quad (79)$$

(79) тенгликдан қўйидаги хулосаларни қилиш мумкин:

а) автомобиль ёнаки сирпанганда унинг траекторияси  $\Theta, \delta_1, \delta_2$  бурчакларга боғлиқ бўлади;

б) агар бошқарилувчи ғилдираклар бурилмаган ( $\Theta = 0$ ) ва ғилдираклар ёнаки сирпаниш бурчагига эга бўлса, автомобиль эгри чизиқли траектория бўйлаб ҳаракатланади.

Агар автомобиль ғилдираклари эластикмас, яъни  $\delta_1 = \delta_2 = 0$  бўлса, у вақтда (79) тенглик қуйидаги шаклни олади:

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}\Theta} \approx \frac{L}{\Theta}. \quad (80)$$

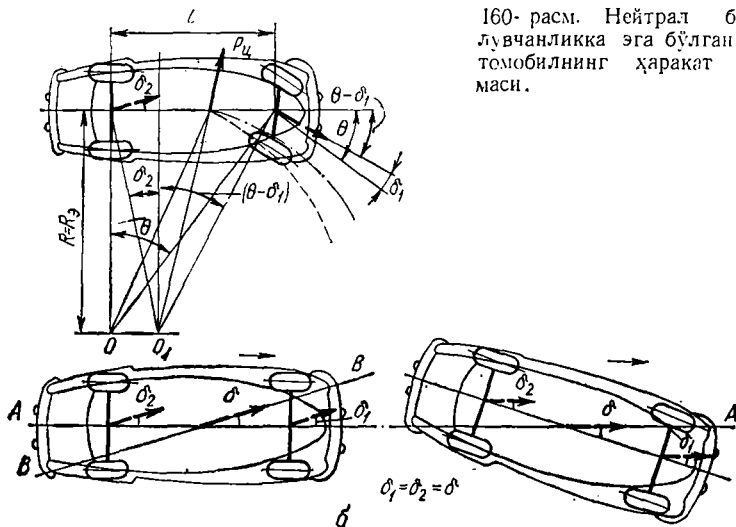
$\delta_1, \delta_2$  бурчаклар бир-бири билан қандай боғланишда ва улар автомобилнинг ҳаракатига қандай таъсир этиши мумкин? Бурчаклар ўртасидаги муносабат автомобилнинг бурилувчанлигини белгилайди.

**Бурилувчанлик** дейилганда, эластик шинали автомобилнинг ёнаки сирпаниши натижасида бошқарилувчи ғилдиракларнинг вазиятига боғлиқ бўлган ҳаракат йўналишидан четлашиш хусусияти тушунилади. Бурилувчанлик олдинги ва кетинги ўқлар ёнаки сирпаниш бурчакларининг айирмаси билан ифодаланади:

$$\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2$$

$\Delta\delta$  нинг қиймати ёнаки куч таъсирида ўзгариб,  $P_y = (0,3 \quad 0,4)$   $G_3$  бўлганда оптимал қиймати  $\Delta\delta = 2 \quad 3^\circ$  бўлиши керак. Автомобилда уч турли: нейтрал, чала ва ортиқча бурилувчанлик бўлади.

Агар олдинги ва кетинги ўқларнинг ёнаки сирпаниш бурчаклари ўзаро тенг ( $\delta_1 = \delta_2$ ) бўлса,  $R_3 = R$  бўлади ва автомобиль нейтрал бурилувчанликка эга дейилади. Лекин бу вақтда бикр шинали автомобиль траекторияси нейтрал бурилувчанликка эга бўлган автомобиль траекториясидан фарқланади, чунки айланиш марказлари  $O_1$  ва  $O$  иккала ҳолда турли вазиятни эгаллайди (160- расм). Қўриниб турибдики, бикр шинали автомобиль оғирлик марказининг ҳаракатланиш траекторияси (штрихли чизиқ) эластик шинали автомо-



160- расм. Нейтрал бурилувчанликка эга бўлган автомобилнинг ҳаракат схемаси.

билниқидан (штрих пунктирли чизиқ) фарқ қилади. Иккала ҳол учун тўғри чизиқли ҳаракат траекториялари ҳам ҳар хил бўлади. Агар бикр шинали автомобиль тўғри чизиқли ҳаракатда бўлса, у ёнаки куч таъсирида сирланиш бошлангунча тўғри чизиқли ҳаракатда бўлади. Агар автомобиль нейтрал бурилувчанликка эга бўлса, ёнаки сирланиш таъсирида олдинги траекторияда  $\delta$  бурчак остида ВВ чизиғи бўйлаб тўғри чизиқли ҳаракат қилаверади (160- расм, б). Ҳаракатни берилган АА йўналиш бўйича давом эттириш учун ҳайдовчи автомобилни тескари томонга, б йлама ўқ АА билан  $\delta$  бурчак ҳосил қилгунча буради.

Агар  $\delta_1 > \delta_2$  бўлса,  $R_s > R$  бўлади ва автомобиль чала бурилувчанликка эга бўлади. Эластик шинали автомобилнинг бикр шинали автомобиль траекторияси бўйлаб юриши учун унинг олдинги филдиракларини катта бурчакка буриш зарур.

Агар  $\delta_1 < \delta_2$  бўлса,  $R_s < R$  бўлади ва автомобиль ортиқча бурилувчан дейилади. Эластик шинали автомобилнинг бикр шинали автомобиль траекторияси бўйлаб юриши учун унинг олдинги филдиракларини бикр шинали филдиракларниқидан кичикроқ бурчакка буриш керак.

Демак, чала бурилувчан автомобиль, ортиқча бурилувчан автомобилга қараганда ҳаракат йўналишини яхшироқ сақлайди.

#### 96- §. КУЗОВНИНГ КўНДАЛАНГ ОҒИШИ

Автомобилнинг бошқарилувчанлигига кузовнинг кўндаланг оғиши ҳам таъсир қилади. Автомобиль массалари ўзаро қаттиқ, шарнирли ва эластик элементлар (пружина, рессора) воситасида боғланган ва улар бир-бирига нисбатан ҳаракатда бўлади. Автомобиль массаларини эластик бириктирилган (рессораланган) масса (кузов) ва эластик бириктирилмаган (рессораланмаган) масса (филдираклар, ўқлар) ларга ажратиш мумкин. Автомобилнинг ўнг ва чап филдиракларига тушадиган оғирлик кучи ёнаки кучлар таъсирида қайта тақсимланиб, кузов кўндаланг оғиш ўқи атрофида буралади.

Олдинги ва кетинги ўқларнинг оғиш марказларини бирлаштирувчи чизиқ оғиш ўқи деб аталади. Кузовнинг кўндаланг оғиш пайтида унинг олд ва кетинги қисми бураладиган нуқтаси оғиш маркази деб аталади. Оғиш марказининг вазияти осмаларнинг кинематик схемаларига боғлиқ. Кузовнинг оғиш бурчаги  $\psi_k$  қулидагича аниқланади:

$$\psi_k = \frac{P_y \cdot h_{кр}}{C_\alpha - G_k \cdot h_{кр}} \text{ радиан}; \quad (81)$$

бу ерда  $G_k$  — кузов оғирлиги;

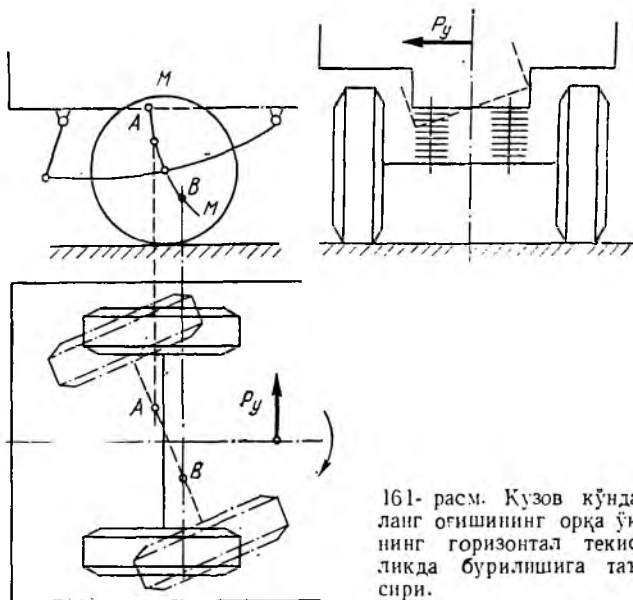
$h_{кр}$  — оғиш елкаси,

$C_\alpha$  — османинг бурчак бикрлиги.

Осмалар кинематикаси автомобилнинг бошқарилувчанлигига катта таъсир кўрсатади, чунки кузовнинг кўндаланг оғиши кетинги ўқни

горизонтал текисликда буради ёки олдинги ва кетинги гилдиракларнинг вертикал текисликка нисбатан оғишини таъминлайди.

Автомобиль кетинги рессорасининг олдинги қисми кузовга оддий шарнир, кетинги қисми эса илгакли шарнир билан маҳкамланган (161-расм). Рессора кузовнинг оғиши натижасида эгилганда кетинги



161-расм. Кузов кўндаланг оғишининг оққа ўқнинг горизонтал текисликда бурилишига таъсири.

ўқ гилдиракларининг маркази  $MM$  ёни бўйлаб силжийди. Кузов бир томонга оғганда шу томондаги рессорани сиқади, тескари томондагисини эса чўзади. Шунда чап ва ўнг гилдирак марказлари ўқнинг нейтрал ҳолатидан ҳар хил томонга ўтиб қолади, натижада кетинги ўқ бурчак силжишига эга бўлади. Бу вақтда автомобиль ортиқча бурилувчан бўлади. Агар рессоранинг олдинги қисми илгакли, кетинги қисми эса оддий шарнир билан маҳкамланса, кетинги ўқ тескари томонга бурилиб, автомобилда чала бурилувчанлик хусусияти пайдо бўлиши мумкин.

#### 97-§. БОШҚАРИЛУВЧИ ГИЛДИРАКЛАРНИНГ БУРИЛИШ БУРЧАКЛАРИ ЎРТАСИДАГИ БОҒЛАНИШ

Маълумки, автомобиль айлана бўйлаб ҳаракатланганда ички ва ташқи гилдираклар ҳар хил йўлни босиб ўтади. Гилдираклар ёнга сирпанмасдан гилдираши учун ички гилдиракнинг бурилиш бурчаги ташқисиникидан катта бўлиши керак. Бу вазифани руль трапецияси бажаради. Чап ва ўнг гилдираклар бурилиш бурчаклари ўртасидаги боғланиш характерини аниқлаш учун бикр шиннали автомобилнинг айлана бўйлаб ҳаракатини кўриб чиқамиз (162-расм).  $\triangle OAB$  ва  $\triangle OCD$  дан:

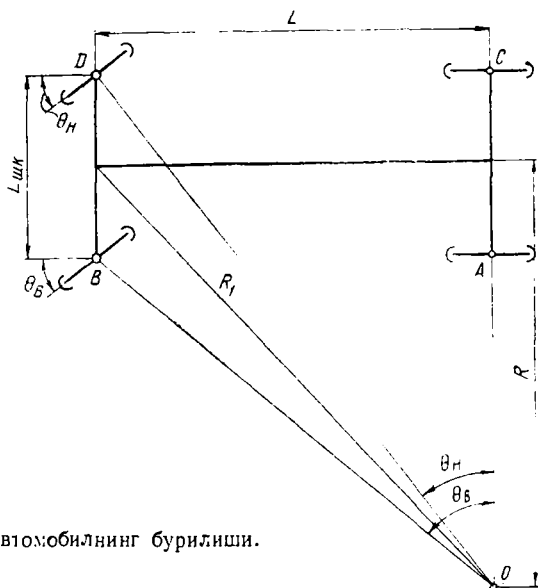
$$\operatorname{ctg} \theta_B = \frac{OA}{L}; \quad \operatorname{ctg} \theta_H = \frac{OC}{L}$$

Иккинчи тенгликдан биринчисини айирамиз:

$$\operatorname{ctg} \theta_H - \operatorname{ctg} \theta_B = \frac{OC - OA}{L} = \frac{L_{\text{шк}}}{L}, \quad (82)$$

бу ерда  $\theta_H$ ,  $\theta_B$  — ташқи ва ички ғилдираклар бурилиш бурчаклари;  
 $L_{\text{шк}}$  — шкворень марказлари орасидаги масофа.

Профессор Б. К. Млодзиевскийнинг аниқлашича (82) формула шартини руль трапециялари тўла қаноатлантirmайди. Шунинг учун руль трапецияси эксплуатацияда кўпроқ учрайдиган ва ғилдирак ки-



162- расм. Автомобилнинг бурилиши.

чик бурчакларга бурилганда (82) формула шартини бажариладиган қилиб лойиҳаланади. Ғилдиракнинг бурилиш бурчаги  $12^\circ$  —  $15^\circ$  дан катта бўлмаса,  $\theta_H \approx \theta_B \approx \theta_{\text{ур}}$  дейиш мумкин.

Агар автомобиль ғилдираклари эластик бўлиб, ёнаки сирпаниб ҳаракатланаётган бўлса,  $\theta_H$  ва  $\theta_B$  лар ўртасидаги боғланиш қуйидагича бўлади:

$$\operatorname{ctg} \theta_H - \operatorname{ctg} \theta_B = \frac{L_{\text{шк}} \left( 127L - \frac{G_2}{K_{yB_2}} \cdot v_a^2 \right)}{\left( 127L - \frac{G_2}{K_{yB_2}} \cdot v_a^2 + \frac{G_1}{K_{yB_1}} \cdot v_a^2 \right)^2}, \quad (83)$$

бу ерда  $K_{yB_1}$ ,  $K_{yB_2}$  — олдинги ва кетинги ўқларнинг ёнаки сирпанишга қаршилик коэффициентлари.

(82), (83) формулалардан кўриниб турибдики, эластик шинали автомобиль ёнаки сирпаниб ҳаракатланса, унинг ҳаракати ўзгаради, демак,  $\Theta_{II}$ ,  $\Theta_{III}$  бурчакларнинг ўзаро боғланиши ҳам ўзгаради. Шунинг учун руль трапецияси автомобиль учун характерли режимларда гилдиракларнинг ҳақиқий бурилиш бурчаги унинг назарий аниқланган қийматидан кам фарқ қиладиган қилиб ясалади.

#### 98- §. БОШҚАРИЛУВЧИ ГИЛДИРАКЛАРНИНГ ТЕБРАНИШИ

Автомобиль бошқарилувчи гилдиракларининг тебраниши унга қиймати ва йўналиши ўзгарувчан кучлар таъсирида ҳамда эластик элементларнинг мавжудлигидан содир бўлади. Автомобиль ҳаракати вақтида бошқари увчи гилдираклар олдинги ўқ билан биргалликда вертикал йўналишда, руль трапецияси билан эса шкворень атрофида горизонтал текисликда тебранади.

Бошқарилувчи гилдиракларнинг тебраниши автомобилнинг нотекис йўлдан ҳаракати даврида шиналарининг мувозанатда эмаслигидан, руль юритмаси ва олдинги османинг кинематикаси бир-бирига номувофиқлигидан содир бўлиши мумкин.

Гилдиракларнинг горизонтал текисликда мажбурий бурчак тебранишлари натижасида автомобиль ҳаракат йўналишидан четлашади ва агар тебраниш амплитудаси катталашиб кетса, автомобиль учун хавф туғдириши ҳам мумкин, шина ва руль юритмаси деталларининг ейишлиши ортиб кетади, гилдиракларнинг гилдирашига қаршилиқ кўпаяди.

Олдинги ўқнинг чап гилдираги йўлдаги дўнгликка кўтарилган, ўнг гилдираги эса текисликда ҳаракат қилади десак, у ҳолда гилдиракни шкворень атрофида горизонтал текисликда буровчи  $M_{\Gamma}^I$  гироскопик моменти ҳосил бўлади:

$$M_{\Gamma}^I = J_p \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

бу ерда  $J_p$  — олдинги гилдиракларнинг қутбий инерция моменти,  $\text{Н} \cdot \text{м}/\text{с}^2$ ;

$\omega_1$  — гилдиракнинг цапфада айланиш бурчак тезлиги, рад/с;

$\omega_2$  — ўқнинг вертикал текисликда огиш бурчак тезлиги.

Аксинча, бошқарилувчи гилдираклар гироскопик момент таъсирида шкворень атрофида  $\omega_3$  бурчак тезлиги билан бурилсин дейлик. Бунда гилдирак ўз ўқи атрофида  $\omega_1$  бурчак тезлиги билан айлангани сабабли вертикал текисликда таъсир этувчи ва ўқнинг оғишини кўпайтирувчи иккинчи  $M_{\Gamma}^{II}$  гироскопик момент ҳосил бўлади:

$$M_{\Gamma}^{II} = J_p \cdot \omega_1 \cdot \omega_3. \quad )$$

Шундай қилиб, олдинги ўқнинг вертикал текисликда оғиши гилдиракларнинг горизонтал текисликда бурилиши бурчак тезлигини ва ўқнинг оғишини кучайтиради. Иккала тебраниш системаи бир-бири билан боғлиқ, шунинг учун ўқ ва гилдиракларнинг тебраниши мос равишда бўлади: чап гилдирак юқорига ҳаракат қилаётган бўлса, айни вақтда ўнг томонга бурилади ва аксинча, пастга ҳаракат қилса,

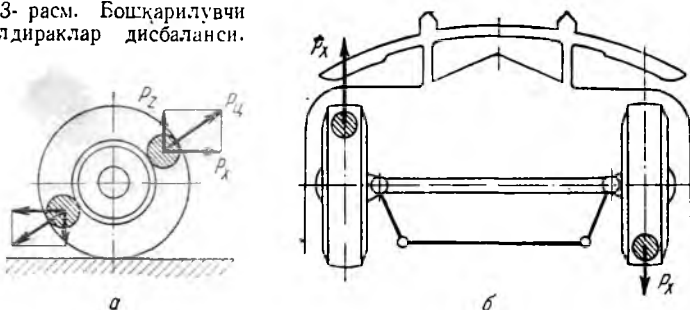


чапга бурилади. Демак, агар ўқнинг вертикал текисликда оғишда чап гилдирак кўтарилса, ўнг гилдирак ерга жипслашади ва иккала гилдирак ўнгга бурилади.

Гироскопик моментни камайтириш учун олдинги чап ва ўнг гилдираклар мустақил осмали ясалади. Гилдирак ва ўқнинг тебранишидан ҳосил бўлган қаршилик эса двигателнинг қўшимча энергияси ҳисобига енгилди. Демак, тебраниш қўшимча ёнилғи сарфини талаб этади ва автомобилнинг ёнилғи тежамкорлигини ёмонлаштиради. Бундан ташқари тебраниш даврида гилдиракнинг тинимсиз силжиши шина протекторининг ейилишини кучайтиради.

Автомобиль ҳаракати даврида эркин тебраниш билан бирга, даврий таъсир этувчи кучлар мажбурий тебранишни ҳосил қилади. Шундай кучлар гилдиракнинг мувозанатсизлигидан ҳосил бўлади. Мувозанатсиз гилдирак айланганда марказдан қочирма куч  $P_{ц}$  ҳосил бўлади (163-расм, а). Гилдирак бу кучнинг горизонтал ташкил этувчи-

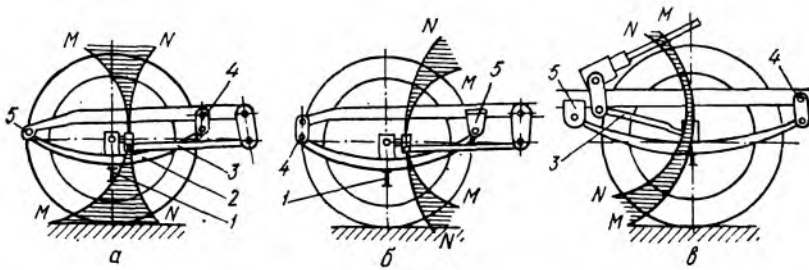
163- расм. Бошқарилувчи гилдираклар дисбаланси.



си  $P_x$  таъсирида шкворень атрофида бурилади, вертикал ташкил этувчиси  $P_z$  таъсирида эса юқорига ҳаракатланади.  $P_x$  ва  $P_z$  кучларнинг йўналиши ўзгариши сабабли гилдирак ҳаракат вақтида тебранади. Агар чап ва ўнг гилдираклар мувозанатланмаган бўлиб, уларнинг  $P_x$  кучлари бир текисликда, лекин гилдиракнинг айланиш ўқидан турли томонда ётса (163-расм, б), иккала гилдиракдаги буровчи моментлар қўшилиб, тебраниш кучайиб кетади.

Бошқарилувчи гилдираклар автомобиль кузовига икки томонлама, яъни руль юритмаси ва осма воситасида бириктирилиши сабабли бу гилдираклар лапанглаб айланиши мумкин.

Рамага (164-расм) олд қисми оддий шарнир 5, кетинги қисмига эса илгак 4 билан бирлаштирилган рессора 2 эгилганда олдинги ўқ 1 мм ёни бўйича ҳаракат қилади. Шунда олд ўқнинг тебраниш ўқ чизиги шарнир 5 ёнида жойлашади. Бўйлама руль тортқиси 3 нинг олдинги учи руль сошқасининг бармоғи атрофида  $NM$  ёни бўйича тебранади.  $MM$  ва  $NV$  ёиларнинг қавариқ томони бир-бирига қарама қарши жойлашгани учун гилдирак вертикал ҳаракатланиши билан бир вақтда шкворень атрофида ҳам бурилади. Бу эса бошқарилувчанликни ёмонлаштиради ва ҳайдовчини чарчатади. Гилдиракнинг лапанглашини камайтириш учун гилдирак маркази ва бўйлама руль



164- расм. Бошқарилувчи ғилдиракларнинг тебраниши.

тортқиси охирининг траекторияларини яқинлаштириш зарур. Бунинг учун рессоранинг олдинги қисми кузовга илгак 4, кетинги қисми эса оддий шарнир 5 билан бирлаштирилади (164-расм, б) ёки руль механизми олдинги ўқ яқинида жойлаштирилади (164-расм, в).

#### 99- §. БОШҚАРИЛУВЧИ ҒИЛДИРАКЛАРНИ СТАБИЛЛАШ

Бошқарилувчи ғилдиракларнинг нейтрал ҳолатини сақлаш ва бу ҳолатга автоматик равишда қайтиш хусусияти уларни стабиллаш деб аталади. Ғилдиракларнинг стабиллиги автомобиль тўғри чизиқ бўйлаб ҳаракатланганда кўринади. Ғилдираклар стабилланмаган бўлса, автомобиль ҳаракати турғун бўлмай, ҳайдовчи траекторияни тўғрилаш учун рулни тинимсиз чап-ўнг томонга буриши керак. Стабилланмаган ғилдираклар ҳайдовчини тез чарчатади, шина ва руль юритмаси деталларининг тез ейилишига сабаб бўлади. Агар бошқарилувчи ғилдираклар яхши стабилланган бўлса, ҳайдовчи руль чамбарагини қўйиб юборганда ҳам автомобиль тўғри чизиқли траектория бўйича ҳаракатланади. Бундай автомобилнинг бошқарилувчи ғилдираклари бурилиш тугагач, руль чамбарагига ҳеч қандай куч қўйилмаса ҳам, нейтрал вазиятга ўзича қайтади. Бу эса ҳайдовчининг ишини осонлаштиради, автомобилнинг тўсиққа урилиш эҳтимолини камайтиради.

Автомобилнинг тўғри ва эгри чизиқли ҳаракатида ғилдиракларни стабиллаш ҳар хил бўлади. Тўғри чизиқли ҳаракат учун стабиллик 1 км масофа  $s$  да руль чамбарагини буриш сони  $n_p$  ва частотаси  $\lambda_p$  билан белгиланади, яъни

$$n_p = \frac{n}{s}, \frac{\text{буриш}}{\text{км}}; \quad \lambda_p = \frac{n}{t}; \frac{\text{буриш}}{\text{мин}}. \quad (94)$$

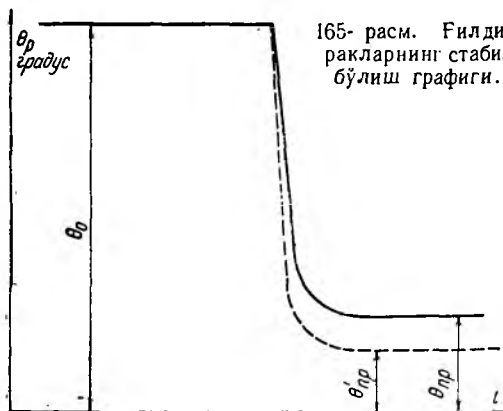
Бундан ташқари, руль чамбарагининг бурилиш амплитудаси  $a_p$  ва бурчакли тезлиги  $\omega_p$  тўғри чизиқли ҳаракатдаги стабиллик кўрсаткичи ҳисобланади:

$$a_p = \frac{A_p}{S}; \frac{\text{град}}{\text{км}}; \quad \omega_p = \frac{A_p}{t}; \frac{\text{град}}{\text{мин}}; \quad (95)$$

бу ерда:  $n$  —  $s$  масофада,  $t$  вақт ичида руль чамбарагининг бурилиш сони;

$A_p$  — шу бурилишларнинг амплитудалари йиғиндиси, градус.

Автомобилнинг бурилишидаги стабиллиги руль чамбарагининг бурилиш бурчак тезлиги  $\theta_p$  ва  $\theta_{np}$  бурчаклари билан характерланади.

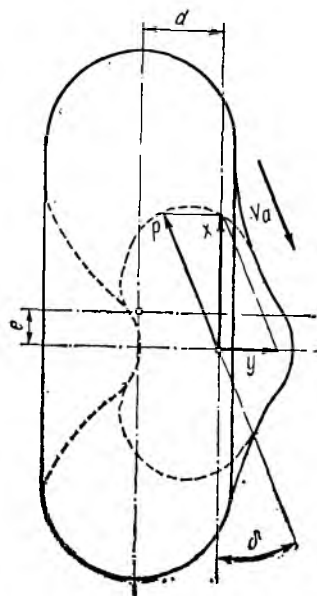


165-рasm. Филдиракларнинг стабиллиги бўлиш графиги.

Эгри чизиқли траекториядаги филдираклар стабиллигини амалий аниқлаш учун айлана бўйича олдинги филдираги  $\theta_0$  бурчакка бурилиб ҳаракатланаётган автомобиль рулини ҳайдовчи қўйиб юборади (165-рasm). Натижада  $\theta_0$  бурчагига бурилган филдирак тескари томонга айланиб, нейтрал ҳолатга қайтишга интилади. Лекин руль ва олдинги ўқ деталларида борлиги сабабли дастлабки ҳолатига қайтиши учун  $\theta_{np}$  бурчаги

етишмайди.  $\theta_{np}$  бурчаги қанчалик кичик, графикнинг тўғри чизиқли қисми эса тик бўлса, бундай автомобиль филдираклари шунчалик стабил бўлади.

Филдиракни стабилловчи момент  $M_{ст}$  нормал реакция  $Z$ , уринма



166-рasm. Стабиллик моментининг келиб чиқишига доир схема.

реакция  $x$ , ёндан таъсир этувчи реакция  $y$  ҳамда шинанинг эластиклик momenti таъсирида ҳосил бўлади. Стабилловчи моментни аниқлаш учун ҳаракатдаги етакчи филдирак схемасини кўриб чиқамиз (166-рasm). Ҳаракатдаги филдиракнинг йўл билан контакт маркази  $v_a$  вектори бўйлаб йўналган. Барабандан шинага  $X$  реакцияси таъсир этади. Уни айланиш ўқиға перпендикуляр  $P$  ва  $y$  ташкил этувчиларга ажратамиз. Схемадан

$$P = x \cdot \cos \delta - y \sin \delta. \quad (86)$$

Агар филдирак текис ҳаракатда бўлса, унинг айланиш ўқиға нисбатан моментлар мувозанатидан қуйидагини ёзамиз:

$$x = \frac{M_k}{r_k} - G_k \cdot f. \quad (87)$$

$X$  нинг қийматини (86) ифодаға қўйиб,  $y$  ни аниқлаймиз:

$$\frac{P}{\sin \delta} = \frac{M_k}{r_k} \cdot ctg \delta - G_k \cdot f \cdot ctg \delta - y,$$

$$y = \frac{M_k}{r_k} \cdot ctg \delta - G_k \cdot f \cdot ctg \delta - \frac{P}{\sin \delta}; \quad (88)$$

бу ерда  $M_k$  — гилдиракка узатилган буровчи момент;  
 $r_k$  — гилдирак радиуси;  
 $\delta$  — ёнаки сирпаниш бурчаги.

Гилдиракни стабилловчи моментни тажриба ўтказиш вақтида қуйидаги-ча аниқлаш мумкин:

$$M_{ст} = y \cdot e + x \cdot d, \quad (89)$$

(89) ифоданинг қийматларини ўрнига қўямиз:

$$M_{ст} = \left( \frac{M_k}{r_k} ctg \delta - G_k \cdot f \cdot ctg \delta - \frac{P}{\sin \delta} \right) \cdot e + \left( \frac{M_k}{r_k} - G_k f \right) \cdot d. \quad (90)$$

Тенглама (90) дан кўриниб турибдики, стабилловчи момент  $M_{ст}$ , гилдиракка таъсир этувчи уринма кучлар momenti  $M_x$ , вертикал кучлар momenti  $M_z$ , ёнаки кучлар momenti  $M_y$ , ёнаки сирпаниш бурчаги  $\delta$  ва шинанинг стабилловчи momenti  $M_{ш}$  га боғлиқ; яъни:

$$M_{ст} = M_{ш} + M_x + M_z + M_y,$$

Стабилловчи моментнинг ташкил этувчилари процент ҳисобида қуйидагича тақсимланади:  $M_{ш} = 50 \dots 55 \%$ ;  $M_x = 2 \dots 3 \%$ ;  $M_z = 10 \dots 12 \%$ ;  $M_y = 35 \dots 40 \%$ . Стабилловчи моментга энг кўп таъсир этувчи факторлар шинанинг эластиклиги ва шквореннинг бўйлама эгилиши бўлиб,  $M_{ш}$  ва  $M_y$  моментларига фаол таъсир этади.

#### 100- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ БОШҚАРИЛУВЧАНЛИККА ТАЪСИРИ

Автомобилнинг бошқарилувчанлигига кўпгина эксплуатацион факторлар таъсир қилади. Бошқарилувчи гилдиракларнинг бурилиш бурчаклари ўртасидаги боғланиш автомобиль эксплуатацияси даврида олдинги ўқ ва руль критмаси деталарининг ейилиши натижасида ўзгаради. Гилдиракларнинг яқинлашуви руль трапецияси кўндаланг тортқисининг узунлигини ўзгартириб ростланади. Агар кўндаланг тортқи деталари бир хил узунликка эга бўлса, руль трапецияси симметрик бўлади ва гилдиракларнинг бурчаклари ўртасидаги боғланиш бурилиш йўналишига боғлиқ бўлмайди. Бошқарилувчи гилдираклар руль ричаглари билан боғлиқ бўлгани учун гилдираклар маълум бурчакка бурилса, руль ричаги ҳам шундай бурчакка бурилади. Шунинг учун руль ричаглари ўртасида ҳам гилдираклардаги бурилиш бурчаклари ўртасидаги каби боғланиш сақланиб қолади.

Эксплуатация даврида гилдирак бурилиш бурчаклари ўртасидаги боғланиш руль юритмасининг нотўғри созланиши натижасида бузилиши мумкин. Маълумки, бошқарилувчи гилдиракларнинг яқинлашуви гилдиракнинг ёнга оғиши натижасида шинанинг ейилишини бир

оз камайтиради. Гилдиракларнинг яқинлашувини ростлашда руль трапецияси кўндаланг тортқисининг узунлигини бўйлама ўқдан икки томонга бир хил ўзгартириш керак. Кўндаланг тортқининг фақат бир учи узайтирилганда ҳам гилдиракларнинг нейтрал ҳолатидаги яқинлашув бурчаклари нормада бўлади, лекин гилдираклар ўнг ва чап томонга бурилганда  $\theta_v$  ва  $\theta_n$  бурчаклари ўртасидаги боғланиш ўзгаради.

Автомобилнинг бошқарилувчанлиги криш қисми ва руль бошқармасининг техникавий ҳолатига ҳам боғлиқ. Шиналарнинг бирортасида босимнинг камайиши унинг гилдирашга қаршилигини оширади ва кўндаланг бикрлигини камайтиради. Шунинг учун автомобиль сосими кам шина томонга бурилишга интилади. Руль трапецияси ва шкворень бирикмаларидаги зазорлар катталашса, гилдиракларнинг тебраниши кучайиб, уларнинг йўл билан тишлашиши йўқолиши мумкин. Бундан ташқари, гилдиракдаги дисбаланс ҳам унинг тебранишини кучайтиради. Дисбаланс, кўпинча, протектори янгиланган шиналарда учрайди.

Олдинги гилдирак гурчагининг подшипникларидаги ва шкворень бигикмасидаги зазорлар катталашса, автомобиль ҳаракатидаги барқарорлик ёмонлашади. Чунки зазорларнинг ортиши руль чамбаригининг бурилиш сони ва амплитудасини оширади. Барқарорликка руль бошқармасининг потўғри созланиши ҳам салбий таъсир кўрсатади. Бўйлама руль тортқисининг пробкалари, конуссимон подшипниклар ва руль механизмининг қаттиқ тортилиши ишқаланиш кучини оширади, гилдиракларнинг нейтрал ҳолатга қайтишини қийинлаштиради, демак, бошқарилувчанлик ёмонлашади.

Автомобилнинг бошқарилувчанлиги ҳайдовчининг малакасига ҳам кўп жиҳатдан боғлиқ. Маълумки, бурилиш даврида автомобилни бошқариш жуда қийин. Малакаси паст ҳайдовчилар эса кўп хатоларга йўл қўядилар, яъни: автомобилни йўл ўқидан ташқарига чиқаради, юриб кетаётган қаторини тўсатдан ўзгартиради, бурилиш даврида «бурчак кесади» ва ҳ. к. Автомобилни аниқ ва раво буриш учун унинг ҳаракат тезлиги билан олдинги гилдиракларнинг бурилишдаги бурчак тезлиги ўзаро мос бўлиши лозим.

#### VI бобга доир масалалар

1. Автомобиль олдинги гилдиракларининг ўртача бурилиш бурчаги  $18^\circ$ , гилдиракнинг гилдирашига қаршилик коэффициентини  $0,02$  ва тишлашиш коэффициентини  $0,6$ . Автомобилнинг бошқарилувчанлигини исботланг.

Жавоб: автомобиль бошқарилувчан.

2. Автомобиль базаси  $2,6$  м, олдинги гилдиракларининг ўртача бурилиш бурчаги  $12^\circ$ . Ёнаки сирпанишда олдинги ва кетинги ўқларнинг ёнаки сирпаниш бурчаклари  $7^\circ$  ва  $5^\circ$ . Автомобилнинг ёнаки сирпаниб ва сирпанмасдан бурилиш радиусини аниқланг.

Жавоб:  $R_3 = 14,8$  м;  $R = 12,4$  м.

## АВТОМОБИЛНИНГ ТУРҒУНЛИГИ

## 101- §. АВТОМОБИЛНИНГ ТУРҒУНЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

Автомобилнинг ҳайдовчи иштирокисиз берилган йўналишда ағдарилмасдан, сирпанмасдан, шатаксиямасдан ва ён томонга сурилмасдан ҳаракатланишига унинг турғунлиги деб аталади. Автомобилнинг ағдарилиш ва сирпаниш йўналишига қараб кўндаланг ва бўйлама турғунлик бўлади.

Автомобиль турғунлигини йўқотганда ағдарилиши, ён томонга сирпаниши, етакчи ғилдираклари шатаксияраши мумкин. Автомобилнинг кўндаланг турғунлиги қуйидаги тўртта кўрсаткич билан характерланади:

$v_a$  — автомобилнинг айлана бўйлаб ҳаракатланганда ён томонга сурила бошлаш пайтидаги максимал (критик) тезлиги, км/соат;

$v_a$  — автомобилнинг айлана бўйлаб ҳаракатланганда ағдарила бошлаш пайтидаги максимал (критик) тезлиги, км/соат;

$\beta_3$  — автомобилнинг ғилдираклари кўндаланг сурила бошлаган пайтда йўлнинг максимал (критик) нишаблик бурчаги;

$\beta_0$  — автомобиль ағдарила бошлаган пайтда йўлнинг максимал (критик) нишаблик бурчаги.

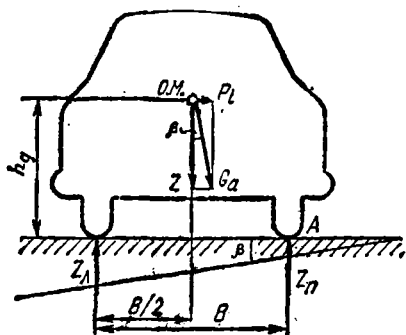
Критик тезликлар тажриба йўли билан аниқланади. Автомобиль горизонтал майдонда радиуси  $R = 20 \dots 25$  м айлана бўйлаб тезлигини аста-секин ошириб ҳаракат қилади. Ҳаракат даврида марказдан қочирма куч таъсирида ички томондаги ғилдиракларга оғирлик камаяди, ташқи ғилдиракларга эса ортади. Синовдан ўтаётган автомобилни ағдарилишдан сақлаш учун унинг ён томонига йўл сатҳидан  $10 \dots 15$  см баландликда кронштейн ёрдамида қўшимча ғилдирак маҳкамланади. Агар тажриба вақтида автомобиль турғунлигини йўқотиб ағдарилса, ён томондаги ғилдирак таянч бўлади. Қузатувчи кишилар ғилдиракнинг ердан узилиш ёки сурилиш пайтини аниқлаб секундомер ва спидометр ёрдамида изланаётган  $v_a$  ёки  $v_a$  тезликларини аниқлайдилар.

Автомобилнинг ағдарила бошлаш пайти бўйича йўлнинг критик нишаблик бурчагини аниқлаш учун автомобиль платформага ўрнатилиб, бир ёнидан домкрат билан кўтарилади. Автомобилнинг ағдарила бошлаш пайти аниқлангандан сўнг платформанинг оғиш бурчаги аниқланади.

## 102- §. АВТОМОБИЛНИНГ АҒДАРИЛИШИ

Автомобилнинг ағдарилиши деб, олдинги ёки кетинги ғилдиракнинг йўлдан узилишига, яъни  $z_1 = 0$  ёки  $z_2 = 0$  бўлишига айтилади. Автомобиль олдинги ёки кетинги ғилдиракларга, чап ёки ўнг томондаги ғилдиракларга нисбатан ағдарилиши мумкин.

Автомобилнинг кетинги ғилдиракларига нисбатан ағдарилишини (128-расм) кўриб чиқамиз. Бунинг учун: а) автомобилнинг бирлаштирилган қисмларида эластик элементлар йўқ, яъни система қаттиқ;



167-расм. Автомобилнинг қия текислик бўйлаб ҳаракати.

Автомобиль кетинги ўқиға нисбатан ағдарилади дейилса,  $\alpha_1 = 0$  бўлади. Тенгламани  $\operatorname{tg} \alpha$  га нисбатан ечамиз:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b - f \cdot r_k}{h_d} \quad (92)$$

(92) формула автомобилнинг кетинги ғилдиракка нисбатан ағдарилиши бўйича турғунлик шarti. Формуладан кўриниб турибдики, автомобилнинг ағдарилиши бўйича турғунлиги унинг  $b$ ,  $r_k$ ,  $h_d$  конструктив параметрларига ва ғилдиракнинг ғилдирашига қаршилиқ коэффициенти  $f$  га боғлиқ.

$\frac{b - f \cdot r_k}{h_d} = A$  деб қабул қиламиз. Агар  $\operatorname{tg} \alpha = A$  бўлса, автомобиль нотурғун мувозанатда,  $\operatorname{tg} \alpha > A$  бўлса, автомобиль кетинги ғилдирагига нисбатан ағдарилади,  $\operatorname{tg} \alpha < A$  бўлса, автомобиль турғун ҳаракат қилади.

Автомобилнинг олдинги ўқиға нисбатан турғунлик шarti (92) га ўхшаш қуйидагича ифодаланади:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a + f \cdot r_k}{h_d} \quad (93)$$

Автомобилнинг ён томонга чап ёки ўнг ғилдиракларига нисбатан ағдарилиши ёндан таъсир этувчи куч  $P_y$ , бурилиш давридаги марказдан қочирма  $P_{II}$  ва автомобиль  $\beta$  кўндалангига нишаб йўлдан ҳаракатланганда оғирлиги  $G_a$  нинг ташкил этувчиси  $P_1$  таъсирида ҳам бўлиши мумкин.

Автомобиль  $\beta$  қияликка эга текисликдан ҳаракатланаётган бўлсин (167-расм.) Схемадан автомобилнинг ўнг ғилдиракка нисбатан ағдарилиш эҳтимоли кўпроқ экани кўриниб турибди. Шунинг учун таъсир этувчи кучларнинг мувозанат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\sum M_A = 0;$$

$$\alpha_n \cdot \frac{B}{2} - \alpha_l \cdot B - P_1 h_d = 0,$$

бу ерда:  $z_n, z_n$  — йўлнинг чап ва ўнг ғилдиракларга нормал реакциялари;

$B$  — ғилдиракларнинг симметрия ўқлари ўртасидаги масофа (колея). Автомобилнинг ўнг ғилдиракларига нисбатан ағдарилиши учун  $z_n = 0$  бўлиши керак. Математик ўзгартишлар киритиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{2h_d} \quad (94)$$

(94) формула автомобилнинг ён томонга ағдарилиши бўйича турғунлик шартини дейилади. Кўриниб турибдики, автомобилнинг ағдарилиши унинг оғирлик маркази (о.м.) баландлиги  $h_d$  ва колея  $B$  нинг кенглигига боғлиқ.

$\frac{B}{2h_d} = A$  деб қабул қиламиз. Агар  $\operatorname{tg} \beta = A$  бўлса, автомобиль ёнга ағдарилиши бўйича нотурғун мувозанатда,  $\operatorname{tg} \beta > A$  бўлса, автомобиль ёнга ағдарилади;  $\operatorname{tg} \beta < A$  бўлса, автомобиль ёнга ағдарилмайди.

#### 103- §. АВТОМОБИЛНИНГ ҲАРАКАТ ВАҚТИДАГИ ЁНАКИ СУРИЛИШИ

Автомобиль ҳаракат вақтида ёнаки кучлар таъсирида ён томонга сурилиши мумкин. Амалда автомобилнинг олдинги ёки кетинги ўқи кўпроқ сурилади. Шунинг учун автомобиль бирор ўқининг сурилишга нисбатан турғунлигини кўриб чиқамиз.

Ғилдиракнинг ён томонга суриласдан ғилдираш шартини:

$$P_\varphi = z \cdot \varphi \geq \sqrt{x^2 + y^2}; \quad (95)$$

$$y \leq \sqrt{z^2 \cdot \varphi^2 - x^2}, \quad (96)$$

бу ерда  $z$  — нормал реакция;

$x$  — уринма реакция;

$y$  — ёндан таъсир этувчи куч.

(96) формуладан кўриниб турибдики, ғилдирак билан йўл ўртасидаги тишлашиш кучи  $P_\varphi$  қанча катта бўлиб, уринма реакция  $x$  шунча кичик бўлса, ғилдиракни ёнаки сурилишга мажбур қилувчи куч  $y$  шунча катта бўлади. Шунинг учун етакчи бўлмаган ўқ турғунроқ, чунки  $x$  фақат ғилдирашга қаршиликдан иборат. Агар ўқда тортувчи ёки тормозловчи куч мавжуд бўлса,  $x$  катталашади, (96) формулада илдиз остидаги ифода кичрайдиган ва ўқ жуда кичик куч таъсирида ҳам ён томонга сурилади.

Ғилдирак ва йўл ўртасидаги тишлашишдан тўла фойдаланилса, яъни  $P_\varphi = x$  бўлса, ўқни ёнга суриш учун минимал  $y$  кучи керак бўлади. Автомобилнинг ён томонга сурилиши қия текисликда содир бўлиши мумкин. Қия текисликда ҳаракатланаётган автомобилнинг ёнга сурилмасдан ҳаракатланиш критик бурчаги:

$$\operatorname{tg} \beta_3 \leq \varphi_y; \quad (97)$$



бу ерда  $\varphi_y$  — ғилдирак билан йўл ўртасида кўндаланг йўналган тишлашиш коэффициентини.

Агар  $tg \beta_3 > \varphi_y$  бўлса, автомобиль ёнга сурилади,  $tg \beta_3 = \varphi_y$  бўлганда нотурғун мувозанатда;  $tg \beta_3 < \varphi_y$  бўлганда эса ёнга сурилмасдан ҳаракатда бўлади.

Автомобиль катта тезликда эгри чизиқли ҳаракатланса, марказдан қочирма куч таъсирида ёнга сурилиб кетиши мумкин. Қуйидаги тенгламадан автомобилнинг ёнга сурилмаслик шарти бўйича критик тезлигини аниқлаш мумкин:

$$v_{a3} = 3,6 \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y}, \quad (98)$$

бу ерда:  $R$  — бурилиш радиуси:

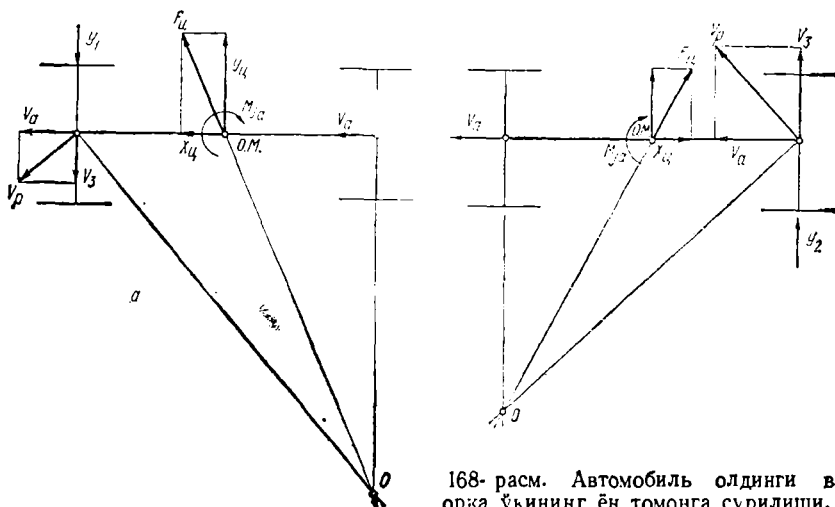
$$g = 9,81 \frac{m}{c^2}.$$

Автомобилнинг ёнга сурилиш бўйича критик тезлиги  $v_{a3}$  бурилиш радиуси  $R$  ва кўндаланг йўналишдаги тишлашиш коэффициентини  $\varphi_y$  га тўғри пропорционалдир.

#### 104-§. АВТОМОБИЛЬ ОЛДИНГИ ВА КЕТИНГИ ЎҚЛАРИНИНГ ЁН ТОМОНГА СУРИЛИШINI ҚИЁСИЙ ТАҲЛИЛ ЭТИШ

Юқорида таъкидланганидек, кетинги етакчи ўқ ён томонга сурилишга мойил, чунки автомобиль тезланиш билан ҳаракат қилаётганда уринма реакция  $X$  ортади. Тормозланиш пайтида эса вертикал юкнинг қайта тақсимланиши натижасида тишлашиш кучи  $P_\varphi$  камайиб кетади, бу эса кетинги ўқнинг яна ҳам сурилишига сабаб бўлади.

Олдинги ва кетинги ўқларнинг ёнга сурилишини кўриб чиқайлик. Автомобиль тўғри чизиқли ҳаракатланаётганда (168-расм, *a*) унинг олдинги ўқига ёндан  $Y_1$  кучи таъсир этсин ва у  $v_{a3}$  тезлик билан ён



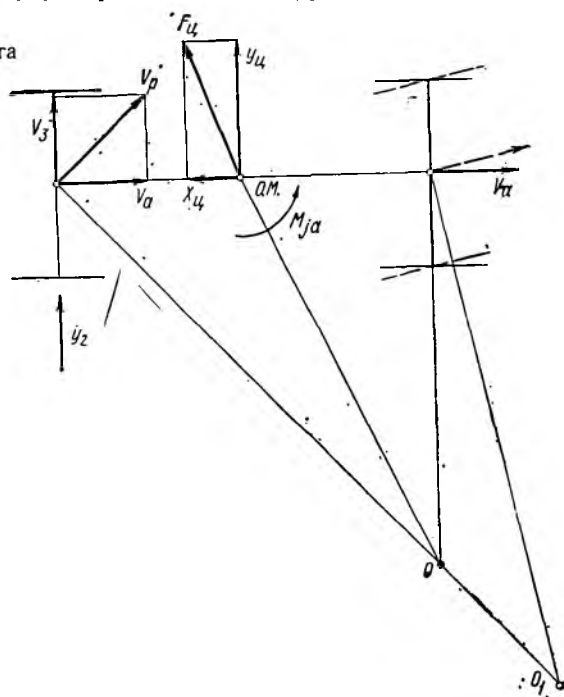
168-расм. Автомобиль олдинги ва орқа ўқларнинг ён томонга сурилиши.

томонга сурила бошласин. Бу вақтда  $v_a$  ва  $v_{a3}$  векторларининг геометрик қўшилиши натижасида олдинги ўқ натижаловчи тезлик  $v$ , йўналишида ҳаракат қилади. Лекин кетинги ўқ  $v_a$  вектор йўналишида ҳаракатни давом эттирганидан автомобиль оний марказ  $O$  атрофида бурилади. Натижада марказдан қочирма куч  $F_u$  ва инерция моменти  $M_{ja}$  ҳосил бўлади. Схемадан кўриниб турибдики, олдинги ўқнинг ёнга сурилиши автоматик равишда сўнади, чунки  $F_u$  нинг ташкил этувчиси  $Y_u$  ҳамда инерция моменти  $M_{ja}$  олдинги ўқнинг сурилишига қаршилиқ қилади.  $Y_1$  ва  $Y_u$  кучлар қарама-қарши томонларга йўналган бўлиб, бир-бирини сўндиради.

Кетинги ўқ ён томонга сурилганда  $Y_u$  ва  $Y_2$  кучлар бир томонга йўналган бўлиб, сурилишни кучайтиради ва автомобиль тургунлигини йўқотади.

Демак, автомобиль кетинги ўқнинг ёнга сурилиши олдинги ўқниқига нисбатан хавфлироқдир. Шундай экан, автомобилнинг сурилишини камайтириш усулларини излаш зарур.

169-расм. Орқа ўқнинг ёнга сурилишини камайтириш усули.



Автомобиль кетинги ғилдирақларининг ёнаки сурилишини қуйидаги усулларда камайтириш мумкин. Бошқарилувчи ғилдирақларни сурилиш томонига буриш керак (169-расм). Агар сурилиш бошланганда олдинги ғилдирақлар нейтрал ҳолатда ва бурилиш маркази  $O$  нуқтада бўлса, олдинги ғилдирақлар бурилгандан сўнг марказ  $O_1$  нуқтага кўчади. Натижада бурилиш радиуси ортади ва марказдан қочирма куч камаяди. Олдинги ғилдирақлар  $v_a$ ,  $v_p$  тезликлари ўзаро парал-

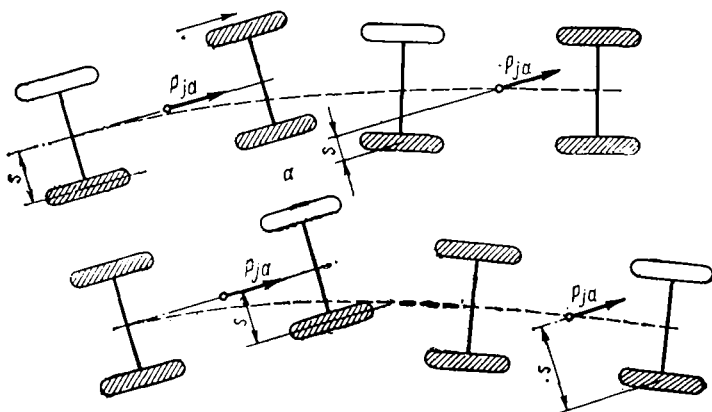
лел бўлгунча бурилса, автомобилнинг бурилиши тўхтайди ва у  $v_a$  ( $v_p$ ) вектори йўналишида илгариланма ҳаракатланади. Ғилдирақлар яна ҳам кўпроқ бурчакка бурилса,  $O$  нуқта автомобилнинг тескари томонига ўтади, марказдан қочирма куч  $F_c$  эса сурилиш йўналишига қарама-қарши бўлиб, уни тўхтатади. Бу усулнинг камчилиги шундаки, у ғилдирақларни буришда ҳосил бўладиган кўндаланг куч ва инерция моменти таъсирини ҳисобга олмайди.

Сурилишни йўқотишнинг иккинчи усули шундан иборатки, автомобильга тормозловчи ёки тортувчи куч таъсир этаётганда сурилиш содир бўлса, оёқни тегишли педалдан олиб  $X$  кучини йўқотиш зарур. Умуман, ҳаракат хавфсизлигини бузмаслик учун бурилиш вақтида ва сирпанчиқ йўлларда автомобилнинг ҳаракат тезлигини камайтириш керак.

#### 105- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ АВТОМОБИЛЬ ТУРҒУНЛИГИГА ТАЪСИРИ

Маълумки, автомобилнинг турғунлиги унинг ҳаракат хавфсизлиги билан боғлиқ. Автомобилни эксплуатация қилиш тугагунча ҳаракат хавфсизлигини сақлаш зарур. Автомобилнинг турғунлигига шинанинг техникавий ҳолати кўпроқ таъсир этади. Шина протекторининг ейилиши ғилдирақларнинг ер билан тишлашишини камайтиради, бу эса унинг ёнга сирпанишини оширади. Шу сабабли, шинанинг протектори йўл қўйилганидан ортиқча ейилганда автомобилларни йўлга чиқариш ман этилади.

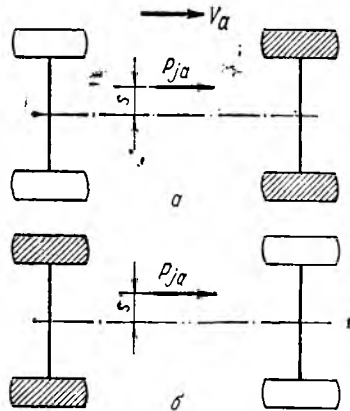
Тормознинг нотўғри созланиши ўнг ва чап ғилдирақларда ҳар хил тормозлаш моменти ҳосил қилади, бу буровчи момент автомобилнинг турғунлигини йўқотиши мумкин. Айниқса олдинги ғилдирақлардаги



170- расм. Тормоз нотўғри созланганлигининг автомобиль турғунлигига таъсири.

тормозлаш кучларининг нотекислиги кетинги ғилдираклардагидан хавфли бўлади. Агар автомобилнинг кетинги ўнг ғилдираги тормозланган бўлса (170-расм), автомобиль тўғри чизиқли ҳаракатидан ўнгга оғади. Бу ҳолда инерция кучи  $P_{ja}$  ва ўнг ғилдираккача бўлган  $S$  масофа ҳамда автомобиль траекториясини ўзгартирувчи момент камаяди.

Агар олдинги ўнг ғилдирак тормозланса, автомобиль ўз траекториясидан ўнгга оғади. Бунда  $S$  елка ва буровчи момент кўпайиб автомобиль турғунлигини батамом йўқотади. Бундай ҳол автомобилнинг бир томондаги ғилдираклари сирпанчиқ ерда, бошқа томондаги ғилдираклари эса тишлашиш коэффициенти катта бўлган ерда ҳаракатланганида тормозланса ҳам содир бўлиши мумкин. Автомобилнинг кўндаланг турғунлиги кузовдаги юкнинг ногўғри жойлашиши натижасида ҳам бузилади. Агар юкнинг оғирлик маркази автомобилнинг бўйлама ўқида ётмаса (171-расм), тормозлаш пайтида ҳосил бўлган  $P_{ja}$  кучи  $S$  елкада буровчи момент ҳосил қилади. Тормозлаш пайтида олдинги ғилдираклар блокировка қилинган бўлса (171-расм, а),  $P_{ja} \cdot S$  моменти автомобилни буради.  $S$  елка камайиб, нолга тенглашганда автомобилнинг бурилиши тўхтайди. Кетинги ғилдираклар блокировка қилинган бўлса (171-расм, б),  $S$  катталашиб автомобилнинг ёнаки сурилишига сабаб бўлади.



171-расм. Кузовда юкнинг ногўғри жойлашининг автомобил турғунлигига таъсири.

## VII бобга доир масалалар

1. Оғирлик марказининг баландлиги 1,1 м; ғилдирак радиуси 0,42 м; оғирлик марказидан кетинги ўккача бўлган масофа 2,5 м. Автомобилнинг ғилдирашига қаршилиқ коэффициенти 0,05 бўлган ҳолда  $\gamma$  17° баландликка чиқмоқда. Автомобилнинг кетинги ғилдиракларига нисбатан турғунлигини исботланг.

Ж а в о б: автомобиль кетинги ғилдиракларига нисбатан турғун.

2. Оғирлик марказининг баландлиги 0,6 м бўлган автомобиль 23° қияликдаги адрдан ҳаракатланмоқда. Автомобиль колеяси 1,8 м бўлса унинг ёнаки ағдарилиши ёки ағдарилмаслигини аниқланг.

Ж а в о б: автомобиль ёнга ағдарилмайди.

3. Автомобиль радиуси 12 м ли бурилишдан ҳаракатланмоқда; ғилдиракнинг йўл билан кўндаланг йўналишидаги тишлашиш коэффициенти 0,65. Автомобилнинг ёнаки сурилишидаги критик тезлиги аниқлансин.

Ж а в о б:  $v_{a3} = 31,6 \frac{\text{км}}{\text{соат}}$

## АВТОМОБИЛНИНГ ЙЎЛ ТЎСИҚЛАРИДАН ЎТУВЧАНЛИГИ

### 106- §. АВТОМОБИЛНИНГ ЙЎЛ ТЎСИҚЛАРИДАН ЎТУВЧАНЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

Автомобилнинг ўтувчанлиги деб, унинг оғир йўл шароитида ва йўлсиз жойлардан ҳаракатлана олишига айтилади.

Автомобилнинг ҳаракати унинг йўл шароитига мос эмаслиги, филдиракларининг йўл билан тишлашиши етарли эмаслиги, двигатель қувватининг камлиги ва бошқа сабабларга кўра ёмонлашиши мумкин. Автомобиллар йўл тўсиқларидан ўтувчанлигига қараб уч гурпуага бўлинади:

1) нормал ўтувчан автомобиллар — олдинги ўқи етакчи бўлмаган икки ва уч ўқли ( $4 \times 2$ ,  $6 \times 4$  тип) автомобиллар;

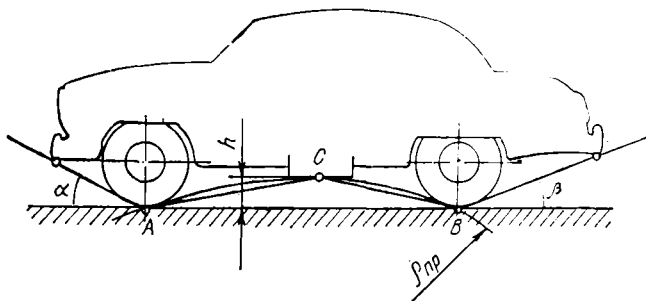
2) юқори ўтувчан автомобиллар — ҳамма ўқлари етакчи бўлган икки ва уч ўқли ( $4 \times 4$ ,  $6 \times 6$  тип) автомобиллар;

3) ўта юқори ўтувчан автомобиллар — махсус компоновка ёки конструкцияга эга бўлган ҳамма ўқи етакчи тўрт ёки ундан кўп ўқли ҳамда ярим гусеницали ва амфибия автомобиллар. Ўтувчанлик кўрсаткичлари геометрик ва тортиш ёки таянч-тишлашиш кўрсаткичларига боғлиқ. Бундан ташқари, ўтувчанлик ҳайдовчининг малакасига ҳам боғлиқ. Шунинг учун автомобилни лойиҳалаш вақтида унинг қандай йўл ва об-ҳаво шароитларида ишлашини ҳисобга олиш керак.

### 107- §. ЎТУВЧАНЛИКНИНГ ГЕОМЕТРИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

Ўтувчанликнинг геометрик кўрсаткичларига автомобилнинг энг пастки нуқтасидан йўл бетигача бўлган оралиқ  $h$ ; олдинги  $\alpha$  ва кетинги  $\beta$  ўтувчанлик бурчаклари; йўл тўсиқларининг бўйлама  $\rho_{пр}$  ва кўндаланг  $\rho_{поп}$  радиуслари; ўтиладиган остонанинг максимал баландлиги киради.

Автомобилнинг энг пастки нуқтаси билан йўл оралиғи  $h$  172-расмда кўрсатилганидек ўлчанади. Олдинги  $\alpha$  ва кетинги  $\beta$  ўтувчанлик орасидаги бурчак автомобилнинг олдинги ва кетинги қисмидаги энг



172- расм. Йўл тўсиқларидан ўта олишнинг геометрик ўлчамларини аниқлаш.

чекка нуқталаридан ғилдиракларга ўтказилган уринма чизиқ билан горизонтал ўртасидаги бурчакдир.

Йўл тўсиқларининг бўйлама  $\rho_{пр}$ , кўндаланг  $\rho_{поп}$  радиуслари график усулида аниқланади. Бунинг учун автомобиль эскизи маълум масштабда миллиметровкага чизилади. Автомобилнинг энг паст нуқтаси  $C$  иккала ғилдиракнинг йўл билан учрашган  $A, B$  нуқталари аниқланади. Бир чизиқда бўлмаган, лекин бир текисликда ётган уч нуқтадан айлана чизиш мумкинлиги қондасига асосан  $AC, BC$  чизиқларнинг ўрталари ан перпендикулярлар ўтказиб, уларнинг кесишиш нуқтаси  $O$  топилади.  $O$  марказдан  $A, C, B$  нуқталар орқали ўтувчи  $ACB$  ёйнинг радиуси бўйлама ўтувчанлик радиуси  $\rho_{пр}$  дейилади. Кўндаланг радиус  $\rho_{поп}$  ҳам шу усулда аниқланади.

Ўтувчанлик геометрик кўрсаткичларининг ўртача қиймати 20-жадвалда келтирилган.

20-жадвал

Автомобиллар	h, мм	$\rho_{пр}$ , м	$\alpha$ , градус	$\beta$ , градус
4×2 типдаги енгил автомобиллар	188...210	3,2...8,3	20..30	15...22
4×2 типдаги юк автомобиллари	245...265	2,7...5,5	40..60	19...43
4×4, 6×4, 6×6 типдаги юк автомобиллари	260...310	1,9...3,6	45..50	34...40
Автобуслар	220...300	4...9	10..40	6...20

Автомобиль ўта оладиган остонанинг баландлиги нормал ва юқори ўтувчан автомобиллар учун катта аҳамиятга эга. Автомобилнинг етакчи бўлмаган олдинги ғилдиракларини  $H$  баландликка эга остонадан ўтказиш учун катта итарувчи  $P$  куч талаб этилади.  $P$  куч етакчи ғилдираклардаги  $P_k$  куч таъсирида ҳосил бўлади ва двигатель қувватига ҳамда шинанинг йўл билан тишлашишга боғлиқ. Амалда етакчи бўлмаган ғилдирак ўта оладиган тўсиқнинг баландлиги  $H = (0,35 \dots 0,65) \cdot r_k$  бўлади.

Агар буровчи момент  $M_k$  ва итарувчи куч  $P$  таъсирида олдинги етакчи ғилдирак  $H$  баландликка эга тўсиқдан ўтаётган бўлса, баландлик  $H$  нинг қиймати радиус  $r_k$  дан катта бўлиши мумкин, чунки буровчи моментнинг таъсирида ғилдиракни юқорига кўтарувчи куч ҳосил бўлади.

#### 108- §. УТУВЧАНЛИКНИНГ ТАЯНЧ-ТИШЛАШИШ КЎРСАТКИЧЛАРИ

Ўтувчанликнинг таянч-тишлашиш кўрсаткичларига тортиш ва тишлашиш шартлари бўйича максимал динамик факторлар  $D_{a_{max}}, D_{\sigma_{max}}$ ,

автомобилнинг орқа илмоғидаги тортиш кучи  $P_{кр}$ ; олдинги ва кетинги ғилдираклар изининг мос келиш коэффициентини  $\eta_c$  киради.

Тортиш шarti бўйича автомобилнинг максимал динамик фактори  $D_{a_{max}}$  автомобилнинг тўхтамасдан ҳаракатланиш қобилиятини кўрсатади. Унинг қийматини катталаштириш учун тортиш кучини ошириш, автомобилнинг умумий оғирлигини камайтириш керак.

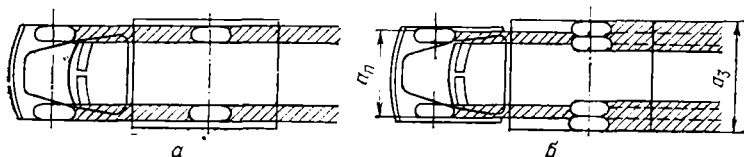
Ғилдиракнинг йўл билан тишлашиш шarti бўйича максимал динамик фактор  $D_{q_{max}}$  автомобилнинг етакчи ғилдираклар шатаксырамаган ҳолда ҳаракатланишини таъминлайди. Бу фактор етакчи ғилдиракка тўғри келган массани ошириш, ғилдиракнинг йўл билан тишлашишини яхшилаш ҳисобига амалга ошади. Уларга ўз навбатида шина конструкциясини мукамаллаштириш, етакчи ўқлар сонини ошириш ва ҳоказолар таъсир кўрсатади.

Автомобилнинг орқа илмоғидаги солиштирма тортиш кучи  $q_{кр}$  илмоқдаги максимал тортиш кучи  $P_{кр}$  нинг автомобиль оғирлигига нисбати билан аниқланади:

$$q_{кр} = \frac{P_{кр}}{G_a}$$

Бу ўлчам йўлнинг муваққат ортиқча қаршилигини двигателдаги запас қувват ҳисобига енгиз қобилиятини кўрсатади.  $P_{кр}$  нинг қиймати автомобилни шатакка олиш вақтида аниқланади. Тортувчи ва шатакка олинаётган автомобиллар ўртасидаги тросга динамометр уланади. Ҳаракат вақтида шатакка олинган автомобиль тортувчи автомобиль тўхтаб қолгунча ёки унинг ғилдираклари шатаксырай бошлагунга қадар аста-секин тормозланади.

Шинанинг солиштирма босими  $q_{ш}$  ғилдиракка таъсир этувчи оғирликнинг шинани йўлдаги контакт изи юзасига нисбати билан ўлчанади.  $q_{ш}$  ни аниқлаш учун автомобилнинг ғилдираги домкрат билан кўтарилади, шина протекторига сиёҳ суртилади ва ғилдирак остига оқ қоғоз қўйиб, ерга туширилади ҳамда қоғозда қолган изнинг юзаси аниқланади. Солиштирма босим қийматини шинанинг дамланиш даражасини камайтириш, ғилдираклар сонини ошириш, катта диаметр ва махсус кенг шиналар ишлатиш билан камайтириш мумкин.



173- расм. Олдинги ва кетинги ғилдираклар изининг мос келиш коэффициентини аниқлаш.

Олдинги ва кетинги филдираклар изларининг мос келиш коэффициенти  $\eta_c$  олдинги филдираклар изи орасидаги  $a_n$  ва кетинги филдираклар изи орасидаги  $a_3$  масофалар нисбати билан ўлчанади (173-расм): Агар  $a_n$  ва  $a_3$  масофалар мос келса, орқа филдираклар олдинги филдираклар босган издан боради ва уларнинг филдирашига қаршилиқ минимал бўлади. Агар  $\eta_c \neq 1$  бўлса, кетинги филдираклар олдинги филдираклар изини бузиш ва янги йўл очиш учун қўшимча энергия сарф қилади. Шунинг учун ортиқча қаршилиқни енгувчи автомобиллар кетинги ўқининг иккала томонида биттадан филдирак қолдириб қаршилиқ камайтиради.

Автомобиль агрегат ва узелларининг конструкцияси унинг йўл тўсиқларидан ўтувчанлигига таъсир этади. Автомобилда мустақил ва балансириши осмаларнинг қўлланиши филдиракларнинг йўл нотекислигига мослашишини яхшилайти ва унинг тўсиқларни енгитиш қобилиятини оширади. Филдиракларнинг шатаксирамаслиги учун ўқларда катта ишқаланишли дифференциал қўлланилади, чунки бу дифференциал шатаксираётган филдиракка катта буровчи момент, айланаётган филдиракка эса кичик буровчи момент узатиб автомобилни шу йўлдан ўтишини таъминлайди.

#### 109- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ АВТОМОБИЛНИНГ ЎТУВЧАНЛИГИГА ТАЪСИРИ

Автомобиль оғир йўл шароитларида ишлаганда унинг етакчи филдираклари катта куч сарфлаши керак бўлади. Шунинг учун двигател қувватини камайтирувчи ва трансмиссия қаршилигини орттирувчи ҳамма факторлар (деталларнинг ейилиши, ўт олдириш системасининг камчиликлари, агрегатлардаги турли нуқсонлар, паст сифатли ёнилғи ҳамда мойларнинг ишлатилиши ва ҳ. к.) автомобилнинг ўтувчанлигига салбий таъсир кўрсатади.

Автомобилнинг қаршилиқларни енга олиш қобилияти етакчи филдиракларнинг йўл билан тишлашишига ва филдирашига қаршилиқ кучига боғлиқ. Ҳаракат вақтида филдирак тупроққа унинг юк кўтариш қобилияти тугагунча ботади. Филдирак қанчалик чуқур ботса, унинг филдирашига қаршилиги шунча ортади. Филдиракнинг йўлга солиштирма босимини камайтириш учун унинг шинадаги босимини камайтириш, диаметри ва профилини катталаштириш, филдираклар сонини кўпайтириш зарур. Юқори ўтувчан автомобилларга катта диаметр ва профилли махсус шиналар ўрнатилади. Улардаги ички босим йўлнинг қаттиқлигига қараб  $0,5 \text{ кг/см}^2$  ( $0,05 \text{ МПа}$ ) дан  $3 \text{ кг/см}^2$  ( $0,3 \text{ МПа}$ ) гача ўзгариши мумкин. Ҳайдалган, ёмғирдан кейин жуда юмшаган ерларда, қум ва қорда юриш учун автомобилда махсус кенг профилли ва паст босимли, аркали шиналар ишлатилади. Бундай шинанинг контакт юзаси оддий шиналарникига нисбатан 2,5...4 марта катта, лекин уларнинг хизмат қилиш муддати қисқа.

Шинанинг йўл билан тишлашиш коэффициентини ошириш учун унинг протектори ҳар хил шаклли қилиб ясалади. Бундан ташқари, қишда филдиракларга сирпанишга қаршилиқ кўрсатувчи занжирлар маҳкамланади. Ёмон йўлларда ботиб қолган автомобиль чигир ёки ўзи чиқарар мосламалар ёрдамида тортиб чиқарилади.



## АВТОМОБИЛНИНГ ЮРИШ РАВОНЛИГИ

## 110-§. АВТОМОБИЛНИНГ ЮРИШ РАВОНЛИГИ КЎРСАТКИЧЛАРИ

Автомобиль агрегатлари бир-бири билан шарнирли ёки эластик бириктирилгани сабабли ҳаракат вақтида вертикал йўналишда тебранади. Тебраниш сабабларидан бири қиймати ва йўналиши ўзгарувчи кучлар таъсирidir. Тебраниш, бир томондан пассажирлар ва ҳайдовчида ёмон туйғу ҳосил қилса, иккинчи томондан деталларнинг ейилишини кучайтиради. Тебраниш вақтида автомобилнинг ҳаракатига қаршилик органи сабабли унинг ёниги сарфи кўпаяди. Ҳайдовчи нотекис йўлларда тезликни камайтиришга мажбур бўлади, шунда автомобилнинг иш бажариш қобилияти ҳам пасаяди.

Автомобилнинг тебраниши тебраниш амплитудасининг частотаси, тезланиши ва тебраниш тезланишининг вақт бирлигида ўзгариши билан характерланади. Бу кўрсаткичлар лаборатория ва йўл шаронтида тажриба ўтказиб аниқланади.

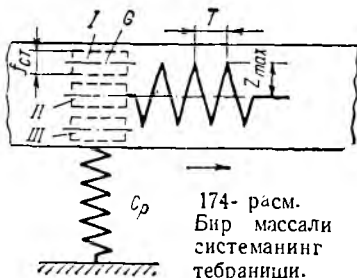
Юриш равонлиги кўрсаткичларининг қийматини аниқлаш учун равонликка таъсир этувчи ҳамма факторларни ва тебранишнинг инсон организмга таъсирини ҳисобга олиш зарур. Автомобиль осмасининг сифати кузовнинг хусусий тебраниш частотаси билан характерланади. Маълумки, инсон организми юриш пайтидаги оёқ турткисига ва ўртача юриш тезлигига мосланган. Агар қадам узунлиги 0,75 м, тезлиги 3 км/соат десак, минутига 67 та вертикал туртки бўлиши мумкин. Енгил автомобилларнинг хусусий тебраниш частотаси 60...80 тебраниш/минут; бу эса юқорида ҳисобланган рақамга яқин. Тебраниш частотаси кичик бўлса, пассажирда «денгиз касаллиги» аломатлари пайдо бўлади (бош айланиш, кўнгил айниш), тебраниш частотаси катталашганда одам тез чарчайди.

Автомобилнинг юриш равонлигини лабораторияда ва йўл шаронтида аниқлаш мумкин. Лабораторияда автомобилни махсус мослама ёрдамига кўтариб, тезда ташлаб юбориш билан ёки автомобиль ёлдиракларини махсус чиққили барабан устида ҳаракатлантириш билан аниқланади. Тажриба маълумотларидан рессораланган ва рессораланмаган массаларнинг тебраниш частотаси, амплитудаси, тезлиги ва тезланиши аниқланади. Равонликни автомобиль юраётган вақтда аниқлаш учун изланаётган параметрларнинг ўзгариши лентага ёзилади. Йўлнинг нотекислик бўйлама кесими синусоида шаклида деб олинади. Ҳаракат тезлигини 5 км/соатдан бошлаб зарур тезликкача ошириб борилади. Ленталардаги ёзувлардан автомобилнинг юриш равонлигини характерловчи параметрлар аниқланади.

## 111-§. АВТОМОБИЛНИНГ ТЕБРАНИШИ

Тебранишга ҳар хил факторларнинг таъсирини ўрганиш учун битта эркинлик даражасига эга бўлган жисм тебранишини текшира-миз (174-расм).  $m$  массали жисм  $C_p$  бикрликка эга пружинага маҳкамланган бўлсин. Пружинага юк қўйилмасдан олдин жисм  $l$  ҳолатда

бўлади. Юк қўйилгандан кейин эса унинг оғирлиги  $G$  куч таъсирида  $f_{ст}$  силжишга эга бўлади (II ҳолат). Жисмни мувозанатдан чиқариш учун пружина сиқиб, кейин қўйиб юборилади ва унинг эркин ҳаракати ҳосил қилинади. Агар шу тебраниш лентага ёзиб олинса,  $z_{max}$  амплитудани,  $T$  эса тебраниш даврини беради. Шу схема учун тебранишнинг дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:



174- расм.  
Бир массали  
системанинг  
тебраниши.

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} + C \cdot z = 0. \quad (99)$$

Бу тенглама қуйидаги ечимга эга:

$$z = z_{max} \cdot \sin \sqrt{\frac{c}{m}} \cdot t, \text{ см}; \quad (100)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}} \text{ бўлгани учун } z = z_{max} \cdot \sin \omega \cdot t; \quad (101)$$

бу ерда  $z$ ,  $z_{max}$  — тебраниш амплитудалари;

$t$  — тебраниш даври;

$\omega$  — эркин тебранишнинг бурчакли частотаси;

$c$  — пружина бикрлиги.

Охирги (101) тенгламадан гармоник тебранишдаги юриш равонлиги ўлчамларини аниқлаш мумкин. Тебраниш тезлиги:

$$v_a = \frac{dz}{dt} = z_{max} \cdot \omega \cdot \cos \omega \cdot t, \text{ см/с}; \quad (102)$$

тебраниш тезланиши:

$$j = \frac{d^2 z}{dt^2} = -z_{max} \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega \cdot t, \text{ см/с}^2; \quad (103)$$

тебранишнинг ўсиш тезлиги:

$$j' = \frac{d^3 z}{dt^3} = -z_{max} \cdot \omega^3 \cdot \cos \omega \cdot t, \text{ см/с}^3; \quad (104)$$

тебраниш частотаси:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{f}} \approx \frac{300}{f_{ст}}, \frac{\text{тебраниш}}{\text{мин}}. \quad (105)$$

Охирги формулага кўра, османинг статик деформацияси  $f_{ст}$  қанчалик катта бўлса, осма шунчалик юмшоқ бўлади, автомобилнинг комфортабеллиги эса ортади.

Енгил автомобиллар учун	$f_{ст} = 100 \dots 250 \text{ мм};$
юк автомобиллар учун	$f_{ст} = 60 \dots 120 \text{ мм};$
автобуслар учун	$f_{ст} = 100 \dots 200 \text{ мм}.$

Автомобиль кўп массали система бўлгани учун унинг тебраниши жуда мураккабдир. Қабул қилинган эквивалент тебраниш системаси

рессораланган масса  $m$ , рессораланмаган  $m_1, m_2$  массалар ва  $C_1, C_2$  бикрликка эга бўлган осмалардан,  $C_{ш1}, C_{ш2}$  бикрликка эга бўлган шиналардан ҳамда  $K_{a1}, K_{a2}$  қаршиликли амортизаторлардан иборат; осма шарнирлари ва рессора листлари ўртасида қуруқ ёки ярим қуруқ, шиналарда эса молекулалараро ишқаланиш мавжуд. Кузов ва ўқлар олтига эркинлик даражасига эга (учта чизиqli ва учта бурчакли). Тебранишга таъсир этувчи факторларнинг кўплиги уни аналитик усулда текширишни жуда қийинлаштиради, шунинг учун автомобилнинг конструктив факторлари содаллаштирилади. Автомобилнинг рессораланмаган массалар миқдори рессораланган массалар миқдорининг 15...20 % ни ташкил қилади, рессоралар қаттиқлиги эса шинаникидан 3...7 марта кам. Демак, рессораланмаган массаларнинг эркин тебраниш частотаси рессораланган массаларникидан катта бўлади. Шунинг учун рессораланмаган массаларнинг кузов тебранишига таъсири ҳисобга олинмайди, османинг эластик элементлари ва шина бикрлиги эса келтирилган бикрлик билан алмаштирилади.

Османинг келтирилган бикрлиги  $C_{пр}$  деб, берилган юк таъсирида ҳақиқий осма каби деформацияга эга бўлган, сохта эластик элемент бикрлигига айтилади. Келтирилган бикрлик қуйидагича аниқланади:

$$C_{пр} = \frac{C_p \cdot C_{ш}}{C_p + C_{ш}}; \quad (106)$$

$C_p, C_{ш}$  — рессора ва шинанинг вертикал бикрлиги.

Рессоранинг бикрлиги шинаникидан бир неча марта кичик бўлгани учун османинг келтирилган бикрлиги рессораникидан 15...20 % кам бўлади. Автомобиллар олдинги ва кетинги осмаларининг бикрлиги 200 ...600 Н/см, шинасининг бикрлиги 2000...4500 Н/см бўлади.

Автомобилнинг юриш равонлигини текширишни осонлаштириш учун уни иккита эркинлик даражасига эга система деб қабул қилиш зарур: биринчиси—вертикал йўналишдаги тебраниш; иккинчиси — кўндаланг  $Y$  ўқ атрофида вертикал тебраниш. Иккала хил тебранишлар биргаликда автомобилнинг киши организмга таъсир этувчи комфортли вазиятни вужудга келтиради. Автомобилнинг вертикал тебраниши юмшоқ осма ва амортизатор билан камайтиради. Автомобилнинг бурчакли тебранишини эса осма конструкциясини мукамаллаштириш, автомобиль массаларини бўйлама ўқ бўйича тўғри тақсимлаш ҳисобига камайтириш мумкин.

#### 112-§. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ АВТОМОБИЛНИНГ ЮРИШ РАВОНЛИГИГА ТАЪСИРИ

Автомобиль тебранишига йўлнинг нотекислиги катта таъсир кўрсатади. Асфальт-бетон ва цемент-бетон йўлларда баландлиги 3...5 мм, узунлиги 8...10 м; баландлиги 10...12 мм ва узунлиги 5...8 м тўлқинлар бор. Йўллар ҳаракат интенсивлиги катта бўлганда шундай тўлқинсимон ҳолатга келади ва автомобилнинг юриш равонлигини ёмонлаштиради.

Автомобиль юриш қисмининг техникавий ҳолати ёмонлиги унинг юриш равонлигига таъсир этади. Агар рессора листлари орасида мой

кам бўлса, ишқаланиш кучайиб, тебраниш частотаси ошади. Ишқаланиш кучайганда кузов қаттиқ турткиларни ҳам қабул қилиб, унинг тебраниши зўраяди. Агар амортизатор сальниги ёмон бўлса, унинг мойи сизади ва тебранишни сўндириш хусусияти йўқолади. Бундай амортизаторли автомобиль нотекис йўлдан ўтгандан кейин ҳам анча вақт тебранишда давом этади. Агар йўлдаги нотекисликлар такрорланса ва унинг частотаси эркин тебраниш частотасига тенг бўлиб қолса, резонанс ҳодисаси рўй бериши мумкин. Натижада филдирак йўл билан контактини йўқотиб, юриш равонлиги, автомобилнинг турғунлиги ва бошқарилувчанлиги ёмонлашади.

Автомобилнинг юриш равонлиги унинг устидаги юкка ҳам боғлиқ. Юк миқдори ўзгариши билан рессораланган масса ошади, автомобилнинг оғирлик маркази пасаяди, османинг эластик элементлари деформацияси эса ошади. Бу айниқса юк автомобилларида яққол кўзга ташланади.

Шинанинг эластиклиги қанчалик яхши бўлса, у турткиларни шунчалик яхши сўндиради. Шина эластиклиги унинг ички босимини камайтириш ҳисобига оширилиши мумкин, лекин ички босим камайганда шинанинг юк кўтариш кучи камаёди, филдирашга қаршилиги эса катталашади. Шунинг учун шиналардаги босим инструкцияга мос бўлиши керак.

## Х б о б

### ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИ

#### 113- §. ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ АСОСИЙ ФАКТОРЛАР

Автомобиль конструкциясининг яшиланиши, унинг ўрта ва максимум тезликларининг ошиши, йўл ҳаракатидаги интенсивлик ҳамда автомобиллар сонининг ошиши ҳаракат хавфсизлигига катта эътибор беришни талаб қилади.

Ҳаракат хавфсизлигига риоя қилмаслик йўл-транспорт ҳодисаларига сабаб бўлади. Йўл-транспорт ҳодисаларига қуйидагилар киради: транспорт воситаларининг бир-бири билан тўқнашиши; ағдарилиши; тўсиқлар ва йўловчилар билан тўқнашиши.

**Транспорт воситаларининг тўқнашиши** деб, бир автомобилнинг ҳаракатдаги ёки вақтинча тўхтаган бошқа транспорт билан тўқнашишига айтилади.

**Транспорт воситаларининг ағдарилиши** деб, транспортнинг ўз турғунлигини йўқотиб ёхуд иккита автомобилнинг тўқнашиши натижа-сида ағдарилишига айтилади.

**Транспорт воситаларининг тўсиқлар билан тўқнашиши** деб, транспортнинг кўзгалмас жисм (кўприк устуни, симёғоч, дарахт ва ҳ.к.) ёки тўхтаб турган автомобиль билан тўқнашишига айтилади.

**Транспортнинг йўловчилар билан тўқнашиши** деб, транспортнинг йўловчини уриб кетиши ёки йўловчининг ҳаракатдаги машинага урилишига айтилади.

Юқоридаги йўл-транспорт ҳодисаларининг содир бўлиш сабаблари қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- а) ҳайдовчилар томонидан ҳаракат қоидаларининг бузилиши;
- б) ҳайдовчилар малакасининг пастлиги;
- в) транспорт воситасининг техникавий бузуқлиги, юкнинг нотўғри жойлашиши ва ҳ.к.
- г) ҳаракатда қатнашувчи бошқа иштирокчиларнинг (велосипедчилар, йўловчилар ва ҳ.к.) йўл қоидаларини бузиши;
- д) йўл шароитининг ёмонлиги ва ҳаракатни ташкил этишдаги камчиликлар.

#### 114- §. ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИНИНГ ТУРЛАРИ

Ҳаракат хавфсизлиги деб, автомобилнинг ҳайтовчи иштирокида юк ва пассажирларни йўл-транспорт ҳодисаларисиз ташишига айтилади. Ҳаракат хавфсизлиги актив ва пасив бўлиши мумкин.

Актив хавфсизлик — ҳаракатдаги автомобиль авариясининг олдини олиш учун хизмат қилади. У қуйидаги усуллар билан амалга оширилади:

- а) эффе́ктив тормозланиш;
- б) максимал тезлик билан ҳаракатланиш даврида йўлдан тоймаслик;
- в) автомобилнинг бурилиш давридаги турғунлиги;
- г) ишончли огоҳлантирувчи, товуш ва ёруғлик сигналлари;
- д) ҳайдовчи ўтирган жойдан йўлнинг тўла кўриниши;
- е) узоқ йўл юрилганда чарчамаслик учун тадбирлар кўриш;

Пасив хавфсизлик — содир бўлган авария натижаларини юмшатиш учун зарур. У автомобиль конструкциясини яхшиловчи тадбирлар ёрдамида амалга оширилади. Улар қуйидагилар: хавфсиз руль колонкаси; кузовнинг чиқиб турувчи ўткир қисмларини камайтириш; авария вақтида хавфсиз деформацияланувчи бензин баки ва ҳ.к.

Демак, актив хавфсизлик асосан автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларига, пасив хавфсизлик эса автомобиль конструкцияга боғлиқ.

Йўл-транспорт ҳодисаларини анализ қилиш шуни кўрсатадики, автомобильни аварияга олиб келувчи асосий сабаблардан бири тормозлаш системасининг нотўғри ишлашидир. Агар тормоз эффе́ктив ишламаса, тормоз йўли узайиб кетиб автомобилнинг тўсиқ ёки очамни уриб кетиш хавфи ортади. Агар тормоз барабани ва колодкаси жипслашиб қолса, автомобиль турғунлигини йўқотади, бу эса ўз навбатида аварияга сабаб бўлиши мумкин.

#### 115- §. АВТОМОБИЛЬ ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАРГА БОҒЛИҚЛИГИ

Ҳаракат хавфсизлиги автомобилнинг турғунлиги, бошқарилувчанлиги, кичик майдонда айлана олиши каби эксплуатацион хусусиятларига боғлиқ. Маълумки, бошқарилувчи филдираклар йўлдаги тасодифий турткилар таъсирида, ҳатто тўғри чизиқли ҳаракати даврида ҳам нейтрал ҳолатини йўқотади. Бошқарилувчи филдираклари барқарор бўлмаган автомобиль турғун ҳаракат қила олмайди. У ўз йўналишини ўз-

гартираверади ва ҳайдовчи тўхтовсиз руль чамбарагини буришга мажбур бўлади. Агар ғилдираклар барқарор бўлмаса, ҳайдовчининг иши қийинлашади, автомобилнинг ёнга сурилиш хавфи туғилади, бу эса ўз навбатида унинг турғунлигини ёмонлаштиради, шинасининг ва руль механизми деталларининг ейилишини оширади. Бошқарилувчи ғилдиракларнинг барқарорлиги автомобилни буриш даврида ҳам зарур. Бурилиш тугаши билан ғилдиракларнинг бошланғич вазиятга қайтиши ҳайдовчи ишини енгиллаштиради ва автомобилнинг тўсиқ билан учрашиш эҳтимоллиги камаяди. Бошқарилувчанликнинг яхши бўлиши ғилдиракларнинг мувозанатланганлигига ҳам кўп жиҳатдан боғлиқ. Агар автомобиль катта тезлик билан ҳаракатланаётган бўлса, ғилдирак лапанглаб айланади ва автомобилни бошқариш қийинлашади.

Йўл-транспорт ҳодисаларининг 15% га яқини автомобилнинг афдалиши билан боғлиқ. Руль чамбарагини тез буриш, кузовда юкнинг нотўғри жойлашиши, ғилдиракларнинг сирпанчиқ жойга тушиб қолиши ва ҳ. к. автомобилнинг афдалишига сабаб бўлади.

Ғилдиракнинг йўл билан тишлашиш кучининг камайиши автомобилнинг ёнга сурилишига сабаб бўлади. Айниқса, кетинги ғилдиракларнинг ёнга сурилиши хавфли. Бу вақтда автомобилни тормозлаш ёки тезлигини ошириш мумкин эмас, чунки унинг ёнга сурилиши ортиб, афдалиши мумкин.

#### 116- §. ЭКСПЛУАТАЦИЯДА УЧРАЙДИГАН ФАКТОРЛАРНИНГ АВТОМОБИЛЬ ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИГА ТАЪСИРИ

Эксплуатацияда учрайдиган кўпгина факторлар автомобиль ҳаракат хавфсизлигига унинг у ёки бу эксплуатацион хусусиятлари орқали таъсир этади. Аввало, ҳайдовчи транспорт ҳаракати вақтида унга таъсир этувчи кучларни уларнинг бурилиш ва тормозлаш пайтида қиймат ҳамда йўналиши ўзгаришини билиш керак. Агар бу кучлар ҳисобга олинмаса ва бурилиш катта тезлик билан бажарилса, автомобиль ёнига афдалиши мумкин.

Автомобиль оғирлик марказининг баланд бўлиши ҳаракат хавфсизлигига салбий таъсир кўрсатади. Агар юк автомобилга катта ўлчамли юк ортилса, автомобиль оғирлик марказининг баландлиги катталашади, бу эса автомобилни ёнга афдалиш хавфини оширади.

Автомобиль ғилдиракларининг йўл билан тишлашиш коэффициентини ҳам ҳаракат хавфсизлигига таъсир этади. Тишлашиш коэффициентининг қиймати, шина протекторининг қанчалик ейилганлигига боғлиқ. Агар протектор ортиқча ейилган бўлса (айниқса, ҳўл йўлда), тишлашиш коэффициенти камаяди ва автомобиль ёнга сирпаниб унинг турғунлиги йўқолади. Автомобилнинг турғунмас ҳаракати йўлдаги транспортнинг ҳаракат хавфсизлигини бузади.

Автомобиль тормозлаш системасининг техникавий ҳолати, унинг тўғри созланиши ва фойдаланилиши ҳаракат хавфсизлигини таъминловчи асосий фактор ҳисобланади. Йўлга чиқишдан аввал ҳайдовчи ҳар бир ғилдиракнинг бир хилда созланганлигини, тормоз системасининг аниқ ишлашини текшириши зарур. Ғилдиракларда тормозлаш механизмининг бир хилда созланмаганлиги пайдо бўлган тормозлаш куч-

ларининг ҳар хиллигига олиб келади. Бунда автомобиль тормозланса, ёнга сирпаниб, турғунлигини йўқотади. Баъзан пневматик ёки гидравлик юритмали тормоз системасида шлангнинг нотўғри ўрнатилиши тўсатдан узилишига сабаб бўлади. Натижада тормоз ишламайди ва ҳаракат хавфсизлиги бузилади.

Бошқарилувчи ғилдиракларнинг барқарорлиги шквореннинг кўндатанг ва бўйлама оғиш бурчакларига, ғилдиракнинг ёнаки оғиш бурчагига, ғилдиракларнинг яқинлашувига боғлиқ. Ҳайдовчи автомобиль ғилдиракларининг тўғри жойлашишни систематик равишда созлаш билан яхши ҳолатда сақлаши зарур. Бу эса ҳаракат хавфсизлигини таъминловчи асосий факторлардан ҳисобланади. Бундан ташқари автомобиль (айниқса, енгил автомобиль) ғилдиракларининг мувозанатланганлиги унинг бошқарилувчанлигига, демак ҳаракат хавфсизлигига ижобий таъсир кўрсатади.

Ҳайдовчининг психик ва физиологик ҳолати ҳам ҳаракат хавфсизлигига таъсир этиши мумкин. Автомобилни яхши бошқариш учун ҳайдовчининг кўриш қобилияти ўткир бўлиши, рангларни ажрата олиши, йўл шароити ўзгарганда ҳам зийракликни сақлаши лозим.

## XI б о б

### АВТОПОЕЗДЛАР

#### 117- §. АВТОПОЕЗДЛАР ТЎҒРИСИДА ТУШУНЧА

Тортувчи автомобиль (тягач) ва унга уланган бир нечта (бир ёки икки ўқли) прицеп (ярим прицеп, роспуск) дан иборат транспорт воситаси автопоезд деб аталади. Халқ хўжалигининг тез суръатларда ривожланиши кўплаб автомобиль транспорти ишлаб чиқаришни талаб қилади. Тадқиқотларнинг кўрсатишича, бу масалани фақат автомобиллар сонини ошириб эмас, балки унинг юк кўтариш қобилиятини ошириш билан ҳам ечиш зарур.

Назарий жиҳатдан автопоезднинг умумий оғирлиги чекланмаган катта бўлиши мумкин, лекин унинг габарити, йўлга босими тавсия этилган нормадан четга чиқмаслиги зарур. Ҳозирги пайтда 250 300 т ва ундан ортиқ юк кўтариш қобилиятига эга бўлган оғир автопоездлар мавжуд. Автопоезд техникавий-иқтисодий кўрсаткичларининг автомобилга нисбатан 1,5 . . . 2,0 марта юқори бўлиши унинг афзалликларидан биридир. Халқ хўжалигида юкларни (қурилиш конструкциялари, трубалар, ёғоч ва ҳ. к.) автопоездларсиз ташиш анча оғир.

Автопоездлар қуйидаги афзалликларга эга:

- 1) автопоезднинг нархи шу оғирликдаги автомобиль нархидан анча кам;
- 2) автопоезднинг тузилиши оддий, унга техникавий хизмат кўрсатиш ва уни эксплуатация қилиш учун кам маблағ сарфланади (масалан, 1 т юкни 1 км масофага ташиш учун автопоездларда автомобилдагига нисбатан 20—30% кам ёнилғи сарфланади);
- 3) автопоезд кузовининг фойдали иш юзаси автомобилниқидан 1,4 . . . 1,5 марта кўп;
- 4) автопоездлар кўп турли юкларни ташишга мосланган;
- 5) автопоездлар учун гараж қуришга капитал харажат камаяди, чунки прицепларни сақлаш учун махсус жой зарур эмас.

Автопоезд вазифасига қараб қўйидагиларга бўлинади: 1) универсал — ҳар хил юкларни ташишга мўлжалланган платформа ёки фургонлар; 2) ихтисослаштирилган — бир турдаги юкни ташишга мўлжалланган (самосвал, панель ташувчи, узун юкларни ташувчи, рефрижератор ва бошқалар); 3) махсус — автопоезд устига доимий ўрнатилган ускуна бўлиши мумкин (кўчма электростанция, компрессор мосламаси, ремонт устахонаси).

Тортувчи кучнинг ғилдиракларга тақсимланиш характериға қараб автопоездлар қўйидагиларға бўлинади: 1) пассив—автопоездға уланган прицеп (ярим прицеплар, роспусклар) етакчи ғилдиракка эға бўлмайди; 2) актив — уланган прицеп (ярим прицеп, роспуск) етакчи ғилдиракка эға.

Юкнинг автопоезд звеноларига тақсимланишиға қараб: а) юк мустақил бўлинадиган автопоездлар (прицепли автопоездлар); б) юк номустақил бўлинадиган автопоездлар (эгарлик автопоездлар); в) юк аралаш бўлинадиган автопоездлар (эгарлик тягач, ярим прицеп ва икки ўқли прицепдан иборат автопоезд) бўлади.

#### 118-§. АВТОПОЕЗДГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ҚАРШИЛИК КУЧЛАРИ

Автопоездға таъсир этувчи қаршилик кучлари оддий автомобилдагидек бўлиб,  $P_{fan}$ ,  $P_{ian}$ ,  $P_{wan}$ ,  $P_{ja}$  билан белгиланади. Қўйидаги формулаларни ёзишда автопоезд умумий ҳолатда ҳаракат қилади деб фараз қилинади. Автопоезд тягач ва прицепдан иборатлиги учун унинг ҳаракатига қаршилик кучи қўйидагича ифодаланади:

$$P_{fan} = P_{fa} + P_{fn} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \left( 1 + \frac{G_n}{G_a} \right); \quad (107)$$

бу ерда  $P_{fa}$  — тягач ғилдиракларининг ғилдирашға қаршилик кучи, Н;  
 $P_{fn}$  — прицеп ғилдиракларининг ғилдирашға қаршилик кучи, Н;  
 $G_n$  — прицепнинг умумий оғирлиги, Н."

Агар  $K_n = \frac{G_n}{G_a}$  бўлса,

$$P_{fan} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot (1 + K_n), \quad \text{Н}; \quad (108)$$

бу ерда  $K_n$  — тягач (тортувчи автомобиль) ва прицеп оғирликлари ўртасидаги боғланишни кўрсатувчи коэффициент.

Демак, автопоезднинг ғилдирашға қаршилик кучи тягач ва прицеп оғирликлари нисбатига ҳам боғлиқдир.

#### Автопоезднинг баландликка чиқишиға қаршилик кучи

$P_{ian}$  қўйидагича ёзилади:

$$P_{ian} = P_{ia} + P_{in} = G_a \cdot \sin \alpha \left( 1 + \frac{G_n}{G_a} \right) = G_a \sin \alpha (1 + K_n). \quad (109)$$

Бу ерда:  $P_{ia}$  — тягачнинг баландликка чиқишиға қаршилик кучи, Н;



$P_{in}$  — прицепнинг баландликка чиқишига қаршилик кучи, Н.  
Автопоездга йўлнинг умумий қаршилиги  $P_{\psi_{ан}}$  қуйидагича аниқланади:

$$P_{\psi_{ан}} = P_{f_{ан}} + P_{i_{ан}} = G_a \cdot f \cos \alpha (1 + K_n) + G_a \cdot \sin \alpha (1 + K_n) = G_a \cdot \psi (1 + K_n) \quad (110)$$

Автопоездга ҳавонинг қаршилик кучи  $P_{w_{ан}}$  ни тягач ва прицепга бўлган ҳаво қаршиликларини оддий қўшиш билан аниқлаш нотўғри. Чунки автопоезднинг ҳаракатига ҳаво оқимининг қаршилиги мураккабдир. Автопоездга ҳаво қаршилигини аниқлаш учун қуйидаги формула мавжуд:

$$P_{w_{ан}} = \frac{W_{ан} \cdot v_a^2}{13}; \quad (111)$$

$W_{ан}$  — автопоезд учун суйрилик фактори,  $\frac{Н \cdot с^3}{м^2}$ .

Автопоезднинг тезланишга қаршилик кучи қуйидагича аниқланади:

$$P_{j_{ан}} = \frac{G_{ан}}{g} \cdot j_{ан} \cdot \delta_{ан}; \quad (112)$$

бу ерда  $\delta_{ан} = 1 + \sigma_{i_{ан}} \cdot i_{кп}^2 + \sigma_{2ан}$ ;

$G_{ан}$  — автопоезднинг умумий оғирлиги, Н;

$f_{ан}$  — автопоезднинг тезланиши.

Булардан кўриниб турибдики, автопоезднинг тезланишига қаршиликларни аниқлаш формуллари автомобилларникидан катта фарқ қилмайди. Фақат прицепнинг оғирлиги таъсирини ҳисобга олиш зарур.

### Автопоезднинг динамик паспорти

Автопоезднинг динамик характеристикаси, оғирликлар номограмма-си ва ғилдиракларнинг шатаксирашини контрол қилиш графиклари йиғиндисига унинг динамик паспорти деб аталади. Автопоезд оғирлиги қуйидагига тенг:

$$G_{ан} = G_a + G_n.$$

Автопоездлар оғирликлар номограммасини ва ғилдиракларнинг шатаксирашини контрол қилиш графигини қуриш учун қуйидаги формулалар ишлатилади:

$$D_{оан} = D_{ан} \frac{G_{ан}}{G_{оан}}; \quad D_{\phi_{ан}} = \varphi \cdot \frac{G_{2ан}}{G_{ан}}$$

$$D\varphi_{оан} = \varphi \cdot \frac{G_{о2ан}}{G_{оан}}; \quad m_{Dоан} = m_{Dан} \cdot \frac{G_{ан}}{G_{оан}} \quad (113)$$

бу ерда  $D_{оан}$ ;  $D_{ан}$  — юксиз ва юкли автопоезднинг динамик фактори;

$G_{оан}$  — автопоезднинг ўз оғирлиги, Н;

$G_{о2ан}$ ,  $G_{2ан}$  — юксиз ва юкли автопоезднинг кетинги етакчи ғилдирагига тўғри келган оғирликлар, Н;

$D_{\phi \text{ доан}}, D_{\phi \text{ ан}}$  — юксиз ва юкли автопоезднинг тишлашиш бўйича динамик фактори;

$m_{\text{Доан}}, m_{\text{Дан}}$  — масштаблар.

Автопоезднинг динамик паспортидан (175- расм) фойдаланиб ечиладиган масалалар оддий автомобилдагига ўхшашдир.



119- §. АВТОПОЕЗДНИНГ ТОРМОЗЛАНИШ ДИНАМИКАСИ

Автопоезд составидаги прицеп (роспуск) тормозлаш механизми билан жиҳозланмаган бўлиши ҳам мумкин. Автопоездни тормозлашнинг икки усули бор:

1) автопоезд фақат тортувчи автомобиль (тягач) ғилдирагида мавжуд тормозлаш механизми ёрдамида тўхтатилади;

2) автопоезднинг ҳамма ғилдиракларида тормозлаш механизми мавжуд. Автопоезд шу тормозлар ёрдамида тўхтатилади.

Автопоездни тормозлашнинг биринчи усули айрим автомобилни тормозлашдан фарқ қилмайди, фақат тортувчи автомобильга уланган прицепнинг инерцияси ҳисобга олинмиши ва тормозлаш механизмида ҳосил бўладиган тормозлаш кучининг каттароқ бўлишини таъминлаш зарур.

Автопоездни тормозлашнинг иккинчи усули қўйидаги вариантлардан иборат бўлиши мумкин:

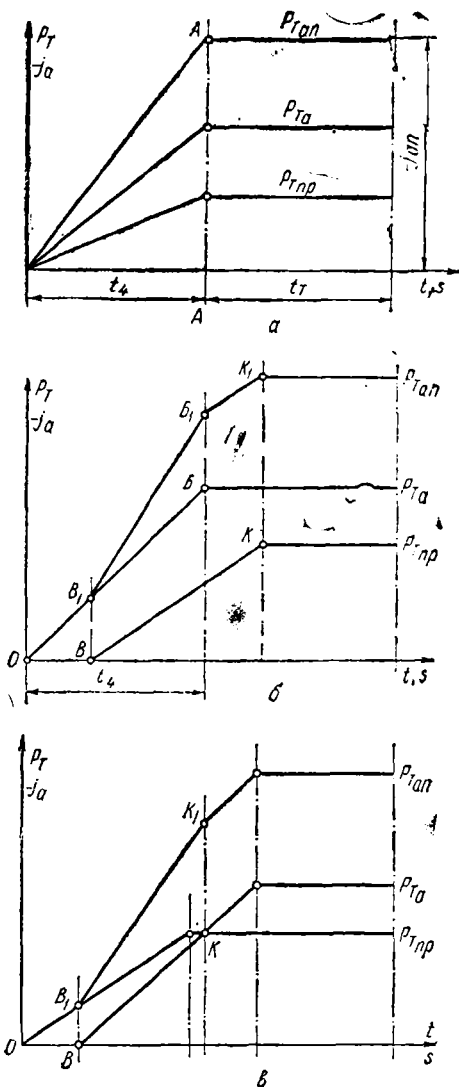
а) тортувчи автомобиль ва прицеп (ярим прицеп, роспуск), ғилдираклари бир вақтда тормозланади;

б) аввал тортувчи автомобиль, кейин эса прицеп (ярим прицеп, роспуск) ғилдираклари тормозланади;

в) аввал прицеп (ярим прицеп, роспуск) кейин эса тортувчи автомобиль ғилдираклари тормозланади.

Иккинчи усулда тормозлашни тушунтириш учун Я. Х. Закин тавсия этган тормозлашнинг устма-уст туширилган диаграммаси жуда қўл келади. Бу диаграмма автопоездни ташкил этувчи ҳамма элементларнинг тормозланиш графикларини умумий координаталарда устма-уст жойлаштириб ҳосил қилинади. Тормозлашнинг ана шу учала вариантини кўриб чиқайлик.

Биринчи вариантда (176- расм, а) тортувчи автомобиль ва прицепда тормозлаш кучининг максимал қийматига бир вақтда (А — А') эри-



176- расм. Тягач ва прицепдан иборат автопоезднинг тормозланиши диаграммаси вариантлари.

шиб, умумий қиймати  $P_{\text{тап}}$  бўлади. Бу методнинг афзаллиги шундаки, тормозлаш даврида автопоезд ўз турғунлигини сақлайди.

Иккинчи вариантда (176-расм, б) тормозлаш кучи аввало тортувчи автомобилда, кейин эса прицепда максимал қийматга эришади, умумий қиймати  $P_{\text{тап}}$  график усулда қўшиш билан аниқланади. Бу метод билан тормозлашда прицеп тормозланаётган автомобилни ўз массаси билан туртади. Шунда автопоезд букланиши мумкин, бу эса автопоезднинг турғунлигини ёмонлаштиради.

Учинчи вариант бўйича тормозланишда (176-расм, в) прицепнинг тормозланиши илгарироқ бошлангани учун автопоезд таранг чўзилиб ҳаракат қилади, бу ҳолат унинг ҳаракатдаги турғунлигини яхшилайди.

#### 120- §. АВТОПОЕЗДНИНГ ЁНИЛҒИ ТЕЖАМКОРЛИГИ

Автомобилнинг автопоезд состида ишлаши унинг йўл бирлигига сарфлаган ёнилғи миқдорини бирмунча оширади. Лекин прицепларнинг ишлатилиши ва двигатель қувватидан тўла-роқ фойдаланиш ҳисобига ёнилғининг солиштирма сарфи камаяди, транспорт ишини бажаришга сарфланган ёнилғи миқдори анча камайиб, юк ташиш таннарни арзонлашади.

Маълумки, автотранспортда ёнилғини тежашнинг асосий йўллари-дан бири ёнилғи сарфлашни нормалашдир. Айрим автомобиллар учун ёнилғи сарфлашнинг чизиқли ва солиштирма нормалари аниқ бўлишига қарамадан автопоездлар учун эса бу масала аниқ эмас ва уни илмий асосда ечиш зарур.

Автопоезднинг 100 км йўлига сарфланадиган бензин миқдори айрим автомобиль нормасидан прицеп оғирлигининг ҳар тоннаси ҳисоби-

га 2,5 л, дизель ёнилғиси эса 1,5 л га ортиқ. Транспорт ишини бажариши учун сарфланган ёнилғи миқдори айрим автомобиль учун қандай бўлса, прицеп учун ҳам шундай қолади.

Автопоездларнинг ёнилғи тежамкорлигига унинг конструкциясини яхшилаш катта таъсир кўрсатади. Бу борада автопоезднинг ҳаво қаршилигини энгиш қобилиятини яхшилаш самарали бўлади. Тадқиқотлардан маълумки,  $4 \times 2$  типдаги тягач ва икки ўқли ярим прицепдан иборат, 33 т. ли автопоезд цемент-бетон йўлдан 70 км/соат тезликда текис ҳаракатланаётганда ёнилғисининг 20% ҳаво қаршилигини энгишга сарф бўлади. Аэродинамик мосламаларнинг ишлатилиши юқоридаги автомобиль учун 50... 90 км/соат тезликлар диапазонида ёнилғи сарфини 11... 17% га камайтириши мумкин.

### XI бобга доир масалалар

1. Оғирлиги 13000Н бўлган тягач прицеп билан қиялиги  $4^\circ$ , ғилдирашга қаршилик коэффициенти 0,04 бўлган йўлдан ҳаракатланмоқда. Тягач ва прицеп оғирликлари ўртасидаги боғланиш коэффициенти 0,62. Автопоезднинг ғилдирашга қаршилик кучи аниқлансин.

Жавоб:  $P_{\text{ган}} = 835 \text{ Н}$ .

2. Оғирлиги 65000Н бўлган тягач прицеп билан баландликка чиқиш учун 5000 Н куч сарфлайди; тягач ва прицеп оғирликлари ўртасидаги боғланиш коэффициенти 0,53. Йўлнинг қиялик бурчаги аниқлансин.

Жавоб:  $\alpha = 2^\circ 52'$ .

3. Жами қаршилик коэффициенти 0,15 бўлган йўл қаршилигини энгиш учун тягач 9000 Н тортиш кучи сарфлайди. Тягач ва прицеп оғирликлари ўртасидаги боғланиш коэффициенти 0,58. Тягачнинг оғирлигини аниқланг.

Жавоб:  $G_a = 38000 \text{ Н}$

1. Архангельский В. М. ва бошқалар. Автомобильные двигатели. М. С. Ховахнинг умумий тахрири остида. М., «Машиностроение», 1967.
2. Воинов А. Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. М., «Машиностроение», 1976.
3. Кадыров С. М., Никитин С. Е. Рабочий процесс и эксплуатация дизелей в условиях Средней Азии. Т., «Ўзбекистон». 1977.
4. Ховах М. С., Маслов Г. С. Автомобиль двигателлари. Т., «Ўқитувчи», 1977.
5. Кадыров С. М. Методические указания по выполнению курсовой работы и проекта по курсу «авторакторные двигатели». Т., ТАДИ, 1979.
6. Хачиян А. С. ва бошқалар. Двигатели внутреннего сгорания. «Высшая школа», 1978.
7. НИИАТ. Краткий автомобильный справочник. М., «Транспорт». 1978.
8. Подача и распыливание топлива в дизелях. Под ред. И. В. Астахова. М., «Машиностроение». 1972.
9. Чудаков Е. А. Теория автомобиля. М., Машгиз, 1950 й.
10. Великанов Д. П. Эксплуатационные качества автомобилей. М., Авто-трансиздат, 1962 й.
11. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля. М., Машгиз, 1963 й.
12. Иларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля. М. Машгиз, 1966 й.
13. Лаптев С. А. Дорожные испытания автомобилей. М., Машгиз, 1962 й.
14. Рашидов Н. Р., Исмаилов А., Якубов М., Аликулов С. Р. Условие синхронного торможения многосвязного тракторного поезда. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, № 7, 1977 й.
15. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М., Машгиз, 1971 й.
16. Закин Я. Х. Прикладная теория движения автопоезда. М., Транспорт, 1967 й.
17. Алексеев Б. А. Безопасность движения автомобильного транспорта. М., Досааф, 1972 й.
18. Фарбин Я. Е. Теория поворота транспортных машин. М., Машиностроение, 1970 й.
19. Правила дорожного движения. Издательство «Ўзбекистон», 1978 й.
20. Новое в разработке удельных норм расхода автомобильного топлива. Автомобильный транспорт, № 8, 1978 й.
21. Пути экономии топлива. Автомобильный транспорт, № 1, 1976 й.
22. О нормах расхода автомобильного топлива. Автомобильный транспорт, № 4, 1969 й.
23. Исследование поворачиваемости экспериментального легкового автомобиля. Сборник материалов по итогам научно-исследовательских работ Ташкентского автодорожного института за 1971 год, выпуск 86, 1973 й.
24. Московкин В. В., Евграфов А. Н., Петрушов В. А. Аэродинамическое сопротивление грузовых автомобилей и автопоездов и его влияние на топливную экономичность автомобиля. НИИНАВТОПРОМ, 1978 й.
25. Великанов Д. П., Бернацкий В. И., Нифонтов Б. Н., Плеханов И. П. Автомобильные транспортные средства. М., Транспорт, 1977 й.

Сўз боши	4
Кириш	5
<b>БИРИНЧИ ҚИСМ</b>	
<b>ИЧКИ ЁНУВ ДВИГАТЕЛЛАРИ НАЗАРЯСИ</b>	
<b>I боб. Техникавий термодинамикадан қисқача маълумотлар</b>	
1-§. Иш жисмининг ҳолатини белгиловчи параметрлар	8
2-§. Термодинамиканинг биринчи қонуни	11
3-§. Термодинамиканинг иккинчи қонуни	13
<b>II боб. Ички ёнув двигателларининг назарий цикллари</b>	
4-§. Умумий маълумот	15
5-§. Иссиқлик ўзгармас ҳажмда ( $v = \text{const}$ ) сериладиган цикл	16
6-§. Иссиқлик ўзгармас босим ( $P = \text{const}$ ) да сериладиган цикл	19
7-§. Иссиқлик аралаш усулда сериладиган цикл	20
<b>III боб. Ёнилғи таъининг ёниш химиканый реакциялари</b>	
8-§. Ёнилғи	22
9-§. Ёнилғининг ёниш реакциялари	26
10-§. Ёниш маҳсулотларини зарарсизлантириш	35
<b>IV боб. Ички ёнув двигателларининг ҳақиқий цикллари</b>	
11-§. Умумий маълумот	36
12-§. Тўрт тактли двигателнинг иш цикли	<del>38</del>
13-§. Икки тактли двигателнинг иш цикли	41
<b>V боб. Ички ёнув двигателларида содир бўладиган процесслар</b>	
14-§. Газ алмашилиш процесси	42
15-§. Тўлдириш коэффициентига таъсир қилувчи факторлар	51
16-§. Силкиш процесси	<del>57</del>
17-§. Учқун билан ўт олдириладиган двигателларда ёниш процесси	59
18-§. Дизелларда ёниш процесси	70
19-§. Циклнинг максимал температура ва босимини аниқлаш	75
20-§. Кенгайиш процесси	79
<b>VI боб. Циклнинг ўртача босими, двигателнинг қуввати ва тежамлиги</b>	
21-§. Циклнинг ўртача индикатор босими	81
22-§. Двигателнинг индикатор қуввати	84
23-§. Двигателда механикавий йўқотишлар	85

24-§. Эффектив қувват ва механикавий ф.и.к.	87
25-§. Ёнилғи сарфи ва ф.и.к.	88
26-§. Ёнилғининг солиштирма сарфи ва двигатель қувватига таъсир қилувчи факторлар	91
27-§. Двигателнинг иссиқлик баланси	96
<b>VII боб. Двигателнинг иссиқлик ҳисоби</b>	
28-§. Карбюраторли двигатель	99
29-§. Дизель	
30-§. Двигателнинг индикатор диаграммасини чизиш	113
<b>VIII боб. Уққун билан ўт сдириладиган двигательларда аралашма ҳосил қилиш</b>	
31-§. Гидродинамикадан қисқача маълумот	116
32-§. Ёнилғининг карбюрацияланиш хссалари	120
33-§. Оддий карбюратор	121
34-§. Идеал карбюратор	125
35-§. Карбюраторнинг асосий дозлаш системаси	126
36-§. Карбюраторнинг ёрдамчи тузилмалари	130
37-§. К-88 А карбюраторининг тузилиши ва ишлаши	134
38-§. Карбюраторли двигательнинг энг катта тезлик режимини ростлаш	136
39-§. Ёнилғи пуркаб аралашма ҳосил қилиш	138
<b>IX боб. Дизелларнинг ёнилғи бериш аппаратураси</b>	
40-§. Умумий маълумотлар	138
41-§. Юқори босимли ёнилғи насоси	139
42-§. Форсункалар	146
43-§. Юқори босимли ёнилғи насоси ва форсунканинг бирга ишлаши	149
44-§. Айланишлар частота регуляторлари	151
45-§. Корректорлар	155
<b>X боб. Дизелларда ёнувчи аралашма ҳосил қилиш</b>	
46-§. Ёниш камералари	157
47-§. Ёнилғини пуркаш	164
48-§. Пуркаш характеристикаси	167
<b>XI боб. Двигателларни синаш</b>	
49-§. Умумий маълумот	168
50-§. Двигателнинг қувватини аниқлаш	169
51-§. Ёнилғи ва ҳаво сарфини ўлчаш	171
52-§. Двигателнинг индикатор диаграммасини олиш	173
53-§. Двигателнинг характеристикалари	176
54-§. Двигателнинг иш режимининг турғунлиги	183
<b>XII боб. Двигателларнинг кўрсаткичларини ошириш усуллари ва уларни ривожлантириш истиқболлари</b>	
55-§. Умумий маълумот	185
56-§. Двигателнинг қувватини ошириш усуллари	185
57-§. Ишлатилган газларнинг заҳарлилигини камайтириш	188
58-§. Ёнилғини тежаш усуллари	189
59-§. Бошқа типдаги двигателларни ривожлантириш истиқболлари	191

## ИҚҚИНЧИ ҚИСМ

### АВТОМОБИЛНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАРИ НАЗАРИЯСИ

#### I боб.

60-§. Эксплуатацион хусусиятлар назариясининг тараққиёти	195
61-§. Автомобилнинг эксплуатацион хусусиятлари	195

## II боб. Ҳаракатдаги автомобилга таъсир этувчи куч ва моментлар

62-§. Автомобилга таъсир этувчи кучлар . . .	197
63-§. Трансмиссияда қувватнинг исроф бўлиши	198
64-§. Автомобилнинг тортиш кучи	200
65-§. Филдирак радиуслари . . . . .	202
66-§. Тишланиш кучи, Автомобилнинг ҳаракатланиш шarti . . . . .	203
67-§. Филдиракнинг айланма-илгариллама ҳаракатига (филдирашига) қаршилик кучи . . . . .	205
68-§. Автомобилнинг баландликка чиқишга қаршилик кучи ва йўлнинг жами қаршилик кучи . . . . .	208
69-§. Автомобилга ҳавонинг қаршилик кучи . . . . .	209
70-§. Автомобилнинг тезланишига қаршилик кучи (инерция кучи)	211
71-§. Йўлнинг нормал реакциялари . . . . .	212
72-§. Автомобилнинг ҳаракат тенгласмаси ва уни ечиш усуллари	214

## III боб. Автомобилнинг тортиш динамикаси

73-§. Автомобилга таъсир этувчи кучлар баланси ва унинг графиги . . . . .	215
74-§. Автомобилга таъсир этувчи кучлар қувватининг баланси ва унинг графиги	217
75-§. Автомобилнинг динамик фактори	219
76-§. Автомобилнинг динамик паспорти	222
77-§. Автомобилнинг тезлана олиши	225
78-§. Автомобилнинг шигов билан баландликка чиқиши . . . . .	229
79-§. Автомобилнинг етакчи филдиракларига тортиш кучи таъсир этмагандаги ҳаракати (накат билан ҳаракатланиш)	230
80-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг тортиш динамикасига таъсири	232

## IV боб. Автомобилнинг тормозланиш динамикаси

81-§. Автомобилнинг тормозланиш хусусиятлари кўрсаткичлари	233
82-§. Эффе́ктив тормозланиш шarti	235
83-§. Тормозловчи кучнинг ўқлар ўртасида тақсимланиши	237
84-§. Тормозланиш процессини тадқиқ этиш	239
85-§. Тормозланиш вақти ва йўли	241
86-§. Автомобилни двигатель трансмиссиядан ажратилмаган ҳолда тормозлаш	244
87-§. Автотехникавий экспертиза тўғрисида тушунча	245
88-§. Эксплуатация вақтида учрайдиган факторларнинг тормозланиш динамикасига таъсири	247

## V боб. Автомобилнинг ёнилғи тежамкорлиги

89-§. Автомобилнинг ёнилғи тежамкорлиги кўрсаткичлари	248
90-§. Ёнилғи тежамкорлиги графиги	249
91-§. Автомобилда ёнилғи сарфлаш нормалари . . . . .	251
92-§. Эксплуатацияда учрайдиган омилларнинг ёнилғи тежамкорлигига таъсири	252

## VI боб. Автомобилнинг бошқарилувчанлиги

93-§. Автомобилнинг бошқарилувчанлик кўрсаткичлари . . . . .	253
94-§. Бошқарилувчан филдиракларнинг сирпанмасдан филдираш шarti . . . . .	254
95-§. Шинанинг ёнаки сурилиши (уводи) ва автомобилнинг бурилувчанлиги	255
96-§. Кузовнинг қўндаланг оғиши	260
97-§. Бошқарилувчи филдиракларнинг бурилиш бурчаклари ўртасидаги боғланиш	261
98-§. Бошқарилувчи филдиракларнинг тебраниши	263
99-§. Бошқарилувчи филдиракларни стабиллаш . . . . .	265
100-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг бошқарилувчанликка таъсири	267

## VII боб. Автомобилнинг турғунлиги

101-§. Автомобилнинг турғунлик кўрсаткичлари	269
102-§. Автомобилнинг ағдарилиши	269



103-§. Автомобилнинг ҳаракат вақтидаги ёнаки сурилиши . . . . .	271
104-§. Автомобиль олдинги ва кетинги ўқларининг ён томонга сурилишини қиёсий таҳлил этиш . . . . .	272
105-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг автомобиль турғунлигига таъсири . . . . .	274
<b>VIII б о б. Автомобилнинг йўл тўсиқларидан ўтувчанлиги</b>	
106-§. Автомобилнинг йўл тўсиқларидан ўтувчанлик кўрсаткичлари . . . . .	276
107-§. Ўтувчанликнинг геометрик кўрсаткичлари . . . . .	276
108-§. Ўтувчанликнинг таянч-тишлашиш кўрсаткичлари . . . . .	277
109-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг автомобильнинг ўтувчанлигига таъсири . . . . .	279
<b>IX б о б. Автомобилнинг юриш раволиги</b>	
110-§. Автомобилнинг юриш раволиги кўрсаткичлари . . . . .	280
111-§. Автомобилнинг тебраниши . . . . .	280
112-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг автомобильнинг юриш раволигига таъсири . . . . .	282
<b>X б о б. Ҳаракат хавфсизлиги</b>	
113-§. Ҳаракат хавфсизлигига таъсир этувчи асосий факторлар . . . . .	283
114-§. Ҳаракат хавфсизлигининг турлари . . . . .	284
115-§. Автомобиль ҳаракат хавфсизлигининг эксплуатацион хусусиятларга боғлиқлиги . . . . .	284
116-§. Эксплуатацияда учрайдиган факторларнинг автомобиль ҳаракат хавфсизлигига таъсири . . . . .	285
<b>XI б о б. Автопоездлар</b>	
117-§. Автопоездлар тўғрисида тушунча . . . . .	286
118-§. Автопоездга таъсир этувчи қаршилик кучлари . . . . .	287
119-§. Автопоезднинг тормозланиш динамикаси . . . . .	289
120-§. Автопоезднинг ёнидаги тежамкорлиги . . . . .	290
Адабиёт . . . . .	292
Илова . . . . .	

СССРда ишлаб чиқарилган автомобиль ва двигателларнинг асосий кўрсаткичлари

Цилиндр диаметри $D_c$ , мм	Поршень бўли $S$ , мм	$S/D$	Иш ҳажми литраж $V_{иш}$ , л	Сикиш
82; 82; 92; 92; 100; 92; 92; 100;	100; 100; 92; 92; 88; 92; 92; 88	1,22; 1,22; 1,0; 1,0; 0,88; 1,0; 1,0; 0,88	2,12; 5,48; 2,12 2,445; 5,53; 2,445; 2,445; 5,53	6,2; 6,7; 8,2;
67,5; 72; 76; 76; 82; 76; 76; 82; 82; 82 82	75 75; 70; 75; 75; 70; 70 70 70	1,11; 1,042; 0,987; 0,987; 0,854; 0,987; 0,987; 0,854; 0,854 0,854 0,854	1,07; 1,22; 1,36; 1,36; 1,48; 1,86; 1,36; 1,48; 1,48; 1,48 1,48	6,2; 7,0;
90; 100; 108; 108;	118; 95; 95; 95	1,31; 0,95; 0,88; 0,88	6; 5,98; 6,96; 6,96	6,85; 9
76; 76; 79; 76; 79; 79	66; 66; 66; 80; 80; 80	0,868; 0,868; 0,835; 1,06 1,013; 1,013	1,198; 1,198; 1,3; 1,45; 1,578 1,578	
72; 76; 76;	54,5; 66; 66	0,757; 0,868; 0,868	0,897; 1,197; 1,197	6,2
76	66	0,868	1,197	
92	92	1	2,445	
108; 110,6; 108; 110,6	127; 114,3; 127; 114,3	1,175; 1,033; 1,175; 1,033	4,65; 5,55 6,97; 5,55	16; 17;
82; 76; 92; 92; 92	110; 75; 92; 92; 92	1,341; 0,587; 1 1	3,48; 1,36; 2,445 2,445; 2,445	6,2; 6
82, 92	110; 80	1,341, 0,87	3,48; 4,25	6,
82 82; 92; 92	110; 110; 80; 80	1,341 1,341; 0,81; 0,81	3,48 3,48; 4,25; 4,25	6 6,
100 108; 120	95 95; 120	0,95; 0,88; 1,0	6,0; 7,0; 10,85	(
108	95	0,88	7,0	
82 82 92	110 110 80	1,341 1,341 0,87	3,48 3,48 4,25	6,2;
101,6; 101,6; 100	114,3; 114,3; 95	1,125 1,125 0,95	5,55 5,55 6	6; 6; 6;
101,6 108	114,3; 95	1,125 0,88	5,55 7	7,0;
120	120	1	10,85	
108; 150; 150 148 130 130	127; 180/186,7; 180/186,7 127 140 140	1,175; 1,2; 1,2 1,175 1,077 1,077	4,65; 38,8; 30,8 4,65 11,15; 14,86; 11,15; 14,85	17; 14- 1 1 10
108	127	1,175	6,97	
130	140	1,077	14,86	
92	80	0,87	4,25	
101,6; 100	114,3; 95	1,125; 0,95	5,55; 6	
108; 108; 120	95; 95; 120	0,88; 0,88; 1,0	7,0; 7,0; 10,85	6,5;
130	140	1,077	14,86	

---

---