

S.M. GODIROV

ICHKI YONUV DVIGATELLARI



621.7
7-81

S.M.QODIROV

ICHKI YONUV DVIGATELLARI

(nazariya, konstruksiya)

Sh.Shomansurov tahriri ostida

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi texnika oliy o'quv yurtlarining (bakalavriat)
yo'nalishlari talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etgan

Тошкент
"Янги аср авлоди"
2006



Darslikning birinchi qismida avtomobil, traktor, qishloq xo'jalik va yo'l qurish mashinalarining ichki yonuv dvigatellarida sodir bo'ladigan jarayonlarning nazariyasi hamda ularning ish sikli, quvvati va yonilg'i sarfiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilingan; yonilg'ilar va ularning yonishida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar bayon etilgan. Karbyuratorli dvigatellarda yonilg'i berish va havo aralashtirish apparatlarining ishlash prinsipi, dizellarda yonilg'i berish apparatining ishlashi hamda yonuvchi aralashma hosil qilish jarayonlari ko'rib chiqilgan. Dvigatellarni sinash usullari va bu maqsadda qo'llaniladigan asboblari, sinash natijasida olinadigan xarakteristikalar, shuningdek, dvigatel konstruksiyalarining rivojlanish istiqbollari bayon etilgan.

Darslikning ikkinchi qismida krivoship-shatunli mexanizmining kinematikasi va dinamikasi, dvigatellarni muvozanatlash va ravon ishlashini ta'minlash masalalari, dvigatelning barcha tizimlari (havo va yonilg'i kiritish, moylash, sovitish tizimlari) va detalrlarining tuzilishi ko'rib chiqilgan.

Darslik texnika oliy o'quv yurtlarining:

5521200 Transport vositalaridan foydalanish va ta'mirlash;

5521100 Yer usti transporti tizimlari;

5140900 Kasbga o'qitish (EUTT, TVFT);

5521300 Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiya;

5850100 Atrof muxit muxofazasi;

5520100 Energetika mashinosozligi (Ichki yonuv dvigatellari);

5520700 Qishloq xo'jaligi mashinalari va jihozlari yo'nalishlari (bakalavriat) talabalariga mo'ljallangan.

*Taqrizchilar: professor M. Toshpo'latov
dotsent M. Orifjonov*

© S.Qodirov

© «Zarqalam» nashriyoti, 2006-y.

O'rta Osiyo hududi uchun avtomobil transportining ahamiyati beqiyos, chunki barcha transport vositalari yordamida tashilayotgan yuklarning 80-85 foizi ularga to'g'ri keladi. Keyingi davrda respublikamizda avtomobilda yuk tashish transporti shoxobchalarining xususiy sektor hisobiga yanada taraqqiy etishi o'z navbatida bo'lajak mutaxassislarga qo'yiladigan talablarni oshirishni taqozo etmoqda.

Ushbu darslik "Transport vositalaridan foydalanish va ta'mirlash" va "Yer usti transporti tizimlari" yo'nalishlarining talabalari uchun "Ichki yonuv dvigatellari" fani bo'yicha tasdiqlangan dastur asosida yozildi.

O'zbekiston avtomobilsozligiga Respublikamiz mustaqillikka erishgandan so'ng asos solindi va u jadal sur'atlar bilan rivojlana boshladi. "O'zDEUavto" qo'shma korxonasi O'zbekistonni jahondagi 27 ta rivojlangan avtomobil ishlab chiqaradigan mamlakatlar safiga kiritdi va iqtisodiyotimizning rivojiga munosib hissa qo'shmoqda. Birinchi avtomobil 1996 yilning mart oyida konveyerdan tushdi. Zavod yiliga 200 ming nusxada Tiko, Damas, Neksiya avtomobillarini ishlab chiqarish quvvatiga ega. "Sam-KochAvto" qo'shma korxonasi esa O'toyo'l avtobuslari va yuk tashiydigan avtomobillar ishlab chiqarmoqda.

O'rta Osiyoning tabiati va iqlim sharoiti (issiq va changlangan havo) avtomobil va traktor dvigatellarining ishlash muddatiga juda katta ta'sir qiladi. Shuning uchun ham ularga texnik xizmat ko'rsatish va ularni ta'mirlashni davr talabi darajasiga ko'tarish, ularning ishlash muddatini oshirish eng dolzarb masalalardan biri bo'lib, ko'p jihatdan fan-texnika taraqqiyotiga hamda shu soha mutaxassislarning bilimi darajasiga bog'liq.

Muallif

BIRINCHI QISM

ICHKI YONUV DVIGATELLARI NAZARIYASI

I B0B. TEXNIK TERMODINAMIKADAN QISQACHA MA'LUMOTLAR

1.1. ISH JISMINING HOLATINI BELGILOVCHI KO'RSATKICHLAR

Texnik termodinamika fani issiqlik energiyasining mexanik ishga aylanishida sodir bo'ladigan jarayonlarni, bu aylanishlar qanchalik samarali ekanligini tekshiradi va o'z navbatida, ma'lum fizika qonunlariga asoslanadi.

Issiqlik dvigatellari nazariyasini tadqiq etishda ish jismi sifatida shartli ravishda ideal gazlar qo'llaniladi. Ideal gaz, deganda geometrik o'lchami va molekullari orasida tortishish kuchi bo'lmagan xayoliy gaz tushuniladi.

Ish jismining holati harorat, bosim va solishtirma hajm yoki zichlik orqali belgilanadi.

Barcha termodinamik hisoblashlarda absolyut haroratdan foydalaniladi va u quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = t + 273, K.$$

Jismning massa birligiga to'g'ri keladigan hajmi, «solishtirma hajm» deb ataladi va v harfi bilan belgilanadi $v = 1/\rho$, m^3/kg .

Hajm birligiga to'g'ri kelgan massa «zichlik» deyiladi va u ρ harfi bilan belgilanadi, ya'ni

$$\rho = \frac{1}{v}, \frac{kg}{m^3}$$

Gazning p bosimi S yuza birligiga ta'sir qiluvchi F kuch bilan o'lchanadi:

$$p = \frac{F}{S}, \frac{kG}{sm^2}$$

Gazning bosimi $\frac{kG}{sm^2}$ yoki paskallarda darajalangan manometrlar yordamida o'lchanadi. Manometrlar atmosfera bosimidan yuqori bosim p_{man} ni o'lchaydi. Shuning uchun absolyut bosim

$$p_{abs} = p_0 + p_{man}.$$

SI sistemasida bosimning o'lchov birligi qilib 1 N kuchning 1 m² yuzaga to'g'ri kelgan bosimi (N/m²) qabul qilingan. Bu o'lchov kichik bo'lganligi uchun amalda 1 bar (1 bar = 1 × 10⁵ N/m² = 10 N/sm²) qabul qilingan.

Havoning siyrakligi vakuummetr bilan o'lchanadi, bu holda absolyut bosim

$$p_{abs} = p_0 - p_{snr}.$$

Ko'pincha $p_0 = 1 \text{ kG/sm}^2$ deb olinadi.

Ideal gazlarning holat tenglamasi yoki Mendeleyev tenglamasi yoki 1 kg gaz uchun $pV = RT$ bilan aniqlanadi, bu yerda R -universal gaz doimiysi, N·m/(kG·grad) yoki J/(kG·grad)da o'lchanadi. R har qanday gaz uchun o'zgarmas miqdordir.

G kg gaz uchun *Klapeyron-Mendeleyev* tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$pV = GRT, \text{ bu yerda } V = G \cdot v \text{ (} G \text{ kg gazning hajmi).}$$

Avogadro qonuniga binoan bir xil hajmdagi turli gazlarning bir xil bosim va haroratdagi molekullari soni teng bo'ladi, ya'ni

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

bu yerda: μ_1, μ_2 - gazlarning molekulyar massalari. kilogramm·mol (kmol).

Berilgan gazning hajmini aniqlash uchun uning molekulyar massasi μ ni solishtirma hajmi v ga ko'paytirish lozim, ya'ni

$$V_\mu = \mu \cdot v, \text{ m}^3/\text{kmol}.$$

1 kmol gazning zichligi, molekulyar massasi va hajmi orasidagi bog'lanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{\mu}{V_{\mu}} \text{ yoki } \nu = \frac{V_{\mu}}{\mu}.$$

Masalan, bosimi $p_0 = 0,1 \text{ MPa}$ va harorati $t_0 = 0^{\circ}\text{S}$ bo'lgan 1 kmol gaz (kislorod O_2) ning hajmi V_{μ} aniqlansin.

Ma'lumki, kislorodning molekulyar massasi $\mu_{\text{O}_2} = 32$ kmol; solishtirna hajmi esa $\nu = 0,7 \text{ m}^3/\text{kg}$. Demak, $V_{\mu} = \mu_{\text{O}_2} \times \nu = 32 \times 0,7 = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ bo'ladi.

Avogadro qonuniga binoan harorati 0°S va bosim $p = 0,1 \text{ MPa}$ bo'lgan 1 kmol ideal gazning hajmi $22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ ga teng. Ideal gazning bosimi $p = 0,1 \text{ MPa}$ va harorati 15°S bo'lsa, $V_{\mu} = 24,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ bo'ladi. Texnik hisoblashlarda bosim $p = 1,0 \text{ kG}/\text{sm}^2$ va $t_0 = 15^{\circ}\text{C}$ bo'lgani uchun $V_{\mu} = 24,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ qiymat ko'proq ishlatiladi. Gaz doimiysi har qanday 1 kmol gaz uchun o'zgarmas miqdor bo'lib, universal gaz doimiysi deyiladi. Uning qiymati esa $R_{\mu} = 8314 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{grad})$ ga teng. Gaz haroratini 1°S oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori gazning issiqlik sig'imi, deb ataladi va C harfi bilan belgilanadi, kJ da o'lchanadi.

Texnik termodinamikada mol issiqlik sig'imi μC , $\text{kJ}/(\text{mol} \cdot \text{grad})$, massa issiqlik sig'imi C , $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{grad})$; hajm issiqlik sig'imi C' , $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad})$ birliklari ishlatiladi va ular orasidagi o'zaro bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$C = \frac{\mu C}{\mu}, \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{grad});$$

$$C' = \frac{\mu C}{V_{\mu}}, \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad});^1$$

yoki

$$C = C' \times \rho, \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad});$$

¹ - Formulalardagi harflar o'zgartirilmadi

bu yerda $\nu\mu$ va $\rho - 1$ kmol gazning hajmi va zichligi.

Ideal gazlarning issiqlik sig'imi faqat haroratga bog'liq bo'ladi. Gazning o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imini aniqlash uchun uning massa C_f yoki mol μC_f issiqlik sig'implari ma'lum bo'lishi kerak.

$$C_p = C_v + \frac{8,314}{\mu}, \text{ kJ/(kg grad);}$$

$$\mu C_p = \mu C_v + 8,314, \text{ kJ/(kmol grad).}$$

Hisoblash kaloriyalarda olib borilganda 8,314 o'rniga 1,986 olinadi.

Bu formulalardagi ikkinchi hadlar $p = \text{const}$ da harorat 1°S o'zgarganda gazning ish bajarishiga sarflanadigan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

1.2. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

Fizika kursidan ma'lumki, gaz atomlari va molekulalarining kinetik hamda potensial energiyalarining yig'indisi gazning ichki energiyasi deb ataladi:

$$U = E_k + E_p.$$

Ichki energiyaning o'zgarishi gazning boshlang'ich va oxirgi ko'rsatkichlariga bog'liq, ya'ni $\Delta U = C_f \cdot (t_2 - t_1)$. Termodinamika kursida asosan qaytar jarayonlar ko'rib chiqiladi. Bunday jarayon mavjud bo'lishi uchun issiqlik manbaidan va harakatlanuvchi porshenli silindrdagi ish jismidan iborat tizim termik izolyatsiyalangan bo'lishi, ya'ni issiqlik atrof-muhitga sarflanmasligi lozim. Qaytar jarayonlarni o'rganish issiqlikdan eng unumli foydalanish sharoitlarini aniqlashga imkon beradi. Aslida, issiqlik mashinalarida (ichki yonuv dvigatellarida) ro'y beradigan real jarayonlarda tashqi muhit bilan issiqlik almashish mavjud bo'lganligi sababli qaytar jarayonlar olish imkoni bo'lmaydi. Bunga sabab real gazlarda molekulalararo

ishqalanishning mavjudligi, shuningdek, gaz molekularining silindr devorlariga ishqalanishi natijasida (ham siqilish, ham kengayish jarayonlarida) issiqlik ajralib chiqishidir. Ichki yonuv dvigatellariga xos bunday jarayonlar qaytmas bo'ladi.

Qaytmas jarayonlarni qaytar jarayonlarga taqqoslash yo'li bilan real jarayonlarda isrof bo'ladigan issiqlik miqdori topiladi. Shuni aytish kerakki, isrof bo'ladigan issiqlik qanchalik kam bo'lsa, ichki yonuv dvigatelidagi jarayonlar shuncha mukammal tashkil qilingan bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin. Ma'lum miqdorda mexanik ish bajarish uchun bu ishga ekvivalent miqdordagi issiqlik energiyasi sarflanishi zarur, ya'ni:

$$Q = L, J;$$

bu yerda Q -sarflangan issiqlik energiyasi, J yoki kcal ; L -bajarilgan ish, J yoki $\text{kG}\cdot\text{m}$.

Tajribalarga asoslanib kcal bilan $\text{kG}\cdot\text{m}$ orasidagi bog'lanish quyidagicha hisoblanadi: $1 \text{ kcal} = 427 \text{ kG}\cdot\text{m}$, ya'ni 1 kcal issiqlik sarflab $427 \text{ kG}\cdot\text{m}$ ish bajarish mumkin:

$$A = \frac{1}{427} \text{ kcal}/(\text{kG}\cdot\text{m}).$$

Ichki yonuv dvigatellarida hosil bo'ladigan energiya bir soat davomida bajarilgan ish qiymati bilan o'lchanadi. Shuning uchun energiyaning o'lchov birligi qilib ot kuchi - soat (ok-soat) yoki kilovatt-soat ($\text{kVt}\cdot\text{soat}$) qabul qilingan.

1.2.1. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNINING TENGLAMASI

Silindrning yuqori qismidagi a hajmli gazga q miqdorda issiqlik berilganda gaz bajaradigan jarayonni ko'rib chiqamiz (1.1-rasm). Bu holda porshen o'ng tomonga erkin siljiydi va tashqi kuchlarga qarshi ish bajaradi, ya'ni kengayish jarayoni sodir bo'ladi. l ish bajarish uchun issiqlikning bir qismi, ya'ni $q_1 = l$ sarflanadi. Bu jarayon

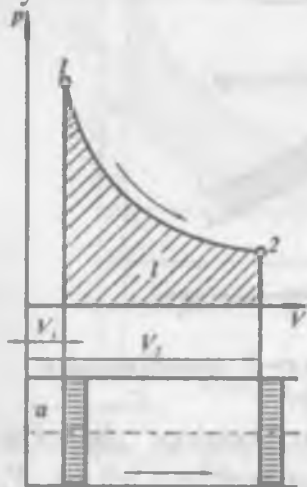
uchun termodinamikaning birinchi qonunining tenglamasi quyidagicha yoziladi:

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

bu yerda $\Delta U = C_V(T_2 - T_1)$ - gaz ichki energiyasining o'zgarishi. Ish jismining holati cheksiz oz o'zgarganda termodinamikaning birinchi qonunining differensial tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$dq = dl + dU.$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalar har qanday siqish va kengayish jarayonlarini ifodalaydi. Tenglamaning barcha hadlari qanday jarayon bo'layotganligiga qarab, musbat yoki manfiy qiymatlarni olishi mumkin. Ichki yonuv dvigatellarida turli xil jarayonlar sodir bo'lib, bular davomida issiqlik beriladi ($+q$) yoki olinadi ($-q$), bunda ichki energiya ortadi ($+\Delta U$) yoki kamayadi ($-\Delta U$). Ish faqat ichki energiya hisobiga ($q=0$) yoki aksincha, faqat berilayotgan issiqlik hisobiga ($\Delta U=0$) bajariladi va nihoyat, $l=0$ bo'lsa ham jarayon bo'lishi mumkin. Bular quyidagilardir:



1.1-rasm. Gazning bajargan ishini grafik usulda aniqlash

a) izoxorik jarayon - gaz holatining o'zgarish hajm ($V = \text{const}$) da o'zgarishi;

b) izobarik jarayon - gaz holatining o'zgarish bosim ($p = \text{const}$) da o'zgarishi;

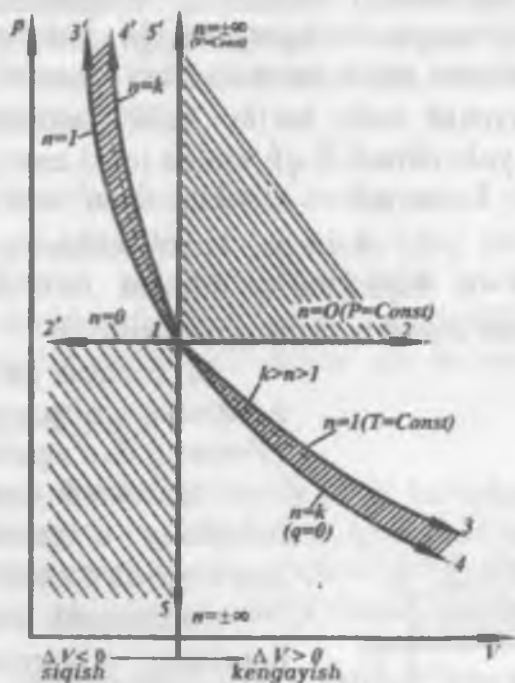
v) izotermik jarayon - gaz holatining o'zgarish harorat ($T = \text{const}$) da o'zgarishi;

g) adiabatik jarayon - gaz holatining issiqlik berilmaydigan va issiqlik olinmaydigan ($q = 0$) vaqtidagi o'zgarishi:

d) gaz holatining politropik o'zgarish jarayoni.

Gaz holatining politropik o'zgarish jarayonidan boshqa jarayonlarda gaz holatini ifodalovchi ko'rsatkichlardan biri o'zgarmas deb olinadi. Issiqlik dvigatellarida esa gazning hamma ko'rsatkichlari (p , V , T va U) o'zgaruvchan bo'ladi va shu bilan birga ishchi jism bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashuvi sodir bo'ladi. Real dvigatellardagi siqish va kengayish jarayonlari politropik bo'lib, ularning tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

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



1.2-rasm. Politropik jarayonlarning p - V koordinatalar sistemasida tasviri

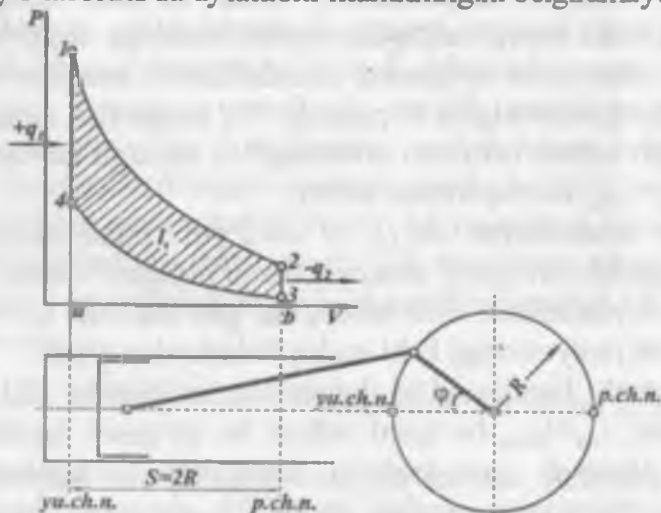
Politropa ko'rsatkichi n jarayonning bajarilish xarakteriga bog'liq bo'lib, jarayonning boshlang'ich (p_1 , V_1) va oxirgi (p_2 , V_2) ko'rsatkichlari ma'lum bo'lsa, u quyidagicha topiladi:

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

Yuqorida keltirilgan jarayonlar politropik jarayonning xususiy hollaridir. n ning qiymati ma'lum bo'lsa, barcha jarayonlarni olish mumkin (1.2-rasm). Ichki yonuv dvigatellarida 44' va 33' oraliqlarda siqish hamda kengayish jarayonlari sodir bo'ladi.

1.3. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI

Termodinamikaning birinchi qonuni bir turdagi energiya boshqa turdagi energiyaga ekvivalent ekanligini ko'rsatadi, lekin issiqlik energiyasining mexanik ishga qanday sharoitlarda aylanishi mumkinligini belgilamaydi.



1.3-rasm. Issiqlik dvigateli siklining p - V koordinatalar sistemasida tasviri

Barcha turdagi energiyalar issiqlik energiyasiga o'z-o'zidan aylanadi, lekin teskari jarayon, ya'ni issiqlik

energiyasining mexanik ishga aylanishi uchun (ichki yonuv dvigatellaridagi kabi) issiqlik sarflab, ish bajarish talab qilinadi. Shu sababdan termodinamikaning ikkinchi qonuni issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantirish uchun zarur bo'lgan shartlarni o'rgatadi. Bu qonunni ta'riflash uchun misol tariqasida porshenli issiqlik dvigatelining ishlash sxemasini ko'rib chiqamiz (1.3-rasm). Silindr ichida almashtirilmaydigan doimiy 1 kg ish jismi bor deb faraz qilaylik. Uning boshlang'ich ko'rsatkichlari yuqorigi chekka nuqta (yu.ch.n.)da p_1 , T_1 , V_1 va U_1 qiymatlar bilan belgilanadi. Porshen yu.ch.n.dan pastki chekka nuqta (p.ch.n.)ga harakatlanganda gaz V_2 hajmgacha kengayadi va tashqi kuchlarga qarshi ish bajaradi. Bu paytda porshen $S=2R$ yo'lni bosib o'tadi, tirsakli val esa yarim aylanaga buriladi. 2 nuqtada gaz quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'ladi: $V_2 > V_1$; $p_2 < p_1$; $T_2 < T_1$ va $U_2 < U_1$. 1 - 2 kengayish jarayoni issiqlik almashinmay sodir bo'ladi. Kengayish ishi l_{keng} ichki energiyaning kamayishi hisobiga sodir bo'lib. 12 ba 1 yuza bilan aniqlanadi hamda kinetik energiya tarzida dvigatelning maxovigida to'planadi. 1-2 kengayish jarayonini takrorlash uchun ish jismi boshlang'ich holatga qaytarilishi, ya'ni $l_{\text{siq}}=l_{\text{keng}}$ ish bajarilishi lozim.

Bu holda siqish ishi l_{siq} 2/ ab 2 yuza bilan aniqlanadi. Bu maqsadda dvigatel maxovigida to'plangan kinetik energiyadan foydalaniladi. Shu holdagina gaz siqilishi davomida kengayish jarayonidagi kabi oraliq holatlardan o'tadi.

Demak, bunday ideal dvigatelda har qancha sikl sodir bo'lmasin, $l_{\text{siq}}=l_{\text{keng}}$ bo'lgani uchun bu dvigatel foydali ish bajara olmaydi (avtomobilni harakatga keltirolmaydi). Amalda energiyani isrofsiz dastlabki qiymatga qaytarish mumkin bo'lmaganligi sababli ish jismi boshlang'ich holatga qayta olmaydi va dvigatel to'xtaydi.

Issiqlik dvigatellarida foydali ish bajarish uchun U issiqlikning bir qismi q_2 p.ch.n.da $V = \text{const}$ jarayonida

«sovuq» manbaga uzatilishi kerak. Bunda 3 nuqtadagi gaz ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ladi:

$$p_3 < p_2; V_2 = V_3; T_3 < T_2; U_3 < U_2.$$

Siqish jarayoni «3-4»ni bajarish uchun maxovikda to'plangan kinetik energiyadan foydalanamiz. Bu holda siqish jarayonida bajarilgan ish (34ab) yuza kengayish jarayonida bajarilgan ish (12ba) yuzadan kichik bo'ladi. Kengayish jarayonini takrorlash uchun gazning ko'rsatkichlarini 1 nuqtadagi holatga qaytarish zarur. Buning uchun porshen yu.ch.n.da qo'zg'almas holatda bo'lganda $V = \text{const}$ jarayonida gazga issiqlik manbaidan q_1 miqdorda issiqlik uzatiladi. Yuqorida ko'rsatilgan shartlar bajarilgan holdagina jarayonlarning to'xtovsiz takrorlanishini ta'minlash mumkin. Bu jarayonlar 12341 berk sikl tashkil qiladi va uning ishi $l_s = l_{\text{kenr}} - l_{\text{siq}}$ ishga aylangan issiqlik miqdori esa $q_s = q_1 - q_2$ bo'ladi.

Demak, siklda berilgan barcha issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantirib bo'lmaydi. Mexanik energiya olish uchun ish jismiga q_1 miqdorda issiqlik beradigan «issiqlik» manba va aksincha, issiqlikning foydali ishga aylanmaydigan qismi q_2 beriladigan «sovuq» manba bo'lishi lozim.

Siklning samaradorligi foydali ish bajarishga sarf bo'lgan issiqlik miqdorining berilgan issiqlik miqdoriga nisbati bilan ifodalanadi va u termik foydali ish koeffitsiyenti (F.I.K.) bilan belgilanadi:

$$\eta_i = \frac{q_s}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} < 1 \text{ (chunki har doim } q_2 > 0 \text{)}.$$

Bundan ish jismiga berilgan barcha issiqlikni ishga aylantiradigan dvigatel qurib bo'lmaydi, degan xulosa kelib chiqadi. Demak, termik F.I.K. qancha katta bo'lsa, issiqlikning foydali ishga aylangan qismi shunchalik ko'p bo'ladi. Berilgan haroratlar oralig'ida qanday ideal sikl eng katta F.I.K. ga ega bo'lishini birinchi bo'lib Sadi Karno (1824 y.) ko'rsatdi.

Bunday siklning termik F.I.K. «issiq» va «sovuq» manbalarining haroratlariga bog'liq bo'lib, ish jismiga bog'liq emas, ya'ni

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

bu yerda T_1 - «issiq» manba harorati, T_2 - «sovuq» manba harorati.

Mazkur haroratlar oralig'ida Karno sikli eng katta F.I.K. ga ega.

Masalan, ichki yonuv dvigatellari uchun xarakterli bo'lgan $T_1=2700$ K va $T_2=300$ K haroratlar oralig'ida Karno siklning termik F.I.K. $\eta_t=0,90$ bo'ladi. Ammo bunday siklning maksimal bosimi taxminan 1000 MPa, siqish darajasi esa $\varepsilon=1500$ bo'ladi. Demak, bunday dvigatelni qurish maqsadga muvofiq emas.

Shu bilan biz termodinamika asoslarini qisqacha ko'rib chiqdik. Umid qilamizki, bu tushunchalar ichki yonuv dvigatellari nazariyasini o'rganish uchun yetarli bo'ladi.

II BOB. ICHKI YONUV DVIGATELLARINING NAZARIY SIKLLARI

2.1. UMUMIY MA'LUMOT

Texnik termodinamika kursida nazariy sikllar ko'rilgan edi. Ularda ish jismi o'zgarmas bo'lib, issiqlik harorati T_1 bo'lgan tashqi «issiqlik» manbadan beriladi va ish sodir bo'lgach, u boshqa, harorati $T_2 < T_1$ bo'lgan tashqi «sovuqlik» manbaga qaytariladi. Real ichki yonuv dvigatellarida esa issiqlik yonish kamerasida (yonilg'ich va havo aralashmasining yonishi natijasida) hosil bo'ladi.

Dvigatel silindri ichida har gal yangidan yonish jarayoni davom etishi uchun yangi aralashma kirishi, yonishi va issiqlik ajralib ish bajarishi hamda silindrdan chiqarib yuborilishi zarur.

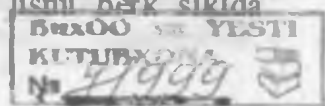
Havo bilan yonilg'ich aralashmasining silindr ichida yonishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi jarayonlarning to'plami haqiqiy sikl deyiladi.

Ichki yonuv dvigatellarida haqiqiy sikl jarayonida energiyaning bir qator qo'shimcha sarflanishi yuz beradi, ya'ni issiqlikdan foydalanish darajasi nazariy siklga qaraganda kamroq bo'ladi.

Haqiqiy siklda issiqlikdan foydalanish darajasini bilish uchun porshenli dvigatellarning nazariy sikllarini tahlil qilish kerak. Nazariy va haqiqiy sikllarning foydali ish ko'effitsiyentlari (F.I.K.) qiymatlarini solishtirish real dvigatelda issiqlikdan foydalanish darajasini bilib olishga imkon beradi.

Nazariy sikllarni tahlil qilishda quyidagi chekinishlar qabul qilinadi:

a) silindr ichida o'zgarmas miqdorda ish jismi (masalan, havo) bo'lib, unda kiritish va chiqarish jarayonlari sodir bo'lmaydi, ya'ni ish jismi berk siklda harakat qiladi;



b) ish jismining issiqlik sig'imi haroratga bog'liq emas;
s) ish jismiga issiqlik tashqaridan, ya'ni «issiqlik» manbadan siklning ma'lum bir davrida beriladi;

d) siqish va kengayish jarayonlarida tashqi muhit bilan issiqlik almashinishi sodir bo'lmaydi (adiabatik jarayonlar).

Quyida hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellarining sikllariga mos keladigan uch xil nazariy siklni ko'rib chiqamiz:

a) issiqlik o'zgarmas hajmda beriladigan sikl (karbyuratorli dvigatellarga mos keladi);

b) issiqlik o'zgarmas bosimda beriladigan sikl (kompressorli dizellarga mos keladi);

s) issiqlikning bir qismi o'zgarmas hajmda, qolgan qismi esa o'zgarmas bosimda (issiqlik aralash usulda) beriladigan sikl (tezyurar dizellarga mos keladi).

Bu uch siklda issiqlik «sovuq» manbaga o'zgarmas hajmda beriladi, deb faraz qilinadi.

2.2. ISSIQLIK O'ZGARMAS HAJMDA ($V = \text{const}$) BERILADIGAN SIKL

Issilik o'zgarmas hajmda beriladigan sikl p - V koordinatalar sistemasida (2.1-rasm) tasvirlangan. Bu yerda ac^* - siqish, cz - issiqlik berish, zb - kengayish va ba - issiqlik qaytarish. ac va zb jarayonlar adiabatik bo'lib, tashqi muhit bilan issiqlik almashmay sodir bo'ladi. cz jarayonda hajm o'zgarmagani holda ish jismiga «issiqlik» manbadan issiqlik berilganda ish jismining harorati va bosimi ko'tariladi. Natijada ish jismi porshenni p.ch.n. tomon siljitib, kengayadi. Porshen p.ch.n.ga kelganda q_2 issiqlik «sovuq» manbaga beriladi. Bu siklni tahlil qilish uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

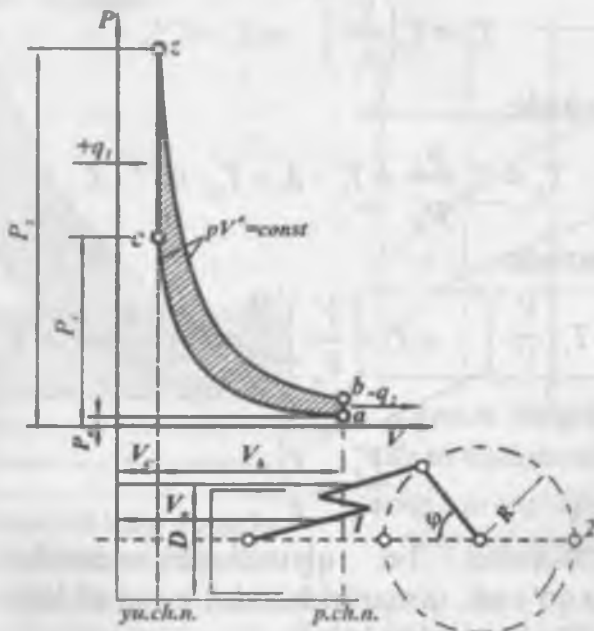
D - silindr diametri; R - krivoship radiusi; S - porshen yo'li, $S = 2R$; V_h - ish hajmi; V_s - yonish kameraning hajmi; ϵ -

* - c harfi lotin imlosida bo'lmaganligi uchun rasm va formulalarda o'zgartirilmaydi

siqish darajasi, va silindr hajmi; $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$; k -adiabata

ko'rsatkichi; $k = \frac{C_p}{C_v}$; λ - bosimning ortish darajasi,

$\lambda = \frac{P}{P_c}$; V_a = silindr hajmi.



2.1-rasm. Issiqlik o'zgarmas hajmda beriladigan sikl φ -tirsakli valning burilish burchagi.

Silindr ichida 1 kg ish jismi bor, deb faraz qilsak ish jismiga «issiqlik» manbadan berilgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$q_1 = C_v \cdot (T_c - T_z), \text{ J/kg}.$$

«Sovuq» manbaga berilgan issiqlik miqdori esa $q_2 = C_v \cdot (T_b - T_a)$, J/kg ga teng. q_1 va q_2 issiqlik miqdorlarining qiymatlari ma'lum bo'lsa, termodinamika qonuniga binoan siklni termik F.I.K. quyidagicha ifodalanadi:

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

Siklning xarakterli nuqtalaridagi haroratlar boshlang'ich harorat T_a orqali quyidagicha ifodalanadi:

c - nuqtada:

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

z - nuqtada:

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

b - nuqtada:

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

bu yerda

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

Haroratlarning bu qiymatlarini termik F.I.K. formulasiga qo'ysak, qisqartirishlardan so'ng siklning termik F.I.K. quyidagi ko'rinishga keladi:

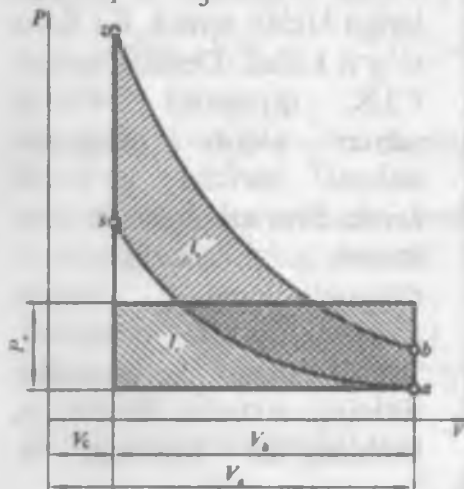
$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}.$$

$p-V$ - koordinatalar sistemasida sikl davomida bajarilgan l , ish shtrixlangan *acba* yuza bilan aniqlanadi.

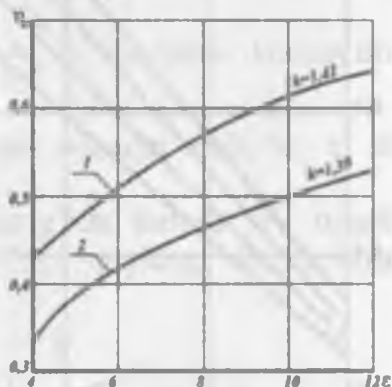
Dvigatellar o'zaro sikl davomida bajarilgan l , ishning silindr ish hajmi V_h ga nisbati bilan taqqoslanadi. Buning uchun bajarilgan ish shartli ravishda yuzasi l , ga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchak shaklida tasvirlanadi (2.2-rasm). To'rtburchakning asosi silindrning ish hajmi V_h ga teng. ordinatasi (bosim) esa quyidagicha topiladi:

$$p_s = \frac{l_s}{V_h}.$$

Siklning o'rtacha bosimi p_s ning son qiymati ma'lum shartli o'zgarmas bosimga teng bo'lib, u porshenga yu.ch.n.dan p.ch.n.ga kelguncha ta'sir qiladi va shu vaqt ichida l_s ish bajaradi.



2.2-rasm. Siklning o'rtacha bosimini aniqlash



2.3-rasm. Issiqlik $V = \text{const}$ da beriladigan sikl uchun η ning ϵ ga bog'liqlik grafigi (k ning ikki qiymati uchun)

Tahlil qilinayotgan $V = \text{const}$ sikl uchun (2.2-rasm) o'rtacha bosim quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

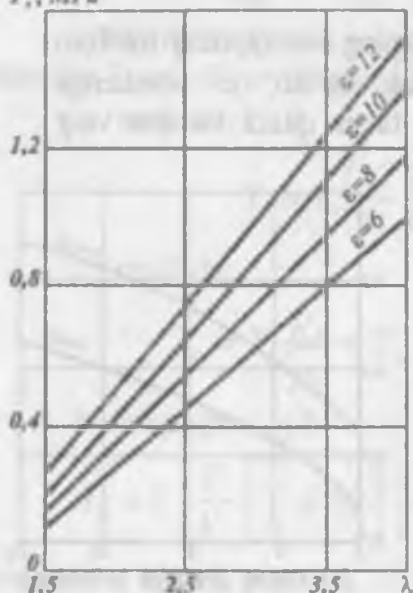
$$p_s = p_a \frac{\epsilon^k (\lambda - 1)}{(\epsilon - 1)(k - 1)} \cdot \eta.$$

Demak, siklning F.I.K. asosan siqish darajasi ϵ va adiabat ko'rsatkichi k ga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. ϵ va k ortishi bilan η ortadi, lekin termik F.I.K. bosimning ortish darajasi λ ga bog'liq emas.

2.3-rasmda issiqlik o'zgarmas hajmda beriladigan sikl uchun η ning ϵ ga bog'liqlik grafigi adiabat ko'rsatkichining ikki qiymati uchun keltirilgan: $k=$

dvigatelning silindriga ish gazi o'rnida havo ($k=1,41$) kiritilgan; 2-adiabata ko'rsatkichi $k=1,3$ bo'lgan gaz kiritilgan.

$P, \text{ MPa}$



2.4-rasm. ϵ ning har xil qiymatlari uchun p_a bosimning λ ga bog'liqligi

bosimning ortish darajasi λ ga to'g'ri proporsionaldir (2.4-rasm). Demak, siklning o'rtacha bosimini oshirish uchun ϵ jarayonida berilgan issiqlik miqdorini hamda boshlang'ich bosim p_a ni oshirish kerak.

Termik F.I.K.ning o'sishi issiqlikdan unumli foydalanilganini ko'rsatadi.

2.3. ISSIQLIK O'ZGARMAS BOSIMDA

($p = \text{const}$) BERILADIGAN SIKL

Issiqlik o'zgarmas bosimda beriladigan sikl $p-v$ koordinatalar sistemasida (2.5-rasm) ko'rsatilgan. Bu siklda ϵ jarayonida q_1 issiqlik «issiq» manbadan o'zgarmas bosim ostida beriladi va 1 kg ish jismi uchun quyidagicha aniqlanadi

Grafikdan ko'rinib turibdiki, siqish darajasining ortishi bilan termik F.I.K. juda sezilarli darajada o'sadi. Kichik adiabata ko'rsatkichlariga kichik termik F.I.K.lar to'g'ri keladi. Demak, termik F.I.K. qiymatini oshirish uchun siqish darajasini imkoni boricha ko'tarish kerak. Shu sababdan hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellarining siqish darajasi «ortib» borayapti. Tahlil shuni ko'rsatadiki, siklning o'rtacha bosimi p_a boshlang'ich bosim p_a va

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

ba jarayonida «sovuq» manbaga berilgan issiqlik miqdori q_2 quyidagicha bo'ladi: $q_2 = C_v(T_b - T_a)$.
Bu siklning termik F.I.K.

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

Lekin $V_b/V_c = \varepsilon$; $C_v/C_p = \frac{1}{k}$ va dastlabki kengayish

darajasi $\rho = \frac{V_c}{V_c} = \frac{T_c}{T_c}$ ekanligini nazarga olib, c. z, b

nuqtalardagi haroratlarni boshlang'ich harorat T_a orqali ifodalasak, siklning termik F.I.K. quyidagi ko'rinishga keladi:

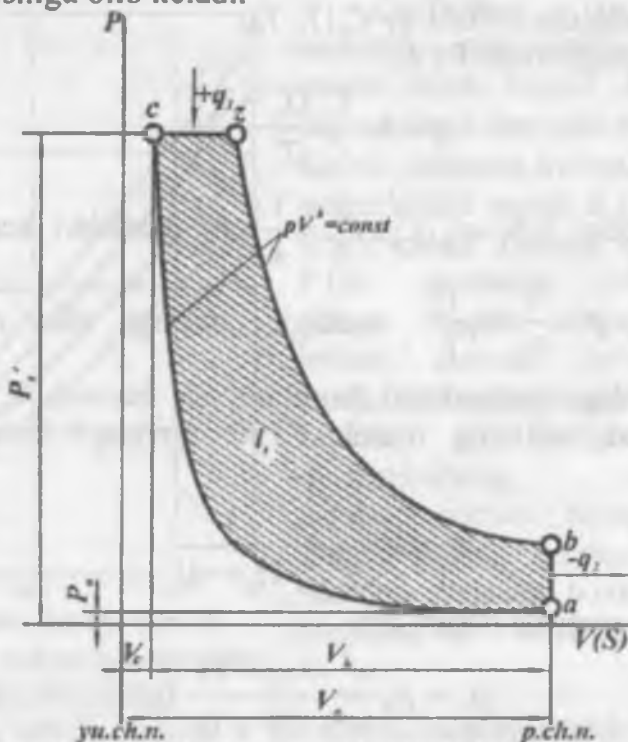
$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{1}{k(\rho-1)}.$$

Siklning o'rtacha bosimi esa:

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

Demak, siklning termik F.I.K. siqish darajasi ε , adiabata ko'rsatkichi k va dastlabki kengayish darajasi ρ ga bog'liq. Siqish darajasi ε va adiabata ko'rsatkichi k ortishi bilan termik F.I.K. ham ortadi, lekin ρ ning ortishi η_t ning kamayishiga olib keladi (2.6-rasm). Ko'rilayotgan siklga yaqin siklda ishlaydigan dvigatelda yuklamani oshirish uchun "issiq" manbadan beriladigan issiqlik miqdorini oshirish kerak bo'ladi, lekin bu ρ ning ortishiga sabab bo'ladi. Demak, siklda beriladigan issiqlik miqdori oshishi bilan, termik F.I.K. kamayadi. Buni shunday tushuntirish mumkin: berilgan issiqlik miqdori oshganda "sovuq" manbaga qaytarilgan issiqlik miqdori ko'proq bo'ladi va

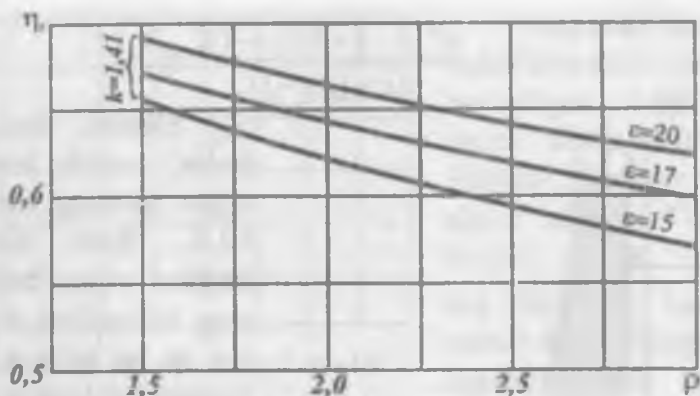
natijada $\frac{q_2}{q_1}$ nisbat ortadi, bu esa o'z navbatida η ning kamayishiga olib keladi.



2.5-rasm. Issiqlik o'zgarmas bosimda beriladigan sikl

Avtomobil va traktor dizellari kichik yuklamalarda ishlaganda ularning termik F.I.K. ortadi, ya'ni issiqlikdan unumli foydalaniladi.

Siklning o'rtacha bosimi p_s ni orttirish uchun c_z jarayonida issiqlik ko'proq beriladi. Natijada, yuqorida aytib o'tganimizdek, ρ ortadi, lekin η bir oz kamayadi. Ko'rib o'tilgan sikl sekin yurar kompressorli dizellar uchun taxminan to'g'ri keladi.



2.6-rasm. Issiqlik o'zgarmas bosimda beriladigan sikl uchun η_1 ning ρ ga bog'liqligi grafigi

2.4. ISSIQLIK ARALASH USULDA BERILADIGAN SIKL

Issiqlik aralash usulda beriladigan sikl $p-V$ koordinatalar sistemasida ko'rsatilgan (2.7-rasm). Bu siklda $q_1 = C_v(T_2 - T_1)$ miqdor issiqlik cz jarayonida o'zgarmas hajmda; $q_2 = C_p(T_3 - T_2)$ miqdor issiqlik esa zz' jarayonida o'zgarmas bosimda beriladi va 1kg ish jismi uchun «issiqlik» manbadan berilgan issiqlikning umumiy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$q_1 = q'_1 + q''_1 = C_v(T_2 - T_1) + C_p(T_2 - T_1) =$$

$$= C_v T_1 \left[\left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) + \frac{C_p}{C_v} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \right] = C_v T_1 [\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)]$$

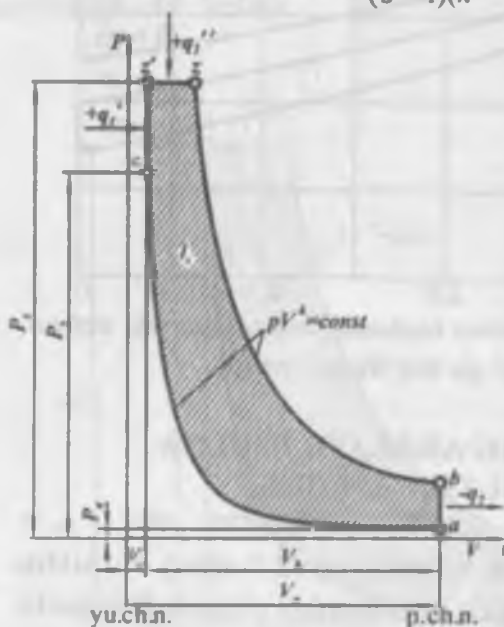
bu jarayonida «sovuq» manbaga berilgan issiqlik miqdori

$$q_2 = C_p(T_3 - T_2)$$

bo'ladi. Bunday siklning termik F.I.K. η_1 va o'rtacha bosimi p_1 soddalashtirishlardan so'ng quyidagicha topiladi:

$$\eta_1 = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\lambda-1}} \frac{\lambda \cdot \rho^{\lambda-1} - 1}{\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)}$$

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



2.7-rasm. Issiqlik aralash usulda beriladigan sikl

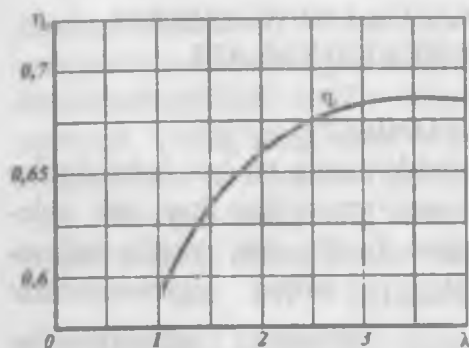
issiqlik berilsa, aralash usulda issiqlik beriladigan siklning termik F.I.K. shuncha yuqori bo'ladi (2.8-rasm).

η_i ning qiymati issiqlik aralash usulda va $V = \text{const}$ da beriladigan sikllar hamda ε ning uch xil qiymati uchun 2.1-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, bir xil siqish darajasiga ega bo'lgan sikllarni solishtirsak, eng yuqori termik F.I.K. ga issiqlik o'zgarma hajmda berilganda erishilar ekan. Amalda bunday siqish darajasiga ega bo'lgan karbyuratorli dvigatelni detonatsiyali yonishning kelib chiqishi sababli ishlatib bo'lmaydi. Natijada karbyuratorli dvigatellar normal ishlashi uchun ularda siqish darajasi pasaytiriladi ($\varepsilon = 9 \dots 10$).

Demak, issiqlik aralash usulda beriladigan siklning termik F.I.K. ham siqish darajasi ε ga, bosimning ko'tarilish darajasi λ ga (o'zgarma hajmda berilgan issiqlik miqdoriga) va dastlabki kengayish darajasi ρ ga (o'zgarma bosim ostida berilgan issiqlik miqdoriga) bog'liq ekan.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, o'zgarma hajmda, ya'ni cz jarayonida qanchalik ko'p



2.8-rasm Issiqlik aralash usulda beriladigan sikl uchun η , ning λ ga bog'liqligi

beradi. 2.8-rasmida issiqlik aralash usulda beriladigan sikl uchun η , ning λ ga bog'liqligi ko'rsatilgan. Bunda λ ortishi bilan η , ham ortadi. Hozirgi zamon tezyurar dizellarida qo'llaniladigan λ ning qiymati 1,2...2,0; ρ ning qiymati esa 1,4...2,2 ga teng.

Issiqlik aralash usulda beriladigan siklning o'rtacha bosimi boshlansich bosim p_a , ε va η , ga bog'liq bo'lib, ular qancha katta bo'lsa ρ , ham shuncha katta bo'ladi.

Tezyurar dizellar issiqlik aralash usulda beriladigan sikllarga yaqin siklda ishlaydi. Bunday dvigatellarda siqish darajasi yuqori bo'ladi ($\varepsilon=16..23$). Bu esa dizellarda karbyuratorli dvigatellarga qaraganda yuqori termik F.I.K. olish imkonini

2.1-jadval

Sikl	ε	η ,	Dvigatel turi
$V = const$	17	0,686	Karbyuratorli dvigatel
$\left\{ \begin{array}{l} q_1 (V = const) \\ q_1 (p = const) \end{array} \right.$	17	0,684	Tezyurar dizel
$V = const$	10	0,610	Karbyuratorli dvigatel
$V = const$	9	0,596	Karbyuratorli dvigatel

III BOB. YONILG'I VA UNING YONISH KIMYOVIY REAKSIYALARI

3.1. YONILG'I

Ichki yonuv dvigatellarida suyuq va gaz holatidagilar yonilg'ilar ishlatiladi. Suyuq yonilg'ilar har xil uglevodorodlardan tashkil topgan bo'lib, ular parafin uglevodorodlar (alkanlar) C_nH_{2n+2} ; naften uglevodorodlar (siklanlar) C_nH_{2n} ; C_nH_{2n-2} ; aromatik uglevodorodlar C_nH_{2n-6} ; C_nH_{2n-12} va boshqalardan iborat.

Ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladigan suyuq yonilg'ilarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, uning elementar tarkibi uglerod C, vodorod N_2 va oz miqdordagi kislorod O_2 dan tashkil topgan. Yonilg'ilarning ba'zi turlarida juda oz miqdorda oltingugurt S uchraydi.

Gaz bilan ishlaydigan dvigatellarda yonilg'i sifatida tabiiy gaz, sanoat gazlari va qattiq holdagi yonilg'ini gazga aylantirib olingan gazlar qo'llaniladi. Massa yoki hajm birligidagi yonilg'ining to'la yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdoriga yonilg'ining yonish issiqligi deb ataladi va u yonilg'ining eng asosiy ko'rsatkichlaridan hisoblanadi.

Yonilg'ining yuqori H_0 va quyi H_u yonish issiqligi bo'ladi.

Massa yoki hajm birligidagi yonilg'ining to'la yonishi natijasida hosil bo'lgan va yonish mahsulotlarini boshlang'ich haroratgacha sovitganda sovituvchi muhitga beriladigan issiqlik miqdori yuqori yonish issiqligi, deb ataladi.

Ichki yonuv dvigatellarida ishlatilgan gazlar yuqori haroratda tashqariga chiqarib tashlanadi, ularning harorati tashqi muhit haroratidan ancha yuqori va tarkibida suv bug'i bo'ladi.

Shuning uchun hisoblashlarda suv bug'ining kondensatlanishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

hisobga olinmaydi. Massa yoki hajm birligidagi yonilg'i yonganda hosil bo'ladigan issiqlik miqdoridan suv bug'ining kondensatlanishida ajralib chiquvchi issiqlik miqdorining ayirmasi yonilg'ining quyi yonish issiqligi H_u deyiladi. Dvigatellarni hisoblashda H_u ning qiymatidan foydalaniladi.

Buning uchun yonilg'ining elementar tarkibi va yuqori yonish issiqligi H_0 ma'lum bo'lishi kerak:

$$H_u = H_0 - 2512(9H + W), \text{ kJ/kg.}$$

Odatda, 1 kg suv bug'ini hosil qilish uchun 2512 kJ/kg issiqlik miqdori sarflanadi.

1 kg yonilg'i yonganda 9 H suv bug'i hosil bo'ladi, 1 kg yonilg'ida H massa vodorod bo'ladi; W - 1 kg yonilg'idagi namlik miqdori.

Yonilg'ining faqat elementar tarkibi (C, H₂, O₂ va S) ma'lum bo'lgan hollarda ham uning quyi yonish issiqligini aniqlash mumkin. Buning uchun D.I.Mendeleev formulasidan foydalaniladi:

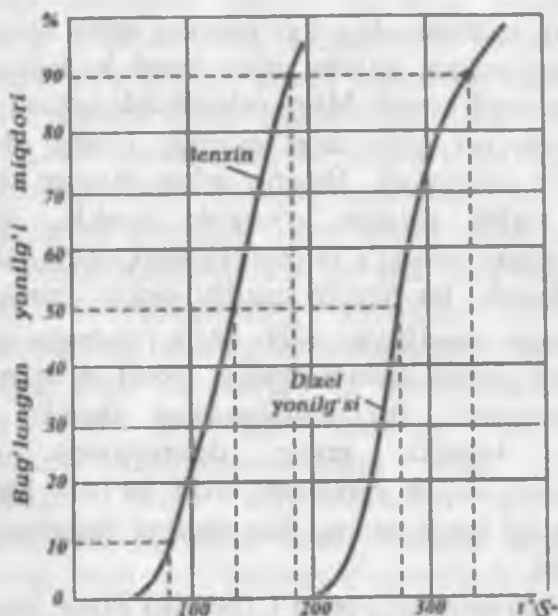
$$H_u = (34,01X + 1256H) - 10,9(0 - S) - 2,512(9H + W)10^4, \text{ J/kg.}$$

Bug'lanuvchanlik yonilg'ining asosiy ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi va u yonilg'ining fraksion tarkibiga qarab belgilanadi. Yonilg'ining bug'lanuvchanligi maxsus asbobda aniqlanadi. Buning uchun yonilg'i asbobga solinadi va asta-sekin qizdiriladi. Yonilg'i qizigan sari bug'lana boshlaydi. Yonilg'ining 10, 50, 90 va 100% miqdori qaynab bug'ga aylangan harorati xarakterli nuqtalar deb qabul qilingan. Bu ma'lumotlarga binoan yonilg'i fraksion tarkibining haroratga bog'liqligini aniqlaymiz. Yonilg'i bilan havo aralashmasining sifati, tez yonishi va dvigatelning ishga tez tushish xususiyatlari yonilg'ining fraksion tarkibiga bog'liq. Ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladigan suyuq yonilg'ilarning fraksiyalar bo'yicha haydalish egri chiziqlari 3.1-rasmda ko'rsatilgan, asosiy ko'rsatkichlari esa 3.1-jadvalda keltirilgan.

Avtomobil va traktor dvigatellarida ishlatiladigan suyuq yonilg'ilarning asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Avtomobil benzini	Dizel yonilg'isi
Yonilg'ining elementar massa tarkibi:		
C	0,855	0,870
H ₂	0,145	0,126
O ₂	—	0,004
O'rtacha molekulyar massasi, kg	110—120	180—200
Quyi yonish issiqligi:		
mj/kg da	44	42,5
kkal/kg da	10500	10150
Harorat, °S:		
haydashning boshlanishi	35	185—200
10% yonilg'ini haydash	55—70	200—225
50% -»-	100—195	240—280
90% -»-	160—195	290—350
haydashning tugallanishi (ko'pi bilan)	185—205	330—360

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda yonilg'i sifatida benzin ishlatiladi. Benzinning asosiy ko'rsatkichlaridan biri uning detonatsiyaga chidamliligidir. Har bir dvigatel uchun uning siqish darajasiga qarab, benzin navi tanlanadi. Agar shu dvigatelda boshqa nav benzin ishlatilsa, uning silindrida yonish jarayoni noto'g'ri (nonormal) kechadi, ya'ni yonish sharoitlari buziladi, detonatsiya paydo bo'ladi. Dvigatelni bunday sharoitda ishlashiga yo'l qo'yilmaydi.



3.1-rasm. Suyuq yonilg'ilarni fraksiyalar bo'yicha naydash egri chiziqlari

Benzinlarning detonatsion chidamliligi oktan soni bilan xarakterlanadi va u shu maqsad uchun mo'ljallangan maxsus dvigatelda, aniq belgilangan sharoitlarda, sinash yo'li bilan aniqlanadi. Bu dvigatelning muhim xususiyati shundaki, unda siqish darajasini o'zgartirish mumkin. Benzinning oktan soni etalon yonilg'ilar yordamida aniqlanadi. Etalon yonilg'ilar sifatida detonatsion chidamliligi juda katta bo'lgan izooktan, ($i\text{ C}_8\text{H}_{18}$) va detonatsion chidamliligi juda kichik bo'lgan geptan ($n\text{ C}_7\text{H}_{16}$) ishlatiladi. Bu dvigatelda sinash vaqtida yonilg'i sifatida izooktan va geptan aralashmasi ishlatiladi. Yonish jarayonida detonatsiya hodisasi har xil siqish darajasida, ya'ni aralashmadagi yonilg'ilarning foiz miqdoriga qarab sodir bo'ladi. Izooktan qancha ko'p bo'lsa, detonatsiya hodisasi shuncha katta siqish darajasida sodir bo'ladi. Demak, yonilg'i sifatida toza izooktan ishlatilgandagina yuqori siqish darajasiga ega bo'lamiz.

Geptanning aralashmadagi foiz miqdori oshib borishi bilan, dvigatelning normal ishlashi uchun kerak bo'ladigan siqish darajasi kamayib boradi. Misol uchun bizda noma'lum oktan sonli benzin bor, deb faraz qilamiz. Uning oktan soni quyidagicha aniqlanadi. Buning uchun maxsus dvigatelda shunday siqish darajasi o'rnatish kerakki, bu holda tekshirilayotgan yonilg'i bilinar-bilinmas detonatsiya bilan yonsin. Demak, bu benzin qanday siqish darajasida (ϵ) detonatsiyaga moyilligini bilib oldik. So'ngra dvigatelni izooktan va geptan aralashmasidan iborat bo'lgan yonilg'i ishlatib sinaymiz. Bu aralashmaning shunday tarkibini topishimiz kerakki, uning detonatsiyaga moyilligi yuqoridagidek siqish darajasida sodir bo'lsin. Demak, bu aralashmadagi izooktanning foiz miqdori benzinning oktan sonini beradi.

Tekshirilayotgan yonilg'i (benzin) bilan izooktan va normal geptan aralashmasining (bir xil siqish darajasida $\epsilon = const$) detonatsiyaga moyilligi teng bo'lsa, aralashmadagi izooktanning foiz miqdori oktan soni deyiladi.

Agar sinalayotgan yonilg'i va aralashma (Masalan, 93% izooktan va 7% geptan) bir xil sharoitda detonatsiya bilan yonsa, yonilg'ining oktan soni 93 ga teng bo'ladi.

Har bir karbyuratorli dvigatel uchun ishlatilishi lozim bo'lgan benzinning oktan soni qo'llanmalarda ko'rsatiladi.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda qo'llaniladigan benzinlarning oktan soni 80 dan 93 gacha bo'ladi.

Sinashlar ko'rsatishicha, gaz holidagi yonilg'ilarning oktan soni 90...110 ga teng. Demak, avtomobil dvigatellari oktan soni katta bo'lgan gaz holidagi yonilg'i bilan ishlaganda ularning siqish darajasini oshirish kerak, aks holda ularning quvvati bir oz pasayadi, chunki gazlarning quyi yonish issiqligi H_u benzinnikidan kam.

Dizel yonilg'ilariga qo'yiladigan talablarni ko'rib chiqamiz. Yuqorida aytib o'tganimizdek, dizelning yonish

kamerasiga purkalgan yonilg'i havoning yuqori harorati ($500-600^{\circ}\text{S}$) ta'sirida oson alangalanishi lozim. Bu, dizel yonilg'isiga qo'yiladigan asosiy talablardan biridir. Dizelda yonuvchi aralashma silindr ichida siqish takti oxirida hosil qilinadi. Lekin yonish jarayoni yonilg'i purkalgan zahoti boshlanmasdan, bir oz kechroq boshlanadi. Shuning uchun alangalanishning kechikish davri yonilg'i berilgan paytdan boshlab yonish boshlanguncha bo'lgan vaqt oralig'i bilan o'lchanadi. Alangalanishning kechikish davri purkash boshlangan paytdagi havoning termodinamik ko'rsatkichlariga, yonilg'ining fizik xossalariga va yonilg'i beradigan asboblarda hosil qilinadigan bosimga bog'liq. Dizel yonilg'isining alangalanuvchanligi setan soni bilan xarakterlanadi. Setan soni qancha yuqori bo'lsa, alangalanishning kechikish davri shuncha qisqa bo'ladi. Yonilg'iniig setan soni maxsus dvigatellarda aniqlanadi.

Buning uchun tekshirilayotgan yonilg'ini oson alangalanuvchan setan ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}$, uning setan soni 100 ga teng) va qiyin alangalanuvchan α - metilnaftalin (uning setan soni 0 ga teng)dan iborat bo'lgan etalon aralashma bilan o'zaro solishtiriladi. Bunda yonilg'ilar alangalanishining kechikish davri aniqlanadi. Masalan, setan soni noma'lum bo'lgan dizel yonilg'isining alangalanish davri etalon aralashma (45% setan + 55% α - metilnaftalin) ning alangalanish davriga teng bo'lsa, u holda yonilg'ining setan soni etalon aralashmasidagi setanning foiz miqdori bilan aniqlanadi. Yuqoridagi misolda dizel yonilg'isining setan soni 45 ga teng. Umuman, dizel yonilg'i-larning setan soni 40...50 bo'ladi (GOST 305-82). Yonilg'ining muhim sifat ko'rsatkichlaridan biri uning harorati va fraksion tarkibiga bog'liq bo'lgan qovushoqligidir. Yonilg'ining fraksion tarkibi qancha og'ir bo'lsa, uning qovushoqligi shuncha yuqori bo'ladi. Bunday yonilg'ilarda harorat pasayishi bilan qovushoqlik tez oshadi. Masalan, benzinning harorati $+20^{\circ}\text{S}$ dan -20°S gacha o'zgarsa, uning qovushoqligi 2 marta, dizel

qovushoqligi purkalish sifatiga va yonilg'ining havo bilan aralashishiga ta'sir ko'rsatadi. Kun sovuq bo'lganda dizellarni ishga tushirishning qiyinlashishini yonilg'ining shu xususiyati bilan tushuntiriladi.

3.2. YONILG'INING YONISH REAKSIYALARI

Dvigatel silindri ichida yonilg'i bilan havo aralashmasining yonishi juda muhim va murakkab jarayon bo'lib, shu davrgacha to'liq tekshirilmagan.

Yonilg'i yonishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini yonilg'i tarkibiga kiruvchi uglerod C va vodorod H_2 ning kislorod O_2 bilan kimyoviy reaksiyalari orqali aniqlash mumkin.

1 kg suyuq yonilg'i, C kg uglerod (C), H kg vodorod (H_2) va O_{vo} kg kislorod (O_2) dan iborat.

Bularning yig'indisi: $C+H+O_{vo}=1$ kg.

Yonilg'ining to'la yonishi

Yonilg'ining to'la yonishi uchun kislorod yetarli bo'lishi zarur. Bu holda uglerodning oksidlanishidan karbonat angidrid, vodorodning oksidlanishidan esa suv bug'i hosil bo'ladi.



Uglerod, vodorod va kislorodning molekulyar massalarini hisobga olib, yuqoridagi tenglamalarni quyidagicha yozish mumkin:

$$12 \text{ kg (C)} + 32 \text{ kg (O}_2\text{)} = 44 \text{ kg (CO}_2\text{)},$$

$$4 \text{ kg (H}_2\text{)} + 32 \text{ kg (O}_2\text{)} = 36 \text{ kg (H}_2\text{O)}.$$

1 kg uglerod uchun:

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

1 kg vodorod uchun:

$$1 \text{ kg (H}_2\text{)} + 8 \text{ kg (O}_2\text{)} = 9 \text{ kg (H}_2\text{O)} \text{ bo'ladi. (b)}$$

(a) tenglama shuni ko'rsatadiki, 1 kg uglerod to'la yonishi uchun $\frac{8}{3}$ kg kislorod kerak va buning natijasida - $\frac{11}{3}$ kg karbonat angidrid gazi hosil bo'ladi; (b) tenglamaga binoan 1 kg vodorod to'la yonishi uchun 8 kg kislorod kerak, bunda 9 kg suv bug'i hosil bo'ladi.

1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdorini aniqlash uchun (a) va (b) tenglamalarning o'ng va chap qismlarini mos ravishda C va H ga, ya'ni 1 kg yonilg'idagi uglerod va vodorodning ulushlariga ko'paytirish kerak:

$$C \text{ kg } (C) + \frac{8}{3} C \text{ kg } (O_2) = \frac{11}{3} C \text{ kg } (CO_2), \quad (v)$$

$$H \text{ kg } (H_2) + 8H \text{ kg } (O_2) = 9H \text{ kg } (H_2O). \quad (g)$$

1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy miqdori

(v) va (g) tenglamalarga binoan C kg uglerod va H kg vodorodning to'la yonishi uchun $\left(\frac{8}{3}C + 8H\right)$ kg kislorod talab etilar ekan.

Agar yonilg'i tarkibidagi kislorod O_{20} ni hisobga olsak, 1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun kerakli minimal kislorod miqdori

$$O_{2min} = \frac{8}{3} C + 8H - O_{20}, \text{ kg bo'ladi.}$$

Ichki yonuv dvigatellarida silindr ichiga tashqi muhitdan havo kiritilib, uning tarkibidagi kislorod ishlatiladi. Havo tarkibidagi kislorodning massasi 23%. Demak, 1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy miqdori:

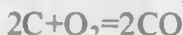
$$l_o = \frac{1}{0.23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_{20} \right), \text{ kg bo'ladi.}$$

Havoning qolgan qismi azot (77%) bo'lib, yonishda qatnashmaydi va ishlatilgan gazlar bilan dvigatel silindridan chiqarish jarayonida chiqib ketadi.

Yonilg'ining chala yonishi

Karbyuratorli dvigatellarni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatadiki, ular umumiy vaqtning 70 - 80 foizi davomida asosan kichik yuklamalarda ishlaydi. Bu hollarda yonish jarayonida kislorodni me'yoridan kamroq berish kerak, chunki bunday ish aralashmasi tez yonish xususiyatiga ega bo'ladi. Bundan tashqari, dvigatelni yurgizishda va undan katta quvvat talab qilinganda ham kamroq kislorod, ya'ni havo berish lozim bo'ladi.

Tajribalar ko'rsatishicha, kislorodning miqdori keragidan bir oz kam bo'lsa, yonish jarayoni tez kechadi. Biroq bunda kislorod yetishmaganligidan uglerod to'la yonmaydi va uning bir qismi is gazi (CO) ni hosil qiladi, vodorodning ozroq qismi esa butunlay yonmay qoladi, ya'ni



yoki

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

Uglerodning CO ga aylangan qismini φ bilan belgilaymiz. U holda C kg uglerodning CO ga aylangan qismi φ C kg, CO₂ ga aylangan qismi esa $(1 - \varphi)$ C kg bo'ladi. Ko'p hollarda vodorod to'la yonadi, deb faraz qilinadi. Karbyuratorli dvigatellarning silindrida 1 kg yonilg'ining chala yonishi uchun kerak bo'ladigan havo miqdori quyidagi tenglamada aniqlanadi:

$$I_{\text{ch}} = \frac{1}{0,23} \left[\frac{4}{3} (2 - \varphi) C + 8H - O_{\text{vov}} \right], \text{ kg.}$$

Havoning ortiqlik koeffitsiyenti

Avtotraktor ichki yonuv dvigatellarida ularning ish rejimlariga mos ravishda yonish reaksiyalarida qatnashayotgan havoning miqdori ham o'zgaradi, ya'ni havo

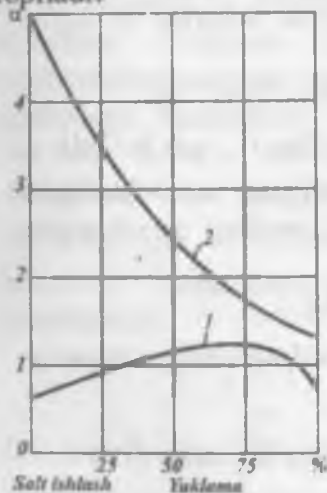
miqdori yonilg'ining to'la yonishi uchun kerakli bo'lgan nazariy miqdoridan ko'p yoki kam bo'ladi va havoning ortiqlik koeffitsiyenti - α orqali ifodalanadi. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti deb, 1 kg yonilg'ini yondirish uchun silindr ichiga kiritilgan havoning haqiqiy miqdori l ni nazariy (zarur) miqdori l_0 ga nisbatiga aytiladi, ya'ni

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

Havoning ortiqlik koeffitsiyenti karbyuratorli dvigatellarda 0,8...1,2; dizellarda esa 1,3...6,0 ga teng. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti birdan katta bo'lsa, suyuq aralashma va birdan kichik bo'lsa, quyuq aralashma deyiladi.

Dizellarda har doim $\alpha > 1$ bo'ladi. Shu sababli ular karbyuratorli dvigatelga nisbatan tejimli ishlaydi.

3.2-rasmda α ning yuklamaga qarab o'zgarishi tasvirlangan. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti α ma'lum bo'lsa, uglerodning CO ga aylangan qismi quyidagi ifodadan topiladi:



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

Misol. $\alpha = 0,9$ bo'lsa,

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

bo'ladi, ya'ni uglerodning 30,2% is gaziga aylanadi.

3.2-rasm. Havo ortiqlik koeffitsiyenti α ning yuklamaga bog'liq holda o'zgarishi:

1 - karbyuratorli dvigatel; 2 - dizel

Yonuvchi aralashma va yonish mahsulotlari miqdorini aniqlash

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatel silindriga kiritilayotgan yonuvchi aralashma havo va mayda zarralarga parchalangan yonilg'idan iborat bo'ladi.

1 kg yonilg'i yonishida qatnashadigan yonuvchi aralashmaning umumiy massasi quyidagicha topiladi:

$$G_1 = 1 + \alpha l_0, \text{ kg.}$$

Yonish mahsulotlarining massasi uning tarkibiga kiruvchi gazlarning massalarini qo'shish yo'li bilan aniqlanadi.

To'la yonish ($\alpha \geq 1$). Yuqorida ko'rib o'tganimizdek, to'la yonish jarayonida karbonat angidrid CO_2 , suv bug'i H_2O , yonish jarayonida qatnashmagan ortiqcha kislorod O_2 va azot N_2 ajralib chiqadi.

Ma'lumki, 1 kg yonilg'i to'la yonganda $\frac{11}{3} \text{C}$ kg CO_2 va 9H kg H_2O ajralib chiqadi.

Silindr ichiga 0,23 αl_0 kg kislorod kiradi, yonishda esa uning 0,23 l_0 kg qismi ishtirok etadi. Demak, kislorodning bir qismi yonishda ishtirok etmaydi va uning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

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

Ko'rinib turibdiki, agar $\alpha = 1$ bo'lsa, $G_{\text{O}_2} = 0$ bo'ladi.

Yonish jarayonida qatnashmaydigan va ishlatilgan gazlar bilan chiqib ketadigan azot miqdori quyidagicha aniqlanadi:

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

$\alpha > 1$ bo'lganda yonish mahsulotlarining umumiy miqdori quyidagicha topiladi:

$$G_2 = \frac{11}{3} \text{C} + 9\text{H} + 0,23 (\alpha - 1).$$

Yonish mahsulotlarining umumiy miqdori G_2 yonuvchi aralashma G_1 ning umumiy miqdoriga teng, ya'ni

$$G_2 = C + H + O_{v_0} + \alpha l_0 = 1 + \alpha l_0 = G_1.$$

Chala yonish ($\alpha < 1$). Bunda yonish jarayoni kislorod yetishmagan holda sodir bo'ladi. Shuning uchun yonish mahsulotlarida kislorod oz miqdorda bo'ladi. $\alpha < 1$ bo'lgan hol uchun 1 kg yonilg'i yongandagi yonish mahsulotlarining massalari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$G_{CO_2} = \frac{11}{3}(1 - \varphi)C, \text{ kg}; \quad G_{CO} = \frac{7}{3}\varphi C, \text{ kg};$$

$$G_{H_2O} = 9H, \text{ kg}; \quad G_{N_2} = 0,77\alpha l_0, \text{ kg};$$

Demak, yonilg'i chala yonganda yonish mahsulotlarining umumiy miqdori

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

bo'ladi.

Yonuvchi aralashmaning va yonish mahsulotlarining miqdorini mol hisobida aniqlash

Dvigatelning asosiy o'lchamlarini topish uchun uni issiqlikka hisoblash zarur. Bunday hisoblashlarda yonuvchi aralashmaning va yonish mahsulotlarining miqdorini «kmol» hisobida ifodalash kerak. Buning uchun yonish mahsulotlarining tarkibiga kiruvchi ayrim gazlarni va yonuvchi aralashma massalarini ularning molekulyar massalariga bo'lish kerak. Karbyuratorli dvigatellarda yonuvchi aralashma havo (αl_0) va 1 kg yonilg'idan iborat bo'ladi, ya'ni $G_1 = \alpha l_0 + 1$. Shuning uchun 1kg yonilg'i yonganda yonuvchi aralashmaning haqiqiy miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$M_1 = \frac{\alpha l_0}{\mu_h} + \frac{1}{\mu_{v_0}} = \alpha L_0 + \frac{1}{\mu_{v_0}}, \text{ kmol};$$

bu yerda μ_h -havoning molekulyar massasi, $\mu_h=28,97$. μ_{v_0} -benzinning molekulyar massasi, $\mu_{v_0}=110...120$. L_0 -1kg yonilg'i yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy

miqdori, kmol. $\frac{1}{\mu_{\text{m}}}$ nisbat kichik bo'lganligi sababli,

ko'pincha uning qiymati e'tiborga olinmaydi.

Dizellarda yonuvchi aralashma sifatida uning silindriga kiritish taktida faqat havo kiradi va shu sababli yonuvchi aralashmaning kg da o'lchangan miqdori $G_1 = \alpha l_0$ bo'ladi. Yonuvchi aralashmaning haqiqiy miqdori esa quyidagicha aniqlanadi:

$$M_1 = \frac{\alpha l_0}{\mu_h} = \alpha L_0, \text{ kmol.}$$

1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy miqdori

$$L_0 = \frac{l_0}{\mu_h} + \frac{1}{0,23 \cdot 28,97} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_{\text{yo}} \right) = 0,15 \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_{\text{yo}} \right),$$

kmol

yoki

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O_{\text{yo}}}{32} \right), \text{ kmol.}$$

Yonish jarayoni $\alpha \geq 1$ da olib borilganda barcha dvigatellar uchun yonish mahsulotlarining unumiy miqdori va tashkil etuvchilari quyidagicha hisoblanadi. Bu holda yonish mahsulotlari CO_2 , H_2O , N_2 va O_2 gazlardan iborat bo'ladi, ya'ni:

$$M_2 = M_{(\text{CO}_2)} + M_{(\text{H}_2\text{O})} + M_{(\text{N}_2)} + M_{(\text{O}_2)}.$$

Karbonat anhidridi gazi

$$M_{(\text{CO}_2)} = \frac{11}{3} \cdot \frac{C}{44} = \frac{C}{12}, \text{ kmol;}$$

suv bug'i

$$M_{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{9H}{18} = \frac{H}{2}, \text{ kmol;}$$

azot

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

ortiqcha kislorod

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

$\alpha = 1$ bo'lsa $M_{O_2} = 0$ bo'ladi.

$\alpha > 1$ bo'lganda yonish mahsulotlarining umumiy miqdori:

$$M_2 = \alpha L_0 + \frac{H}{4} + \frac{O_{\text{sur}}}{32}, \text{ kmol};$$

$$\alpha = 1 \text{ bo'lganda } M_2 = \frac{C}{12} + \frac{H}{2}, \text{ kmol}.$$

Yonish jarayonida $\alpha < 1$ bo'lsa, yonish mahsulotlarining umumiy miqdori quyidagicha bo'ladi:

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

$$\alpha < 1 \text{ bo'lganda, } M_{O_2} = 0; M_{CO_2} = \frac{C}{12}(1 - \varphi),$$

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

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

Demak, yonish mahsulotlarining umumiy miqdori:

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

Yonish mahsulotlari M_2 bilan yonuvchi aralashmaning miqdori M_1 bir-biriga teng emas. Bu esa yonish natijasida gaz molekularining soni o'zgarganligini bildiradi. Bu quyidagicha aniqlanadi:

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

Karbyuratorli dvigatellarda yonuvchi aralashma to'la yonganda ($\alpha \geq 1$):

$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_{\text{sur}}}{32} - \frac{1}{\mu_{\text{sur}}}, \text{ kmol};$$

yonuvchi aralashma chala yonganda ($\alpha < 1$) esa:

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

Dizellar uchun ($\alpha > 1$) «kmol»lar miqdorining ortishi quyidagicha hisoblanadi:

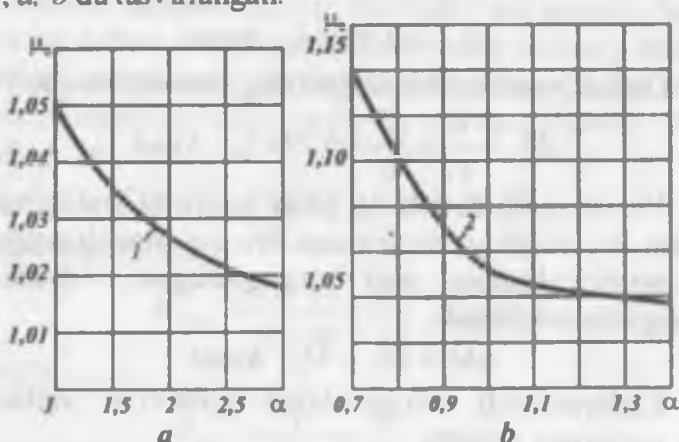
$$\Delta M = \frac{H}{4} + \frac{O_{yo}}{32}, \text{ kmol.}$$

Yonilg'i yonganda hosil bo'lgan gazlar hajmi yonuvchi aralashmaning hajmidan katta bo'ladi va bu gazlar foydali ish bajaradi. Hajmning o'zgarishi yonuvchi aralashma molekulyar o'zgarishining nazariy koeffitsiyenti μ_0 , ya'ni

$\frac{M_2}{M_1}$ nisbat orqali aniqlanadi:

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

Dizel va karbyuratorli dvigatellar uchun kimyoviy molekulyar o'zgarish koeffitsiyentining α ga bog'liqligi 3.3-rasm, *a*, *b* da tasvirlangan.



3.3-rasm. Kimyoviy molekulyar o'zgarish koeffitsiyenti μ_0 ning α ga bog'liqligi:

1 - dizel; 2 - karbyuratorli dvigatel

3.3. YONISH MAHSULOTLARINI ZARARSIZLANTIRISH

Ichki yonuv dvigatellari silindrida yonilg'i bilan havo aralashmasining yonishi natijasida to'la yonish mahsulotlari bilan bir qatorda, kam miqdorda bo'lsa ham, chala yonish mahsulotlari CO, NO_x hamda yonilg'ining parchalanish mahsulotlari (C_xH_x, C, SO₂, H₂S, alqdegidlar va 3,4-benzpiren) hosil bo'ladi. Bu gazlar kishi sog'lig'i uchun (umuman, tirik organizm uchun) zararlidir. Ishlatilgan gazlar tarkibidagi zaharli gaz komponentlarining miqdori kimyoviy usul bilan tekshirib aniqlanadi.

Yonish mahsulotlarining zaharli komponentlariga is gazi - CO; azot oksidi - NO_x; yakka uglevodorodlar - C_xH_x (benzpiren) va boshqalar kiradi.

Is gazi CO - yonilg'ining chala yonishi natijasida hosil bo'ladi, ya'ni dvigatel asosan kichik yuklamalar^{da} ishlaganda ajralib chiqadi va miqdori bo'yicha yonish mahsulotlarining 10-12% ini tashkil qilishi mumkin. Ayniqsa, avtomobil joyidan qo'zg'alayotganda is gazi ko'p ajralib chiqadi. Dizellarda is gazining miqdori nisbatan kam (0,5%) bo'ladi. Bu jihatdan dizel dvigatellari karbyuratorli dvigatellarga qaraganda katta afzalliklarga ega.

Azot oksidlari kam miqdorda bo'lib (0,8 mg/l), asosan α ning katta qiymatlarida paydo bo'ladi.

Yonish mahsulotlari tarkibida SO₂ ning miqdori 250 mg/l gacha bo'lishi mumkin. H₂S esa juda oz miqdorda bo'ladi.

Yakka uglevodorodlarning miqdori 10 - 20 mkgm³ ni tashkil etadi. Ularning asosiysi 3,4 - benzpiren bo'lib, u juda faol moddadir. Uning juda oz konsentratsiyasi ham kishi organizmini zaharlashi mumkin.

Etilangan benzin ishlatilganda qo'rg'oshin birikmalari, ya'ni zaharli moddalar hosil bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatellarida ishlatilib atmosferaga chiqarib tashlanadigan gazlar tarkibidagi xilma-xil zaharli moddalar kishi organizmini doimo zaharlab keladi va turli kasalliklar kelib chiqishiga sabab bo'lmoqda. Avtomobil transporti va sanoati rivojlangan sharoitda katta shaharlar, yirik korxonalarda ishlatilgan gazlarning ko'plab yig'ilib qolishiga yo'l qo'yish mumkin emas. Shuning uchun butun dunyoda bu masalaga jiddiy e'tibor berilmoqda va bunday zaharli moddalar ajralib chiqishini kamaytirish maqsadida katta ilmiy izlanishlar hamda tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, karbyuratorlarni to'g'ri sozlash, karbyuratorli dvigatellarni kichik va o'rtacha yuklamalarda suyuq aralashmada ishlatish, alanga bilan o't okdirish usullariga katta ahamiyat berilmoqda. Chiqarish tizimida ishlatilgan gazlarni qaytadan yoqish usullari ham qo'llanilayapti. Karbyuratorli dvigatellar va dizellarning tovush pasaytirgichlariga (glushitel) gazlarni neytrallashtiruvchi moddalar (neytralizatorlar) qo'yilib, ishlatilgan gazlar zaharli moddalardan tozalanmoqda.

Karbyuratorli dvigatellarning asosiy kamchiliklaridan biri - ular yuklamasiz (sht) ishlaganida, ayniqsa, ko'p miqdorda zaharli moddalar ajralib chiqishidir. Bu kamchilikni kamaytirish maqsadida maxsus, siyraklikni cheklagichlar o'rnatilmoqda. Karbyuratorli dvigatellar kichik va o'rtacha yuklama bilan ishlaganida ularning tejamliligi keskin kamayadi. Bu kamchiliklarni yo'qotish uchun yonilg'ini alanga (mash'al) bilan yondirish usuli qo'llaniladi. Dizellardagi ishlatilgan gazlar tarkibida zaharli moddalarning va tutunning ko'p yoki kam bo'lishida yonilg'i uzatuvchi asboblarning to'g'ri va soz ishlashi katta ahamiyatga ega. Agar yonilg'i purkash asboblari (yuqori bosimli nasos va forsunka) to'g'ri va aniq rostlangan bo'lsa, zaharli moddalar juda kam ajralib chiqadi. Ayrim hollarda tutunni kamaytirish maqsadida dizel yonilg'isiga tutunga qarshi qo'shimcha moddalar qo'shiladi.

IV BOB. ICHKI YONUV DVGATELLARINING HAQIQIY SIKLLARI

4.1. UMUMIY MA'LUMOT

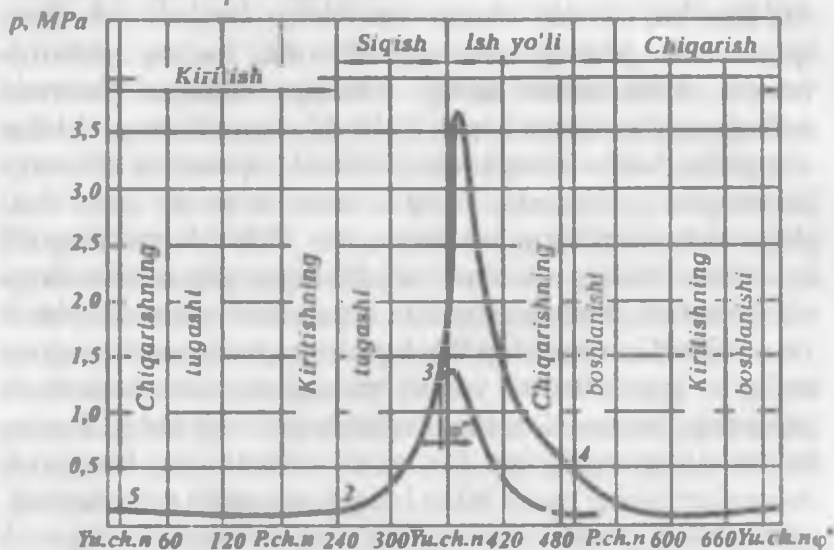
Nazariy sikllarni tahlil qilganimizda issiqlik siklining ma'lum bir davrida «issiqlik» manbadan beriladi deb faraz qilgan edik. Ichki yonuv dvigatellarining haqiqiy sikllarida issiqlik olish uchun uning silindriga kiritilgan yonuvchi aralashmani yondirish zarur. Tabiiyki, issiqlik bu yo'l bilan olinganda termodinamikaning ikkinchi qonunida e'tiborga olinmagan qo'shimcha issiqlik sarfi sodir bo'ladi. Real dvigatelda issiqlikning ma'lum qismi silindr devorlari orqali sovituvchi muhitga beriladi va ishlatilgan gazlar bilan birga chiqib ketadi, boshqa qismi esa o'ziga ekvivalent miqdorda ish bajaradi. Qaytadan ish bajarish uchun yonish jarayoni sodir bo'lgan silindni yonish mahsulotlaridan tozalash va uni yangi yonuvchi aralashma bilan to'ldirish lozim. Buning uchun qo'shimcha ish sarflanadi. Siqish va kengayish jarayonlari tashqi muhit bilan issiqlik almashib sodir bo'ladi. yonilg'ining yonishi esa ma'lum vaqt davom etib kengayish jarayonida uzil-kesil tugaydi. Siqish va kengayish jarayonlarining bu xarakterda kechishi natijasida qo'shimcha issiqlik yo'qoladi.

Haqiqiy siklda nazariy siklga nisbatan issiqlik qo'shimcha isrof bo'lganidan haqiqiy siklning F.I.K.i nazariy siklning F.I.K.idan doim kichik bo'ladi.

Issiqlikdan foydalanishning mukammalligini haqiqiy va nazariy sikllarda bajarilgan foydali ishlarni o'zaro solishtirib baholash mumkin.

Haqiqiy sikl davomida bajarilgan ish maxsus asbob - bosim indikator yordamida aniqlanadi. Bu asbob silindrdagi bosimni sikl davomida tirsakli valning burilish burchagiga mos ravishda o'zgarishini ossillograf qog'oziga $p-\varphi$ koordinatalar sistemasida yozadi (4.1-rasm). Olingan indikator diagrammadan siklning ishini aniqlash uchun uni $p - V$

koordinatalar sistemasida qayta qurish kerak (4.2-rasm). Buning uchun porshenning yurish yo'li bilan tirsakli valning burilish burchagi orasidagi bog'lanish ma'lum bo'lishi kerak. Bu holda indikator diagrammaning yuzasi siklning haqiqiy indikator ishi L_i ni beradi.



4.1-rasm. Bosim indikatori yordamida olingan indikator diagramma

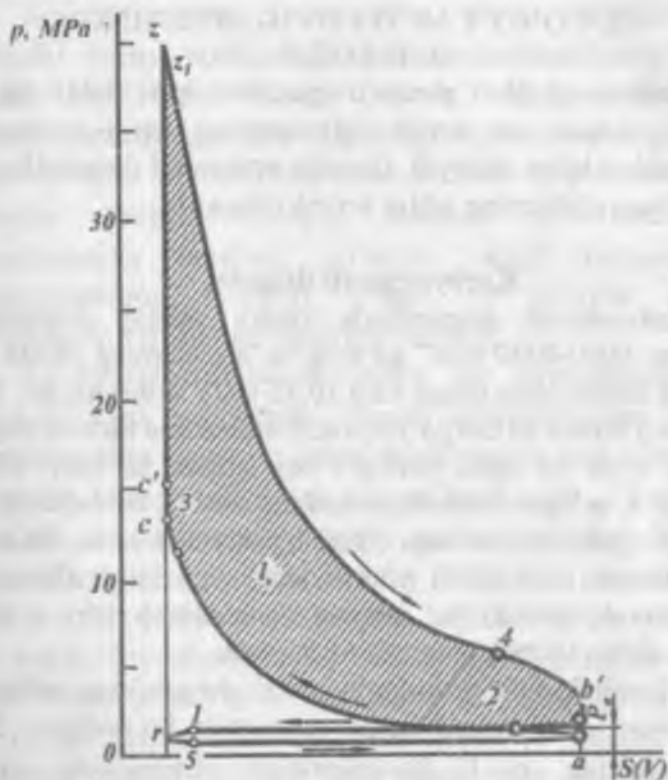
Real dvigatellarda issiqlikdan foydalanish samarasi indikator F.I.K.i orqali baholanadi va u η_i bilan belgilanadi:

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

bu yerda L_i - indikator ish; Q_1 - silindrga kiritilgan issiqlik miqdori.

Agar foydali ish 1 kg yonilg'i yonishi natijasida olingan bo'lsa,

$$\eta_i = \frac{I_i}{H_u} \text{ bo'ladi.}$$



4.2-rasm. To'rt taktli karbyuratorli dvigatelning $p-v$ koordinatalar sistemasidagi indikator diagrammasi

Haqiqiy siklning indikator F.I.K.i nazariy siklning termik F.I.K.iga qanchalik yaqin bo'lsa, haqiqiy sikl shunchalik mukammal tashkil qilingan bo'ladi. Sikllar

o'zaro nisbiy F.I.K. $\eta_0 = \frac{\eta_{\text{haqiqiy}}}{\eta_{\text{nazariy}}}$ bilan solishtiriladi. Hozirgi

dvigatellarda $\eta_0 = 0,65..0,80$ ga teng. Demak, haqiqiy sikllarda issiqlikdan foydalanish darajasi nazariy sikllarnikiga qaraganda nisbatan past bo'lib, 65-80% ni tashkil qiladi.

4.2. TO'RT TAKTLI DVIGATELNING ISH SIKLI

Zamonaviy ichki yonuv dvigatellari to'rt taktili siklda hamda yuklama va tezlik rejimlarining keng ko'lamda o'zgarishlari bilan ishlaydi. Quyida avtomobil dvigatellariga xos bo'lgan sikllarning ishini ko'rib chiqamiz.

Karbyuratorli dvigatel

Karbyuratorli dvigatellarda tirsakli valning aylanishlar chastotasi $6000-8000 \text{ min}^{-1}$ ga teng bo'lib, ularning siklda ish bajarishi uchun juda qisqa vaqt ($0,15-0,02 \text{ s}$) ajratilgan. Shu qisqa vaqt ichida silindrga yonuvchi aralashma kirishi, siqish jarayoni sodir bo'lishi, yonilg'i bug'lanishi va havo bilan aralashishi, uchqun berilishi, aralashma yonishi, ish bajarishi va ishlatilgan gazlar atmosferaga chiqarib yuborilishi kerak. Siklning samaradorligini oshirishda yonish jarayoniga katta ahamiyat berish kerak, chunki bu jarayon qanchalik to'g'ri tashkil qilinsa, siklda shuncha katta ish bajariladi.

4.1-rasmda to'rt taktili karbyuratorli dvigatelning indikator diagrammasi $p-\varphi$ koordinatalar sistemasida ko'rsatilgan. Shu diagrammaning $p-V$ koordinatalar sistemasida qayta qurilgani 4.2-rasmda ko'rsatilgan.

Bu dvigatelda kiritish klapani ochila boshlashi (1 nuqta) bilan karbyuratorda hosil bo'lgan yonuvchi aralashma silindr ichiga kiradi va bu jarayon kiritish klapani yopilganda tugaydi (2 nuqta). Bu jarayon kiritish jarayoni deb ataladi. Kiritish jarayoni davomida havo va yonuvchi aralashma dvigatelning kirish yo'lida (havotozalagich, karbyurator, drossel-to'smaqopqoq, kiritish klapani) qarshiliklarga duch keladi, natijada uning bosimi kamayadi. Dvigatel silindriga tushgan yonuvchi aralashma ilgarigi sikldan qolgan yonish mahsulotlari bilan aralashib, ish aralashmasini hosil qiladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, kiritish klapani 1 nuqtada yu.ch.n.ga $5-20^\circ$ yetmasdan ochilib, 2 nuqtada p.ch.n.dan $40-70^\circ$ o'tgandan so'ng yopiladi.

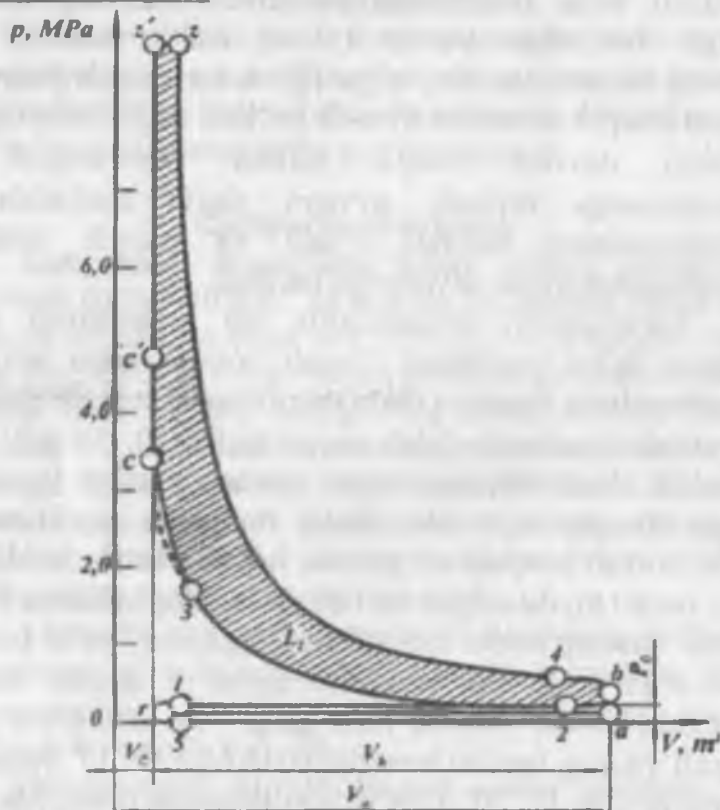
Siqish jarayoni 2 nuqtadan, ya'ni kiritish klapani yopilishi bilan boshlanadi. Ish aralashmasining harorati issiqlik beriladigan yuzalar (silindr, kallak, porshen) ning o'rtacha haroratidan farq qilganligi uchun siqish jarayonida o'zaro issiqlik almashinishi sodir bo'ladi. Siqish jarayonining birinchi davrida issiqlik silindr devorlaridan ish aralashmasiga beriladi, so'ngra siqish natijasida ish aralashmasining harorati o'sadi va issiqlik aksincha. aralashmadan silindr devorlariga beriladi.

Karbyuratorli dvigatellarda ish aralashmasi elektr uchquni bilan yondiriladi. Yonish boshlangandan so'ng ish aralashmasining chaqmoq (iskra) atrofidagi qismi alanganadi va yonish kamerasi bo'ylab yuqori tezlik (30...50 m/s) bilan tarqaladi. Aralashmaning asosiy massasi porshen yu.ch.n.ga yaqin (kengayish boshlanishida) bo'lganda yonib tugasa, ya'ni yonish jarayoni o'zgarmas hajmda ketsa, issiqlikdan juda yaxshi foydalanilgan bo'ladi va siklung indikator F.I.K.i o'rtadi. Buning uchun aralashmani ilgariroq, ya'ni porshen yu.ch.n.ga kelmasdan yondirish kerak (3 nuqta). Bunday sharoitda yonish jarayoni juda qisqa vaqt oralig'ida, ya'ni tirsakli valning burilish burchagi yu.ch.n.ga 10...15° yetmasdan va yu.ch.n.dan 15...20° o'tib ketgan uchastka oralig'ida sodir bo'ladi, bu holda harorat va bosimning tez o'tishi kuzatiladi.

Kengayish jarayoni (ish yo'li)da yonish davom etadi. silindr devorlari bilan issiqlik almashinadi. issiqlikning bir qismi atmosferaga chiqarib yuboriladi. Natijada F.I.K. kamayadi.

Ishlatilgan gazlar chiqarish klapani ochilishi bilan (4 nuqta) tashqariga chiqarila boshlanadi. Bu vaqtda silindr ichidagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan ancha yuqori bo'lganligi uchun, ishlatilgan gazlar juda katta tezlik bilan tashqariga chiqa boshlaydi. Chiqarish jarayoni porshen yu.ch.n.ga yetguncha davom etadi va chiqarish klapani yopilishi bilan tugaydi (5 nuqta). Chiqarish jarayoni uzoq vaqt davom etishiga qaramasdan (~260°) silindrnig ichida

ishlatilgan gazlarning ozroq qismini qoladi va ular qoldiq gazlar koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi.



4.3-rasm. To'rt taktli «nadduv»siz dizelning $p - V$ koordinatalar sistemasidagi indikator diagrammasi

Dizel

Tezyurar dizellarning tirsakli vali $1800...3000 \text{ min}^{-1}$ (yuk avtomobillari) va $4500...5000 \text{ min}^{-1}$ (yengil avtomobillar) chastota bilan aylanadi. Bunday sharoitlarda dizel siklining kechishi juda qisqa muddat ($0,15...0,05 \text{ s}$) larda sodir bo'lishi kerak. Ayniqsa, ish aralashmasini hosil qilish va yonish jarayonlariga katta ahamiyat berish zarur.

To'rt taktli «nadduv»siz dizelning $p - V$ koordinatalar sistemasidagi indikator diagrammasi 4.3-rasmda keltirilgan.

Dizelda kiritish klapani ochilganda (1-nuqta) silindr ichiga faqat havo kiradi, kiritish jarayoni porshen yu.ch.n.dan p.ch.n.ga yetib kelguncha davom etadi va 2-nuqtada, ya'ni klapan yopilishi bilan tugaydi. Karbyuratorli dvigateldagi kabi dizelda ham kiritish klapani yopilishi bilan (2-nuqta) porshen p.ch.n.dan yu.ch.n.ga harakat qilganda silindr ichida siqish jarayoni sodir bo'ladi. Bu vaqtda kiritilgan havo bilan silindr devorlari o'rtasida o'zaro issiqlik almashinishi ketadi. Yonish kamerasiga yonilg'ini purkash porshen yu.ch.n.ga yaqinlashganida (3-nuqta) boshlanadi.

Dizel silindriga yonilg'ini purkash porshen yu.ch.n.ga 10...20° yetmasdan boshlanadi. Bu paytda siqilgan havoning harorati yuqori bo'lib (800...1000 K), purkalgan yonilg'ining zarralari havoga qo'shilishi bilan o'z-o'zidan yona boshlaydi. Purkash ko'pgina hollarda yonish vaqtida tugaydi. Demak, dizelda ish aralashmasini hosil qilish uchun ajratilgan vaqt juda qisqa bo'lib, uni to'g'ri tashkil qila bilish katta ahamiyatga ega. Bunday sharoitda yonilg'i purkash asboblari va havoning uyurma harakatiga bo'lgan talab oshadi.

Yuqori bosimli yonilg'i nasosida siqilgan yonilg'i kichik teshiklari bo'lgan forsunka orqali dizelning yonish kamerasiga mayda zarrachalar holida to'zitib purkaladi. Siqilgan havoning uyurma harakati ta'sirida ish aralashmasi hosil bo'ladi. Kameraning qaysi qismida aralashmaning tarkibi yonishga tayyor bo'lsa, o'sha yerdan yona boshlaydi va tezlikda butun kamera bo'ylab tarqaladi. Silindrga purkalgan yonilg'i ma'lum vaqt o'tishi bilan yona boshlaydi. Bu davr alanganishning kechikish davri deyiladi. Bu davr ichida havo bilan yonilg'i aralashadi va alanganishga tayyorlanadi. Demak, dizelda yonish jarayoni karbyuratorli dvigateldagidek sodir bo'lmaydi. Yonish jarayonida bosim avval juda tez ko'tariladi (c'z' uchastka), so'ngra qisqa vaqt davomida (zz' uchastka) deyarli o'zgarmaydi. Yonish kengayish jarayonida ham davom etadi va bu paytda

karbyuratorli dvigatelda bo'lgani singari yonish mahsulotlari bilan silindr devorlari o'rtasida issiqlik almashinuvi sodir bo'ladi. Demak, bu almashinuvda issiqlikning bir qismi isrof bo'ladi, bir qismi esa atmosferaga chiqib ketadi. Ishlatilgan gazlarning chiqishi chiqarish klapani ochilg anda (4 nuqtada) boshlanib, porshen p.ch.n.dan yu.ch.n.ga kelguncha davom etadi va klapan yopilganda (5 nuqtada) tugaydi.

V BOB. ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA SODIR BO'LADIGAN JARAYONLAR

Dvigatellarning eng katta quvvati, burovchi momenti, uning tejamliligi, yeyilishga chidamliligi va boshqa ish ko'rsatkichlari ayrim sikl davomida sodir bo'ladigan jarayonlarning borish xususiyatiga bog'liq. Dvigatellarning yangi konstruksiyalarini yaratishda tajribalar orqali aniqlangan va dvigatelning ayrim parametrlariga hamda ularda sodir bo'ladigan jarayonlarga ijobiy ta'sir ko'rsatadigan omillarni hisobga olish zarur.

Quyida dvigatellarda sodir bo'ladigan jarayonlar va ularga ta'sir etuvchi omillarning tahlilini ko'rib chiqamiz.

5.1. GAZ ALMASHINISH JARAYONI

Kiritish va chiqarish jarayonlarining tavsiflari

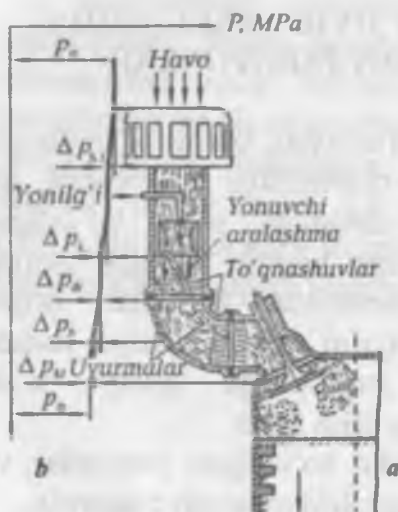
Kiritish jarayonida silindr ichiga yonuvchi aralashma (karbyuratorli dvigatellarda) yoki havo (dizelda) kiritiladi.

Silindr ichiga yonuvchi aralashmani yoki havoni ko'p miqdorda kiritish uchun porshen sekin harakat qilishi, silindrda qoldiq gazlar bo'lmasligi, kiritish klapanlarining kesim yuzalari katta bo'lishi, issiqlik tarqaladigan yuzalarning harorati tashqi muhitning haroratiga teng bo'lishi lozim. Bunday sharoitda silindrga kirgan havo yoki yonuvchi aralashma porshen yu.ch.n.ga yetganida silindr hajmini to'liq egallaydi va uning bosimi hamda harorati atmosferanikiga tenglashadi.

Silindr ichiga kiradigan havo vaznining eng ko'p nazariy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$G_0 = V_s \cdot \rho_0,$$

bu yerda V_s - silindrning to'la hajmi, m^3 ; ρ_0 - havoning normal bosim va haroratdagi zichligi, kg/m^3 .



5.1-rasm. Karbyuratorli dvigatelning kiritish sistemasi bo'ylab zaryad harakatining sxemasi

harorat bilan kiradi. Havo tarkibida hamma vaqt chang zarrachalari bo'ladi va bunday havoni silindrga kiritishdan oldin tozalash zarur. Silindr devorlari, porshen halqalari va boshqa detallarning tez yeyilishiga chang sabab bo'ladi. Havoni changdan tozalash uchun havo tozalagichlar (havo filtrlari) ishlatiladi. Havo tozalagichlarda tozalangan havo karbyurator diffuzoridan katta tezlikda o'tib, to'zitgichdan chiqayotgan yonilg'i bilan aralashadi va yonuvchi aralashma hosil qiladi.

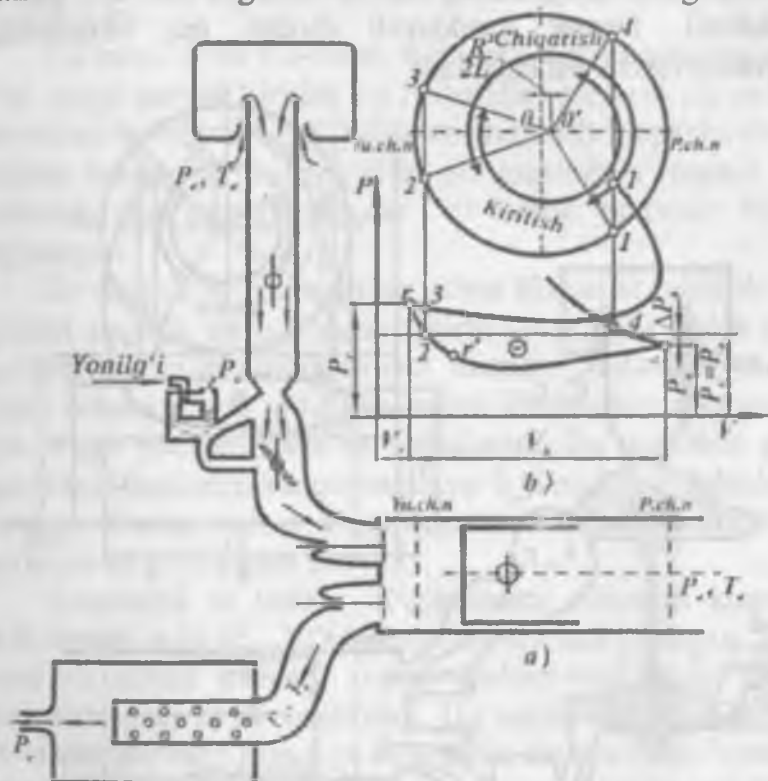
Havo yoki yonuvchi aralashma dvigatelning kiritish sistemasida gidravlik qarshiliklarga duch kelib, girdoblanadi, natijada havoning devorlar bilan ishqalanishi va o'zaro ichki ishqalanishi kuchayadi. Gidravlik qarshiliklar ta'sirida kiritish sistemasidagi havoning bosimi atmosfera bosimidan past ($p_a < p_0$) bo'ladi.

Havo va yonuvchi aralashmaning kiritish sistemasidan o'tayotgan vaqtdagi bosimining o'zgarish xususiyati 5.1-rasm, b da tasvirlangan.

Amalda kiritish jarayonida yuqorida ko'rsatilgan sharoitlarni yaratib bo'lmaydi, chunki real dvigatellarda porshen ma'lum tezlikda harakatlanadi va silindrga albatta qoldiq gazlar bo'ladi.

5.1-rasm, a da to'rt taktli karbyuratorli dvigatelning kiritish sistemasida avval havo, so'ngra yonuvchi aralashmaning harakat sxemasi ko'rsatilgan. Kiritish sistemasiga havo tashqi muhitdan p_0 bosim va T_0

To'rt taktili karbyuratorli dvigatelda va «nadduv»siz dizelda ishlatilgan gazlarni tashqariga chiqarish va yangi zaryadni kiritish (gaz almashinish) jarayonining sxemasi hamda indikator diagrammalari 5.2-rasmda tasvirlangan.



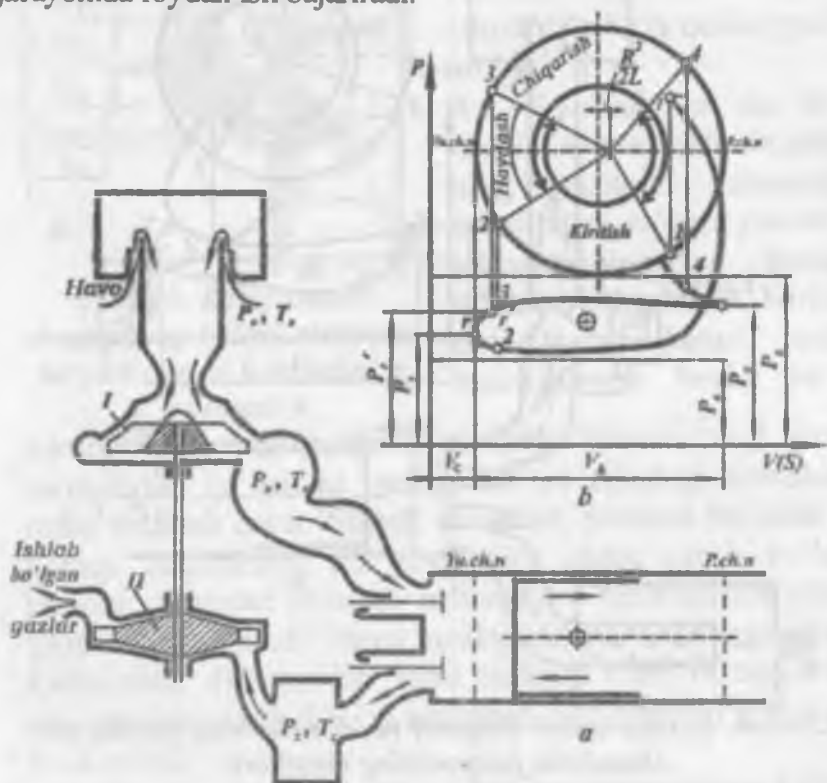
5.2-rasm. Karbyuratorli dvigatel va «nadduv»siz dizelda gaz almashish jarayonining tavsiflari:

a-gaz almashish sistemasining sxemasi; b-gaz almashish jarayonining diagrammasi

«Nadduv»li dizelda havo avval kompressorda p_k bosimgacha siqiladi, natijada uning harorati T_k gacha oshadi. Kompressor esa turbina bilan harakatga keltiriladi. Ishlatilgan gazlar silindrlardan chiqib resserverga kiradi, so'ng resserverdan bir tekisda chiqib turbinani aylantiradi.

$$\frac{H}{2L} = \text{shatun uzunligini hisobga oladigan tuzatma}$$

Ressiverdagi bosim p_r atmosfera bosimi P_0 dan katta, lekin p_a dan kichik bo'ladi, shuning uchun gaz almashinish diagrammasining ko'p qismida chiqarish jarayonini xarakterlovchi 12 g chiziqli kiritish chizig'i $ra4$ dan pastda joylashadi. Demak «nadduv»li dizelda gaz almashinish jarayonida foydali ish bajariladi.



5.3-rasm. To'rt taktili «nadduv»li dizelda gaz almashish jarayonining tavsiflari:

a-gaz turbinali «nadduv»li dvigatelning sxemasi;

b-gaz almashish jarayonining diagrammasi.

I-kompressor; II-gaz turbina

«Nadduv»siz dizelda kiritish jarayonida havo atmosferadan kiradi va gaz almashinish jarayoni 5.2-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Faqat gidravlik qarshiliklar va shunga mos holda Δp_a ning miqdori kichik, ya'ni p_a katta

bo'ladi, chunki dizelda karbyurator va drossel-to'smaqopqoq bo'lmaydi. Shu sababli dizelning to'ldirish koeffitsiyenti karbyuratorli dvigatelnikidan katta bo'ladi.

5.3-rasmda bu jarayon «nadduv»li dizel uchun tasvirlangan.

5.2-rasm, *b* va 5.3-rasm, *b* da gaz taqsimlash fazalari, ya'ni yangi zaryad kiritish va ishlatilgan gazlarni chiqarish jarayonlari tasvirlangan. Kiritish va chiqarish klapanlarining ochilish hamda yopilish paytlari gaz taqsimlash fazalari va indikator diagrammalarida bir xil nomli nuqtalar bilan belgilangan.

Zo'riqishlarni kamaytirish uchun klapanlar ochilish va yopilish paytida sekin harakat qilishi kerak. Aks holda gaz taqsimlash mexanizmlari sinishi mumkin. Silindrni yangi zaryad bilan ko'proq to'ldirish uchun kiritish klapanlarining havo o'tish yuzalari katta bo'lishi kerak. Bu talablarni gaz taqsimlash fazalarini kengaytirish yo'li bilan ham ta'minlash mumkin. Buning uchun klapanlarning ochilish va yopilish paytlarini to'g'ri tanlash lozim.

Avtomobil va traktor dvigatellarida chiqarish klapani porshen p.ch.n.ga $45...70^\circ$ yetmasdan ochiladi (1 nuqta, 5.2-rasm) va silindr ichidagi yonish mahsulotlari katta tezlik bilan tashqariga chiqa boshlaydi. Bu jarayon erkin chiqarish deb atalib, porshen p.ch.n.ga kelguncha davom etadi. Yonish mahsulotlarining qolgan qismi porshen yu.ch.n.ga tomon harakat qilganda haydab chiqariladi va tirsakli val yu.ch.n.dan $2...25^\circ$ o'tganida chiqarish klapani yopiladi (2 nuqta). Bu nuqtada chiqarish jarayoni tugaydi. Kiritish klapani chiqarish jarayonining oxirida porshen yu.ch.n.ga $5...20^\circ$ yetmasdan ochiladi (3 nuqta). Shunday qilib, ma'lum vaqt davomida (3/2 nuqtalar oralig'ida) ikkala klapan ochiq holatda bo'ladi. Klapanlarning bunday ishlashi to'ldirish jarayoniga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Kiritish klapani barvaqt ochilgani uchun silindr ichidagi ishlatilgan gazlar yangi zaryad yordamida

haydaladi. Bundan tashqari, ishlatilgan gazlar haydalganda tezlik bilan tashqariga chiqqani uchun porshen p.ch.n. tomon harakatlansa ham gazlar o'z inersiyasi bilan tashqariga chiqishda davom etadi. Bu payt kiritish klapanlarining ostida siyraklanish hosil bo'lib, silindrga ko'proq zaryad kiradi.

«Nadduv»li dvigatellarda (5.3-rasm, b) kiritish va chiqarish klapanlarining bir vaqtda ochiq bo'lishi yonish kamerasini tozalash uchun yaxshi sharoit yaratadi. Kiritish klapani tirsakli val p.ch.n.dan $30...70^\circ$ o'tganida yopiladi (4 nuqta, 5.3-rasm) va so'ngra siqish jarayoni boshlanadi. Kiritish klapanining bunday kech yopilishi kiritish trubalarida hosil bo'ladigan inersiya kuchlaridan foydalanib, silindrga ko'proq havo yoki aralashma kiritishga imkon beradi.

Gaz almashinish jarayonlarini tavsiflovchi parametrlarni aniqlash

Bosim P_u va P_κ . Kiritish jarayonini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, gidravlik qarshiliklar ta'sirida silindr ichidagi bosim ma'lum vaqtdan so'ng atmosfera bosimi p_0 dan («nadduv»siz dvigatelda) yoki kompressoridagi bosim p_κ dan («nadduv»li dvigatelda) Δp_a miqdorga kamayadi, ya'ni p_a ga teng bo'ladi. Tajribalar ko'rsatishicha, bosimning farqi Δp_a zaryad harakati tezligiga, kiritish sistemasi yuzalarining ishlanish sifatiga, burilishlar mavjudligiga, drossel-to'smaqopqoqning holatiga, aylanishlar chastotasiga bog'liq bo'lib, har xil dvigatellar uchun quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta p_u = (0,01...0,02)p_0, \text{ MPa.}$$

«Nadduv»siz dvigatelda $p_\kappa = p_0$ va $p_a = p_0$ bo'ladi. Hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida kiritish va chiqarish jarayonlari p.ch.n. va yu.ch.n.da tugaydi deb faraz qilinadi. Bu holda silindr ichidagi (a nuqtadagi) bosim «nadduv»li dvigatellar uchun $p_a = p_\kappa - \Delta p_u$ bo'ladi, «nadduv»siz dvigatellar uchun esa $p_u = p_0 - \Delta p_u$ bo'ladi.

Tajribalar ko'rsatishicha, «nadduv»siz to'rt taktli dvigatellarda $p_a = (0,8...0,9) p_0$; «nadduv»li dvigatellarda $p_a = (0,90...0,96) p_0$. Chiqarish jarayoni oxiridagi bosim «nadduv»siz dvigatellar uchun

$$p_r = 0,11...0,125 \text{ MPa bo'ladi.}$$

Demak, kiritish jarayonida silindr ichidagi bosim tashqaridagi bosimdan kichik bo'ladi, shuning uchun silindrga kirgan zaryadning zichligi va, binobarin, massa miqdori ham kam bo'ladi. Silindr ichidagi havoning yoki yonuvchi aralashmaning zichligi xarakteristik tenglamalar orqali quyidagicha topiladi:

$$\rho_a = \frac{p_a}{RT_a} \quad \text{va} \quad \rho_0 = \frac{p_0}{RT_0};$$

bu yerda

$$p - \text{N/m}^2; R - J/(\text{kg} \cdot \text{grad}).$$

Zichliklarning o'zaro bog'lanishi quyidagicha ifodalanadi:

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

Demak, p_0 bosimda va T_0 haroratda zaryadning vazni

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

bo'ladi.

Zaryad vaznining gidravlik qarshiliklar ta'sirida kamayishi

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

Kiritish jarayoni davomida zaryadning qizishi. Dvigatelni ishga tushirishni osonlashtirish uchun silindrga kirayotgan zaryadni ozroq qizdirish talab etiladi. Shu maqsadda chiqarish quvurlari kiritish quvurlariga yaqin joylashtiriladi. Natijada kiritish sistemasida harakatlanayotgan yangi zaryad ma'lum haroratgacha qiziydi.

shu sababli uning vazn miqdori kamayadi. Bundan tashqari, tashqari, yangi zaryadning silindr devorlariga tegib qizishi va yuqori haroratli qoldiq gazlar bilan aralashishi natijasida ham vazn miqdori kamayadi. Dvigatelning ish rejimlarida silindr va kallak $150...200^{\circ}\text{S}$ gacha qiziydi. Tashqi muhitdan kirayotgan havoning harorati kallak va silindr haroratidan ancha kam bo'lgani uchun kiritish jarayonida havo ΔT ga qiziydi, zichligi esa kamayadi. Demak, to'ldirish boshida zaryad qizib, uning harorati

$$T_0' = T_0 + \Delta T$$

bo'ladi.

To'ldirish jarayoni oxirida zaryadning zichligi (gidravlik qarshiliklar va qizishni hisobga olsak) quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_n = \frac{p_n}{RT_0};$$

yoki atmosfera sharoitlariga taalluqli parametrlar orqali ifodalasak:

$$\rho_n = \rho_0 \frac{p_n}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_0'}$$

bo'ladi.

Silindrga kirgan yangi zaryadning miqdori:

$$G = \rho_n V_n \frac{p_n T_0}{p_0 T_0'}$$

Yuqorida keltirilgan sabablarga binoan zaryad vaznining kamayishi:

$$\Delta G = V_n \rho_0 \left(1 - \frac{p_n T_0}{p_0 T_0'} \right)$$

Zaryadning qizish miqdori ΔT dvigatelning yuklamasiga, kiritish jarayonining davomiyligiga, chiqarish quvurlarining joylashishiga va atmosfera havosining haroratiga bog'liq.

Karbyuratorli dvigatellarda yonilg'ini tezroq bug'lantirish maqsadida kiritish quvurlari qizdiriladi. bu yonish jarayonining effektiv o'tishini yaxshilaydi. Ammo, dvigatel silindrini yangi zaryad bilan ko'proq to'ldirish uchun kiritish davrida zaryadni kamroq qizdirishga harakat qilish kerak. Agar zaryad ko'proq qizdirib yuborilsa, silindrni yangi zaryad bilan to'ldirish yomonlashadi. shuning uchun zaryadga faqat yonilg'ini bug'latishga yetarli darajada issiqlik miqdori berish kerak.

Tajribalarning ko'rsatishicha, karbyuratorli dvigatellarda $\Delta T = 0 \dots 20^\circ \text{S}$, dizellarda esa $\Delta T = 0 \dots 40^\circ \text{S}$ bo'ladi.

Silindrdan chiqib ketmagan qoldiq gazlar. Ma'lumki, chiqarish jarayoni davomida ishlatilgan gazlarni haydab chiqarib, yangi zaryad kiritish kerak. Lekin haqiqiy sikllarda gaz taqsimlash fazalarining to'g'ri tanlanganligiga qaramasdan ishlatilgan gazlarning bir qismi, ya'ni qoldiq gazlar silindr ichida qoladi. Bu kamchilik asosan «nadduv»siz dvigateliarga taalluqlidir.

Silindrni yangi zaryad bilan to'ldirish darajasiga ishlatilgan gazlarning ta'siri qoldiq gazlar koeffitsiyenti γ_{qol} bilan tavsiflanadi. Qoldiq gazlar miqdori M_r ning yangi zaryad miqdori M_1 ga bo'lgan nisbati qoldiq gazlar koeffitsiyenti deb ataladi:

$$\gamma_{\text{qol}} = \frac{M_r}{M_1} \quad \text{yoki} \quad \gamma_{\text{qol}} = \frac{G_r}{G_1};$$

bu yerda M_r , G_r - qoldiq gazlar miqdori, kmol va kg; M_1 , G_1 - yangi zaryad miqdori, kmol va kg.

Qoldiq gazlar koeffitsiyentining qiymati dvigatel turiga va asosan, uning siqish darajasiga bog'liq. ε qancha katta bo'lsa, qoldiq gazlar shuncha kam bo'ladi.

To'rt taktli karbyuratorli dvigatellarda siqish darajasi kichik bo'lgani uchun $\gamma_{\text{qol}} = 0.06 \dots 0.10$; «nadduv»siz dizellarda esa $\gamma_{\text{qol}} = 0.03 \dots 0.06$ bo'ladi. Karbyuratorli

dvigatellarning kamchiliklaridan biri shundaki, yuklama kamayishi bilan qoldiq gazlar miqdori oshib to'ldirish va yonish jarayonlari yomonlashadi.

γ_{qol} ning qiymatiga dvigatellarning tezlik rejimi ham ta'sir qiladi. Karbyuratorli dvigatellarda drossel-to'smaqopqoq to'la ochilganda γ_{qol} minimal qiymatga ega bo'ladi. Dvigatelning aylanishlar chastotasi oshishi bilan yangi zaryad miqdori G_1 kamayadi va γ_{qol} ko'payadi.

Gaz almashinish jarayoni oxiridagi harorat. Gaz almashinish jarayonining borishiga yuqorida ko'rib o'tilgan omillar alohida-alohida emas, balki kompleks ta'sir qiladi. To'rt taktli dvigatellarda ishlatilgan gazlarni chiqarish kiritish jarayoni boshlangandan keyin tugallansa ham, yangi zaryad qoldiq gazlarning kengayishi natijasida ular bilan aralashib, silindr devorlariga tegib qiziydi. Bu haroratni issiqlik balansiga asoslanib aniqlash mumkin. Issiqlik balansi yangi zaryad va qoldiq gazlar uchun ularning bir-biri bilan aralashgandan keyingi va aralashmasdan oldingi holatlari uchun tuziladi. Issiqlik balansi shartlariga binoan:

$$Q_{ar} = Q_{uc} + Q_r = C_p \cdot G_1 \cdot T_0 + C_p^* \cdot G_r \cdot T_r = C_{p(ar)} (G_1 + G_r) T_0$$

bu yerda Q_{vaz} - yangi zaryadning issiqlik miqdori; Q_r - qoldiq gazlarning issiqlik miqdori; $C_{p(ar)}$, C_p , C_p^* - ish aralashmasi, yangi zaryad va qoldiq gazlarning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi $C_p = C_p^* = C_{p(ar)}$ deb qabul qilinadi. T_0 - ish aralashmasining kiritish jarayoni oxiridagi harorati.

Tenglamaning o'ng va chap qismlarini G_1 ga bo'lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$T_0 + \frac{G_r}{G_1} \cdot T_r = \left(1 + \frac{G_r}{G_1}\right) \cdot T_0;$$

bu yerda $\frac{G_r}{G_l} = \gamma_{qol}$ ekanini hisobga olsak, u holda kiritish jarayoni oxiridagi harorat quyidagicha aniqlanadi:

$$T_n = \frac{T_0 + \Delta T + \gamma_{qol} \cdot T_r}{1 + \gamma_{qol}}.$$

To'rt taktli karbyuratorli dvigatellarda va «nadduv»siz dizellarda $T_n = 310 \dots 350$ K; «nadduv»li dvigatellarda $T_n = 320 \dots 400$ K.

Tajribalar ko'rsatishicha γ_{qol} va ΔT larning qiymati qancha katta bo'lsa, kiritish jarayoni oxirida zaryadning harorati ham shuncha ortadi. Bu esa silindrga kirayotgan yangi zaryadning zichligini kamaytiradi, natijada to'ldirish koeffitsiyenti va silindrga kirayotgan zaryadning miqdori kamayadi. Chiqarish jarayoni oxiridagi ishlatilgan gazlarning harorati T_r tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Karbyuratorli dvigatellar uchun $T_r = 900 \dots 1000$ K, dizellar uchun esa $T_r = 700 \dots 900$ K.

To'ldirish koeffitsiyenti. Dvigatel silindrini yangi zaryad bilan to'ldirish sifati to'ldirish koeffitsiyenti η_l bilan belgilanadi. Dvigatel silindriga kirgan yangi zaryadning haqiqiy miqdori G_l ning atmosfera sharoitlarida (p_0 , T_0) dvigatelning ish hajmi Y_n ga joylanishi mumkin bo'lgan zaryad miqdori G_0 ga nisbati to'ldirish koeffitsiyenti η_l deb ataladi.

$$\eta_l = \frac{G_l}{G_0}.$$

Hisoblarni soddalashtirish maqsadida bundan keyin suyuq yonilg'ida ishlovchi hamma turdagi dvigatellar uchun yangi zaryadni havodan iborat deb hisoblaymiz.

Yuqorida aytib o'tganimizdek, «nadduv»siz to'rt taktli dvigatellarda kiritish jarayonida havo atmosferadan p_0 bosim va T_0 haroratda so'riladi. «Nadduv»li avtomobil

dvigatellarida havo silindrga kompressor orqali kiritilgan uchun uning bosimi p_k va harorati T_k bo'ladi.

Normal atmosfera sharoitlari uchun $G_o = \frac{p_o V_h}{R_o T_o}$ bo'ladi.

bu yerda R_o - havoning gaz doimiysi.

Silindrga kiritilgan havo va qoldiq gazlarning umumiy miqdorini aniqlash uchun xarakteristik tenglamadan foydalanamiz:

$$G_1 + G_r = \frac{p_o V_a}{R_{ar} T_a}$$

yoki

$$G_1 (1 + \gamma_{qol}) = \frac{p_o V_a}{R_{ar} T_a};$$

bu yerda R_{ar} - ish aralashmasining gaz doimiysi. Odatda $R_{ar} = R_o$ deb qabul qilinadi.

Bu holda to'ldirish koeffitsiyentini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\eta_i = \frac{G_1}{G_o} = \frac{p_a \cdot V_a}{R_{ar} \cdot T_a} \cdot \frac{1}{1 + \gamma_{qol}} \cdot \frac{R_o \cdot T_o}{p_o \cdot V_h}.$$

$\frac{V_a}{V_h} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$ ekanini hisobga olib, η_i ni quyidagicha ifodalaymiz:

$$\eta_i = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_o} \cdot \frac{T_o}{T_a (1 + \gamma_{qol})}.$$

«Nadduv»li dvigatellar uchun $T_o = T_k$ va $p_o = p_k$. Lekin $T_a (1 + \gamma_{qol}) = T_o + \Delta T + \gamma_{qol} T_r$ ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\eta_i = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_o} \cdot \frac{T_o}{T_o + \Delta T + \gamma_{qol} T_r}.$$

To'ldirish koeffitsiyentini aniqroq hisoblash uchun qo'shimcha zaryad kiritish koeffitsiyenti φ_1 ni hisobga olish

zarur, chunki η_r ning ifodasi gaz taqsimlash fazalarini hisobga olmasdan hisoblangan edi. Bu holda to'ldirish koeffitsiyenti quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\eta_r = \varphi_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{p_a}{p_0} \cdot \frac{T_a}{T_a + \Delta T + \gamma_{qol} \cdot T_r};$$

bu yerda $\varphi_1 = 1,05 \dots 1,1$. Dvigatelga qo'shimcha zaryad kiritish, ya'ni kiritish klapanining kechroq yopilish davri qancha katta bo'lsa, φ_1 ham shuncha katta bo'ladi.

To'ldirish koeffitsiyentiga ta'sir qiluvchi omillar

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan ko'rinib turibdiki, to'ldirish koeffitsiyentiga asosan, kiritish jarayoni boshidagi va oxiridagi bosim p_k va p_a lar ta'sir ko'rsatadi. Lekin harorat T_a , zaryadning qizishi ΔT , qoldiq gazlar koeffitsiyenti γ_{qol} , harorat T_r va siqish darajasi ε larning ta'sirini ham hisobga olish zarur. p_a katta bo'lsa, to'ldirish koeffitsiyenti ham katta bo'ladi. Tog'li tumanlarda to'ldirish koeffitsiyenti kichik bo'lishiga asosiy sabab p_0 ning kichikligidir. Bundan tashqari to'ldirish koeffitsiyentiga quyidagilar ta'sir ko'rsatadi: kiritish quvuri ichki yuzasining holati; tirsaklar (burilishlar); havo tozalagichning konstruksiyasi va joylashishi (kapotning ichida yoki tashqarisida); gaz taqsimlash fazalari; atmosferaning harorati va bosimi; qoldiq gazlar miqdori; kiritish quvurining joylashishi.

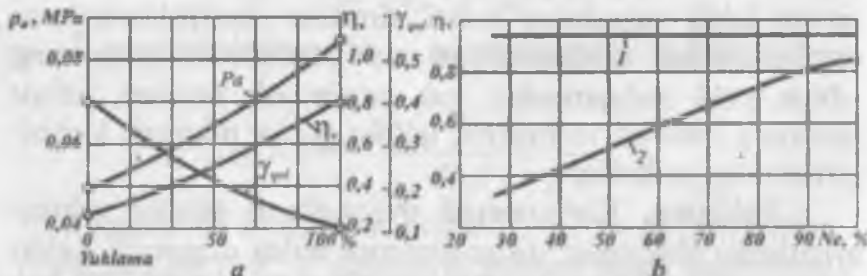
Yuklama. Karbyuratorli dvigatellarda tirsakli valning aylanishlar chastotasi yuklamaga mos holda o'zgaradi. Lekin yuklamaning to'ldirish koeffitsiyentiga ta'sirini tekshirish uchun aylanishlar chastotasi o'zgarmas bo'lishi shart. Sinash standlarida dvigatelning aylanishlar chastotasini reostat yordamida o'zgarmas holda ushlab turiladi. Bu holda yuklama drossel-to'smaqopqoqning holatini o'zgartirish bilan, ya'ni silindrga kiruvchi yonuvchi aralashmaning miqdori bilan o'zgartiriladi.

Dvigatelning o'zgarmas aylanishlar chastotasida eng ko'p quvvat hosil qilish uchun drossel-to'smaqopqoqni to'la ochish kerak. Bunday sharoitda dvigatel silindriga eng ko'p miqdorda yonuvchi aralashma kiradi va to'ldirish koeffitsiyenti maksimal, γ_{qol} esa minimal qiymatga ega bo'ladi.

Dvigatel kichik yuklamada ishlashi uchun drossel-to'smaqopqoq kam ochiladi. Bunda kiritish sistemasidagi gidravlik qarshiliklar ko'payib, p_a bosim pasayadi, natijada to'ldirish koeffitsiyenti ham kamayadi.

Karbyuratorli dvigatelning yuklamasiga bosim p_a , qoldiq gazlar koeffitsiyenti γ_{qol} va to'ldirish koeffitsiyenti η_1 ning bog'liqligi 5.4-rasm, a da ko'rsatilgan.

Dizelning yuklamasini o'zgartirish uchun silindrga ma'lum miqdorda yonilg'i purkash kerak. Dizellarning kiritish sistemasida silindrga kelayotgan havo miqdorini o'zgartiruvchi hech qanday moslama yo'q. Shuning uchun dizellarda tirsakli valning aylanishlar chastotasi o'zgarmas bo'lsa, kiritish sistemasidagi gidravlik qarshiliklar ham o'zgarmay qoladi. 5.4-rasm, b da turli dvigatellar uchun yuklamaning to'ldirish koeffitsiyentiga ta'siri ko'rsatilgan.

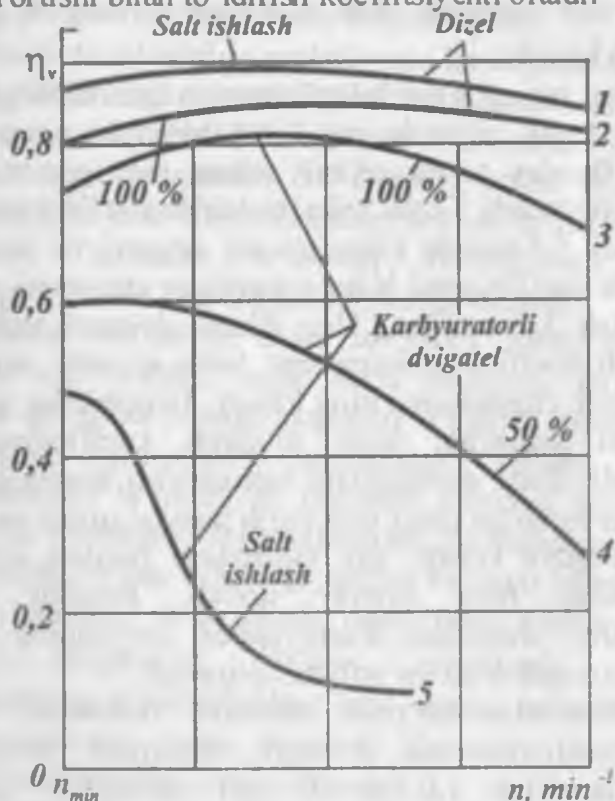


5.4-rasm. To'ldirish koeffitsiyentining yuklamaga bog'liqligi:
a) p_a , γ_{qol} va η_1 larning grafigi; b) 1- to'rt tukli D=108 dizeli
($n=1050 \text{ min}^{-1}$); 2- karbyuratorli ZIL-130 dvigateli
($n=1000 \text{ min}^{-1}$)

Dizellarda yuklama ortishi bilan to'ldirish koeffitsiyentining qiymatiga (1 chiziq) faqat havoning

qizishi ΔT ta'sir qiladi. Bunda to'ldirish ko'effitsiyentining qiymati biroz kamayadi. Dizellarda η_r ning bunday o'zgarishi quyidagicha tushuntiriladi: yuklama ortishi bilan silindr devori, porshen tubi, silindrlar kallagining harorati ham ortadi. Bu esa o'z navbatida silindrga kirayotgan havoni ko'proq qizishiga olib keladi va natijada to'ldirish ko'effitsiyenti bir oz pasayadi.

Karbyuratorli dvigatellarda esa (2 chiziq) aksincha, yuklama ortishi bilan to'ldirish ko'effitsiyenti ortadi.



5.5-rasm. Dvigatel tirsakli vali aylanishlar chastotasining η_r ga ta'siri

Aylanishlar chastotasi. Dvigatelning kiritish susterasidagi zaryadning harakat tezligi aylanishlar chastotasi (n) ga bog'liq bo'lib, n qancha katta bo'lsa,

zaryadning tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Lekin bu holda gidravlik qarshiliklar ko'payib, p_a bosim pasayadi. Zaryadning harakat tezligi qancha katta bo'lsa, Δp_a ham shuncha katta bo'ladi, bu esa p_a bosimning pasayishiga olib keladi. Xuddi shunday hol chiqarish sistemasida ham kuzatiladi. Aylanishlar chastotasi ortishi bilan qoldiq gazlar bosimi p_r va uning miqdori M_r ortadi.

Tezlik rejimi ortganda ΔT (zaryadni qizdirish) kamayadi, chunki zaryadning issiq devorga tegib harakat qilish vaqti qisqaradi. Shu sababdan ΔT ning η_r ga ta'siri nisbatan kamdir.

Har bir dvigatel ekspluatatsiya sharoitlariga qarab, ma'lum tezlik rejimida eng katta burovchi moment hosil qiladi. Bunday tezlik rejimi uchun mos gaz taqsimlash fazalari tanlanadi. Tezlik rejimi to'ldirish ko'effitsiyentiga ta'sir ko'rsatadi. 5.5-rasmda karbyuratorli dvigatel va dizel uchun to'ldirish ko'effitsiyenti bilan aylanishlar chastotasi orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. Har ikkala dvigatel uchun ham to'ldirish ko'effitsiyentining eng katta qiymati ma'lum bir aylanishlar chastotasiga mos keladi. Dvigatelning aylanishlar chastotasi kamayishi bilan to'ldirish ko'effitsiyenti ham kamayadi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin: zaryad silindr devorlariga uzoq vaqt tegib harakat qiladi va natijada ortiqcha qizib ketadi; gaz taqsimlash fazalari aylanishlar chastotasiga mos kelmay qoladi. Bundan tashqari, aylanishlar chastotasi kamayganda zaryadning porshen halqalari orqali o'tib yo'qolishi ko'payadi.

5.5-rasmdan ko'rinib turibdiki, dizellarda to'ldirish ko'effitsiyenti (1 va 2 egri chiziqlar) karbyuratorli dvigatellarnikiga (3, 4, 5 egri chiziqlar) qaraganda birmuncha yuqori bo'lib, tezlik va yuklamaga qarab kam o'zgaradi.

Karbyuratorli dvigatellarning asosiy kamchiliklaridan biri shuki, drossel-to'smaqopqoq berkitila borishi bilan (yuklama kamayganda) qarshiliklar oshib, to'ldirish ko'effitsiyenti tez

kamayib ketadi (4 va 5 egri chiziqlar). Karbyuratorli dvigatellarda to'ldirish ko'effitsiyentining aylanishlar chastotasiga bunday bog'liqligi natijasida yuklama pasayishi bilan tirsakli valning maksimal aylanishlar chastotasi qiymati cheklanadi, ya'ni dvigatel haddan tashqari katta tezlikda ishlashdan saqlanadi va eng kam aylanishlar chastotasida dvigatelning salt ishlashi ta'minlanadi.

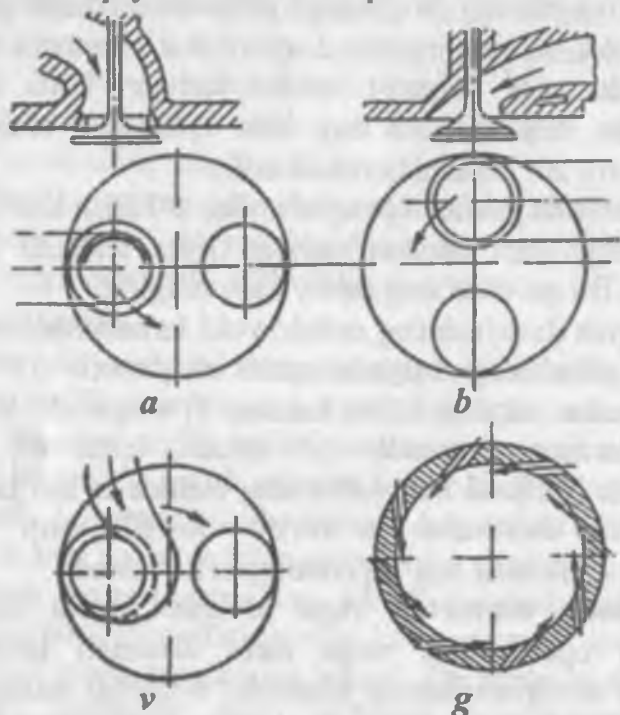
Dizellarda yuklama pasayishi bilan to'ldirish ko'effitsiyenti oshib ketib, dizel haddan tashqari katta tezlikda ishlashi mumkin. Bu esa dizelning asosiy kamchiligidir.

Siqish darajasining ortishi yoki kamayishi natijasida dvigatel silindridagi zaryadni qizdirish sharoiti ΔT hamda qoldiq gazlar miqdori M , va harorati T , o'zgaradi. Masalan, siqish darajasi ortganda ΔT ortadi, lekin M , va T , kamayadi. Natijada bu omillarning alohida ta'siri bir-birini yo'qotadi. Tajribalar to'ldirish ko'effitsiyenti siqish darajasiga umuman bog'liq emasligini ko'rsatadi.

Silindr diametri. Agar dvigatel katta diametrli silindrga ega bo'lsa, unga katta diametrli kiritish va chiqarish quvurlari hamda klapanlar o'rnatish mumkin. Bu esa kiritish jarayonida zaryadning kichik tezlikda harakatlanishini ta'minlaydi. Natijada gidravlik qarshiliklar kamayib, to'ldirish ko'effitsiyenti oshadi. Porshenning o'rtacha tezligi kichik bo'lsa, silindrga zaryad ko'proq tushadi. Shu sababdan porshen yo'li silindr diametridan kichik bo'lgan ($S/D < 1$) dvigatellar ko'proq ishlatiladi. Bunday dvigatellarning afzalliklaridan biri shuki, nisbatan katta silindrlar kallagiga katta diametrli klapanlarni joylashtirib, to'ldirish ko'effitsiyentini oshirish mumkin.

5.6-rasmda karbyuratorli dvigatellar va dizellarning kiritish klapanlari, kanallarining tuzilish sxemalari hamda aylanma harakat hosil qilish usullari ko'rsatilgan. Klapanlar yuqorida joylashtirilganda va ularga mos kiritish kanallari tanlanganda yangi zaryad bir tekisda kirishi ta'minlanadi. Klapanlar yuqorida

joylashganda gidravlik qarshiliklar kamayib, to'ldirish ko'effitsiyenti ko'payadi. Bundan tashqari maxsus shaklli kiritish



5.6-rasm. Zaryadning aylanma harakatini hosil qiluvchi moslamalar:

a-klapanda to'siq bo'lgan kanal; *b*-tangensial kanal;
v-«chig'anoq» shaklli kanal; *g*-tangensial teshikli gilza

kanallari ish aralashmasining silindr ichida yo'naltirilgan harakatda bo'lishi uchun imkoniyat yaratadi. Bu esa aralashtirish jarayonlarini yaxshi tashkil qilishga olib keladi. Gaz taqsimlash fazalarining to'ldirish ko'effitsiyentiga ta'siri φ_1 va φ_2 ko'effitsiyentlar orqali belgilanadi. Bu holda η_1 quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\eta_1 = \varphi_1 \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_w} \cdot \frac{T_w}{T_w + \Delta T + \gamma_{\text{qot}} \cdot T_c}$$

yoki

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

bo'ladi, bu yerda φ_1 - qo'shimcha zaryad kiritish koeffitsiyenti, porshenning p.ch.n.dan yu.ch.n.ga tomon harakati davomida kiritish klapani yopilguncha silindr ichiga tushgan qo'shimcha zaryadning miqdorini hisobga oladi (5.2-rasm, a; 4 chiziq). φ_2 - silindri havo yordamida qoldiq gazlardan tozalash koeffitsiyenti. Bu koeffitsiyent porshen yu.ch.n. atrofida bo'lganida (ikkala klapaning baravariga ochiq holatida) silindr qo'shimcha tozalanishini hisobga oladi.

5.1-jadval

Avtomobil dvigatellarining gaz taqsimlash fazalari

	Kiritish klapani		Chiqarish klapani		Ochiq holatning davomiylik, grad		Klapanlarning baravariga ochiq holati, grad
Dvigatellar	Ochilishning boshlanishi yu.ch.n.gacha	To'liq yopilishi, p.ch.n.dan	Ochilishning boshlanishi yu.ch.n.gacha	To'liq yopilishi, p.ch.n.dan so'atg	Kiritish klapani	Chiqarish klapani	
Karburatorli dvigatellar							
GAZ-53	24°	64°	50°	12°	268°	252°	46°
ZIL-111	16°	64° 50°	52°	29°	260° 50°	271°	45°
ZIL-130	31°	83°	67°	47°	294°	294°	78°
ZIL-375	16°	71°	52°	35°	267°	267°	51°
GAZ-24	12°	60°	54°	18°	252°	252°	30°
GAZ-21	24°	64°	58°	30°	268°	268°	54°
MZMA-408	21°	55°	57°	19°	256°	256°	40°
MZMA-412	30°	70°	70°	30°	280°	280°	60°
McMZ-966	10°	46°	46°	10°	236°	236°	20°
VAZ-2101 va	12°	40°	42°	10°	232°	232°	22°
VAZ-2103							
TIKO	12°	38°	46°	10°	230°	236°	22°
Dizellar							
YAMZ-236 va							
YAMZ-238	20°	56°	56°	20°	256°	256°	40°
YAMZ-240	20°	40°	66°	20°	246°	266°	40°
A-01, A-41 va							
A-01 M	20°	50°	50°	20°	250°	250°	40°
D-37 YE	16°	40°	40°	10°	236°	236°	32°
SMD-14	17°	56°	56°	17°	253°	253°	54°

To'rt taktli dvigatellar uchun qoldiq gazlar koeffitsiyentini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\gamma_{qol} = \frac{T_o + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon p_a - p_r}.$$

Aylanishlar chastotasi keng chegarada o'zgaruvchi avtomobil dvigatellarining turli tezlik rejimlarida tajriba yo'li bilan tanlangan gaz taqsimlash fazalari to'ldirish koeffitsiyentining maqbul qiymatlarini olishga imkon bermaydi. Shu sababdan gaz taqsimlash fazalari tanlanadigan aylanishlar chastotasi dvigatelni ekspluatatsiya qilishga qo'yiladigan talablarga bog'liq bo'ladi.

5.1-jadvalda ayrim avtomobil va traktor dvigatellari uchun gaz taqsimlash fazalari keltirilgan.

Gazlarning tebranma harakati. Kiritish va chiqarish jarayoni davomida quvurlarda gazlarning tebranma harakati vujudga kelib, bosim to'liqlari hosil bo'ladi. Gazlarning tebranma harakatidan silindrga kirayotgan yangi zaryad massasini ko'paytirish uchun foydalaniladi. Masalan, chiqarish quvurining uzunligini shunday tanlash mumkinki, bunda chiqarish jarayoni oxirida chiqarish sistemasida siyraklik hosil bo'ladi, silindrdan ishlatilgan gazlarning ko'p qismi chiqib ketadi va natijada u kamayadi. Shunda dvigatel silindriga yangi zaryad ko'proq kiradi. Kiritish quvurining uzunligini ham shunday tanlash mumkinki, bunda kiritish klapani oldidagi bosim kiritish jarayonida atmosfera bosimidan yuqori bo'lib qoladi, silindrga esa ko'proq yangi zaryad kiradi.

Silindrga kirayotgan yangi zaryad vaznini bunday ko'paytirish usuli «inersion nadduv» deyiladi. Bunday dvigatellarda to'ldirish koeffitsiyenti $\eta_i > 1$ bo'ladi.

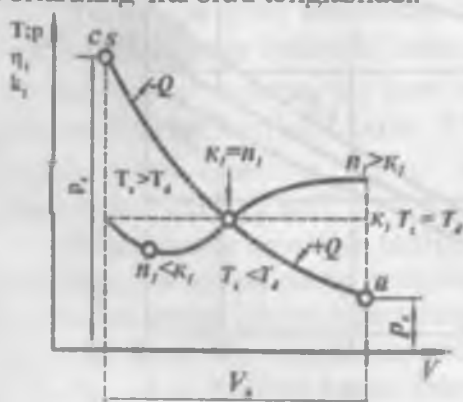
5.2. SIQISH JARAYONI

«Nadduv»li va «nadduv»siz to'rt taktli dvigatellarda kiritish klapanlari berkitilgandan keyin, ikki taktli

dvigatellarda esa gaz almashuv jarayoni tugagandan so'ng porshen silindrda yu.ch.n.ga tomon harakat qilganda siqish jarayoni sodir bo'ladi. Silindrga kirgan yangi zaryadning harorati va bosimi siqish natijasida ortadi. Siqish darajasi karbyuratorli dvigatellarda detonatsiyali yonishning paydo bo'lishi bilan, dizellarda esa dizel yonilg'isining o'z-o'zidan alangalanish harorati bilan cheklangan bo'ladi. Shu sababli siqish jarayoni oxirida zaryadning harorati va bosimi ma'lum chegarada bo'ladi. Dizellarda siqish jarayoni oxirida harorat va bosimning oshishi bilan siklning unumdorligi oshadi hamda issiqlikdan foydalanish yaxshilanadi.

Siqish jarayoni oxirida silindrdagi zaryadning uyurma harakatini tezlashtirish uchun yonish kamerasi, kiritish kanallari va klapanlari maxsus shaklda tayyorlanadi. Haqiqiy siklida siqish jarayonining sodir bo'lish xususiyati 5.7-rasmda ko'rsatilgan.

Siqish jarayonining birinchi davrida zaryadning harorati silindr devorlari, kallagi va porshen tubining haroratidan past bo'lgani uchun zaryad qiziydi. Porshenning yu.ch.n.ga tomon harakati davomida zaryad tobora ko'proq siqiladi va uning harorati T_z hamda silindr devorlarining o'rtacha harorati T_d orasidagi farq kamayib boradi. Siqish jarayonining ma'lum bir nuqtasida zaryad va silindr devorlarining harorati tenglashadi.



5.7-rasm. Haqiqiy siklida siqish jarayonining xarakteristikasi

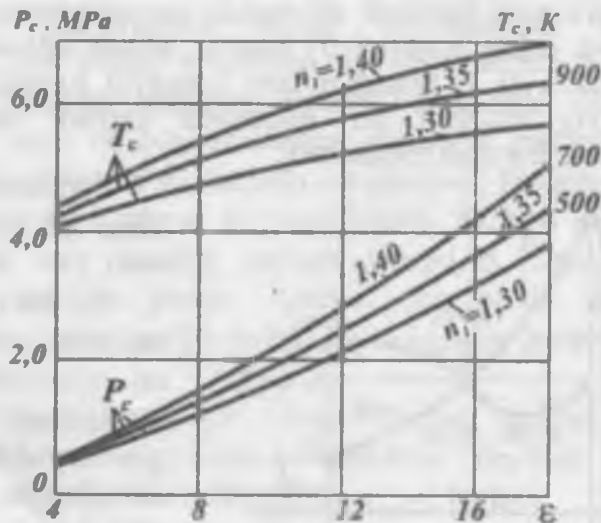
Porshenning keyingi yu.ch.n ga tomon harakatida $T_z > T_d$ bo'lib qoladi. natijada issiqlik oqimi o'z yo'nalishini o'zgartiradi va siqilgan zaryaddan silindr devorlariga issiqlik o'ta boshlaydi. Zaryad haroratining o'zgarishiga mos ravishda politropa

ko'rsatkichi ham o'zgaradi. Siqishning birinchi davrida $n_1 > k$, ikkinchi davrida $n_1 = k$, uchinchi davrida esa $n_1 < k$ bo'ladi. Lekin hisoblashlarda o'zgaruvchan politropa ko'rsatkichi ishlatilmasdan, uning o'rtacha qiymati qo'llaniladi. Bu holda siqish jarayoni oxiridagi (S nuqtada) harorat va bosimni politropa tenglamasi $pV^{n_1} = \text{const}$ orqali aniqlash mumkin:

$$p_c = p_a \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1} \text{ va } T_c = T_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_c} \right)^{n_1-1},$$

ammo $\frac{V_a}{V_c} = \varepsilon$ bo'lgani uchun $p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1}$ va $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1}$ bo'ladi.

5.8-rasmda siqish jarayoni oxiridagi bosim p_c va harorat T_c ning ε va n_1 ga bog'liqligi tasvirlangan. Ichki yonuv dvigatellarida o'llaniladigan siqish darajalari ε , siqish jarayoni oxiridagi bosim, harorat hamda politropa ko'rsatkichi n_1 5.2-jadvalda keltirilgan.



5.8-rasm. Siqish jarayoni oxiridagi bosim p_c va harorat T_c ning ε ga bog'liqlik grafigi (n_1 ning hap xil qiymatlarida)

Dvigatel turi	ε	n_1	P_c , MPa	T_c , K
Karbyuratorli Dizellar:	6-9	1,3-1,37	0,57-1,6	600-750
ajratilmagan kamerali	16-17	1,34-1,38	3,88-5,88	800-1050
ajratilgan kamerali	18-21	1,34-1,40	2,81-4,20	700-900
Gazda ishlaydigan	5-10	1,3-1,37	0,55-1,4	480-650

5.3. UCHQUN BILAN O'T OLDIRILADIGAN DVIGATELLARDA YONISH JARAYONI. UMUMIY MA'LUMOTLAR

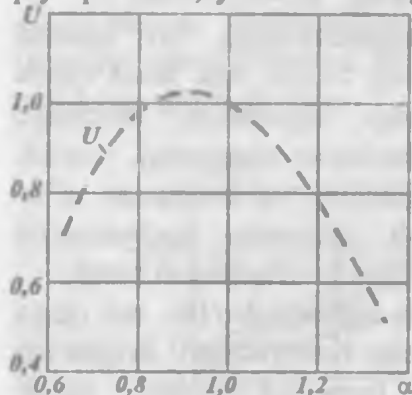
Ichki yonuv dvigatellarining yonish kamerasida ish aralashmasi yonganida yonilg'ining kimyoviy energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi va natijada mexanik ish bajariladi. Bunday o'zgarishlar porshen yu.ch.n. atrofida bo'lganida, ya'ni ma'lum vaqt oralig'ida yuz beradi.

Yonish jarayonining samaradorligiga bir qancha omillar, jumladan, aralashmaning tarkibi, uni hosil qilish usuli va yonilg'i yondirishni ilgarilatish burchagi, dvigatelning yuklamasi va aylanishlar chastotasi, yonish kamerasining shakli, siqish darajasi va boshqalar ta'sir etadi. Shuning uchun yonish jarayonini karbyuratorli dvigatellar va dizellar uchun alohida ko'rib chiqish kerak.

Yonish jarayoni murakkab reaksiya bo'lib, uni qisqa vaqt ichida amalga oshirish lozim. Karbyuratorli dvigatelda uchqun, ish aralashma ma'lum haroratga yetganda, siqish jarayoni oxirida berilishi kerak. Chunki yuqori haroratlarda yonish reaksiyalarining tezligi ortadi va yonish jarayoni qisqa vaqt ichida tugaydi.

Alanganing tarqalish tezligi yonuvchi aralashmaning tarkibiga, ya'ni havoning ortiqlik koeffitsiyentiga bog'liq. Benzin va gazda ishlaydigan dvigatellarda yonish jarayoni mo'tadil kechishi uchun havoning ortiqlik koeffitsiyenti $a=0,7 \dots 1,2$ bo'lishi kerak. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti bu miqdordan oshib yoki kamayib ketsa, ish aralashmasi

yonmaydi, chunki yonish uchun sharoit yaratilmaydi. Alanga tarqalishining yuqori konsentratsion chegarasi deb, aralashmani yondirishga imkon beruvchi havo ortiqlik koeffitsiyentining eng kichik qiymati $\alpha_{\min}$ ga aytiladi. Aralashmani yondirishga imkon beruvchi havo ortiqlik koeffitsiyentining eng katta qiymati $\alpha_{\max}$ alanga tarqalishining quyi konsentratsion chegarasi deb ataladi. Uglevodorodli yonilg'ilarda $\alpha = 0,85 \dots 0,9$ bo'lganda alanganing tarqalish tezligi eng yuqori qiymatga erishadi. 5.9-rasmda misol tariqasida propan alangasining tarqalish tezligi α ga bog'liq holda ko'rsatilgan. GraF.I.K.dan ko'rinadiki, α ning miqdori maqbul (optimal) qiymatdan ohsa yoki kamaysa, alanga-ning tarqalish tezligi bir oz pasayadi. Ish aralashmasi juda suyuqlashsa yoki quyuqlashsa, yonish tezligi keskin kamayib ketadi.



5.9-rasm. Alanga frontining tarqalish tezligi (propan-havo)

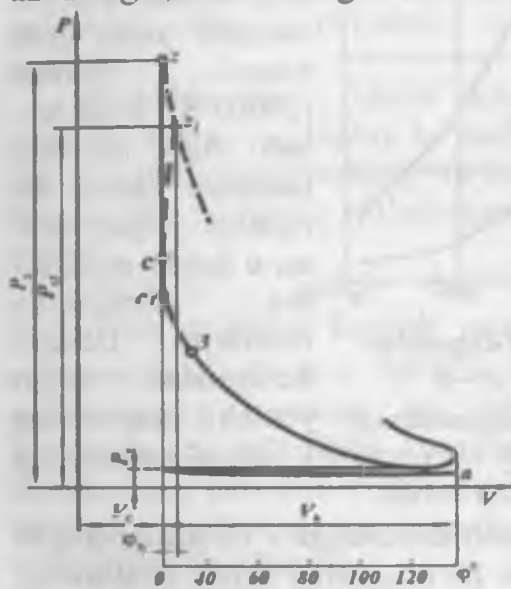
Yonish tezligi haroratning kvadratiga proporsional ravishda oshadi, bosim ko'tarilganda esa bir oz pasayadi.

Uchqun bilan o'tildiriladigan dvigatellarda yonuvchi aralashma, gaz yoki benzin bug'laridan va havodan tashkil topgan bo'lib, uni alangalanuvchanlik chegarasidan tashqarida

yondirib bo'lmaydi. Ish aralashmasida qoldiq gazlar ko'p bo'lsa, alangalanuvchanlik chegaralari qisqaradi. Shuning uchun, karbyuratorli dvigatellarning yuklamasi o'zgarganda yonilg'i va havoning miqdorini shunday o'zgartirish kerakki, natijada har qanday yuklamada ham yonuvchi aralashma alangalanuvchanlik chegarasida bo'lsin. Karbyuratorli dvigatellarda silindrga berilayotgan yonuvchi aralashmaning tarkibi va miqdori drossel-

to'smaqpqqoqning holati bilan belgilanadi. Dvigatel kam yuklama bilan ishlasa (avtomobilni yurgizib yuborishda, kichik tezlikda harakat qilishda), drossel-to'smaqpqqoq berkitiladi, natijada aralashma quyusqlashadi. Bu esa dvigatelning tejamliligini pasaytiradi va issiqlikdan foydalanishni yomonlashtiradi.

5.10-rasmda p - V koordinatalar tizimida karbyuratorli dvigatel uchun yonish jarayonining indikator diagrammasi tasvirlangan, ushbu siklga mos bo'lgan nazariy sikldagi



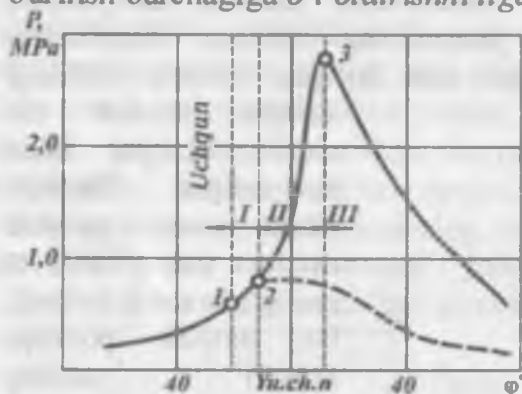
5.10-rasm. Karbyuratorli

dvigatelning indikator diagrammasi

chiziq $V=const$ chizig'idan ko'p chetlashmaydi. Yonish jarayonini p - V koordinatalar tizimida ko'rib chiqish qiyin, shuning uchun bu jarayonni p - ϕ koordinatalar tizimida ko'rib chiqish ancha qulaydir. Yonish jarayonining bunday diagrammalari bosim indikatori yordamida dvigatellarni sinash paytida yozib olinadi. 5.11-rasmda karbyuratorli dvigatelning indikator diagrammasi siklning xarakterli nuqtalari bilan ko'rsatilgan. Yonish kamerasiga elektr uchquni berilmagan holdagi kengayish jarayoni shtrix chiziq

issiqlik uzatish esa shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Haqiqiy siklda yonish jarayoni ma'lum vaqt (0,001 s) oralig'ida sodir bo'ladi, bu davrda porshen tirsakli valning $\phi_{v1} = 10..20^\circ$ burchakka burilishiga mos yo'lni bosadi. Diagrammadan ko'rinib turibdiki, yonish davrida (tirsakli val 20° ga burilganda) yonish jarayonini xarakterlovchi c_1, z_1

bilan ko'rsatilgan. Yonish natijasida ajralib chiqqan issiqlikdan unumli foydalanish uchun ish aralashmasini porshen yu.ch.n. yaqinida bo'lganida tez yonishini ta'min-lash zarur. Buning uchun yonish kamerasiga elektr uchquni porshen yu.ch.n.ga bir necha gradus yetmasdan berilishi kerak. Tirsakli valning uchqun berilgan paytdan yu.ch.n.gacha burilish burchagiga *o't oldirishni ilgari-latish* burchagi,



5.11-rasm. Karbyuratorli dvigutelda yonish jarayonining $p - \varphi$

koordinatalar tizimidagi diagrammasi boshlanishiga kimyoviy tayyorgarlik uchun sekundning mingdan bir ulushicha vaqt kerak.

Elektr uchquni yonish kamerasiga 1 nuqtada berilgan bo'lsa ham, alanga paydo bo'lmaganligi uchun bosimning 1 nuqtadan 2 nuqttagacha ko'tarilishi uchqun berilmagan holdagidek yuz beradi. 2 nuqtada ko'zga ko'rinadigan alanga paydo bo'ladi, bosim esa sezilarli darajada tez ko'tarila boshlaydi. Bu paytda alanga yonish kamerasi bo'ylab tez tarqalishi natijasida ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori juda tez ko'payadi, bu esa bosim va haroratning bir necha marta ko'tarilishiga olib keladi. Siklning harorati o'zining eng katta qiymatiga eng katta bosimda emas, balki bir oz keyinroq erishadi. Bunga asosiy sabab shuki, shiddatli yonish jarayoni bosim eng katta qiymatiga erishgandan keyin ham davom etadi. Lekin porshenning p.ch.n.ga tomon

deyiladi va φ_{yo} bilan belgilanadi. Uchqun chiqqan joyda juda yuqori harorat (10000°S) hosil bo'ladi. Agar ish aralashmasi yonish darajasiga yetgan bo'lsa, u holda aralashma alangalana boshlaydi. Uchqun berilgandan keyin

yonish jarayonining

harakatlanishi va gazlarning kengayishi natijasida bosim kamayadi.

Yonish jarayonining turli davrlarida olingan fotosuratlar kamerada yongan va yonmagan aralashmani ajratib turuvchi - nurlanuvchi kontur borligini ko'rsatadi. Alanga fronti, deb nomlangan bu kontur yonish reaksiyalari rivojlanayotgan aralashmaning yupqa qatlamidan iborat.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarning yonish jarayonini shartli ravishda uchta fazaga bo'lish mumkin:

Birinchi faza - elektr uchquni berilgan paytdan boshlab, bosimning birdan ko'tarilishigacha o'tgan davr. Bu faza yonishning boshlang'ich fazasi deb ataladi. Birinchi faza vaqtida yonuvchi aralashmaning taxminan 6-8 foizi yonadi.

Ikkinchi - asosiy faza - bosimning birdan ko'tarilish paytidan boshlab maksimal $p_{\max}$ qiymatiga erishguncha o'tgan davr. Ikkinchi faza davomida yonuvchi aralashmaning taxminan 80 foizi yonadi. Bu davrda bosimning tez ko'tarilishi kuzatiladi. Yonish jarayonining shiddatlilikligi deb ataluvchi kattalik K tirsakli valning har bir gradus burilishiga to'g'ri keladigan bosimning ko'tarilish tezligi bilan tavsiflanadi.

$$K = \frac{\Delta p}{\Delta \varphi}; \text{ MPa/grad};$$

bu yerda Δp - bosimlar ayirmasi.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda yonish jarayoni shiddatlilikligining o'rtacha qiymati $K=1...2 \text{ bar/grad} = 0.1...0.2 \text{ MPa/grad}$ ga teng.

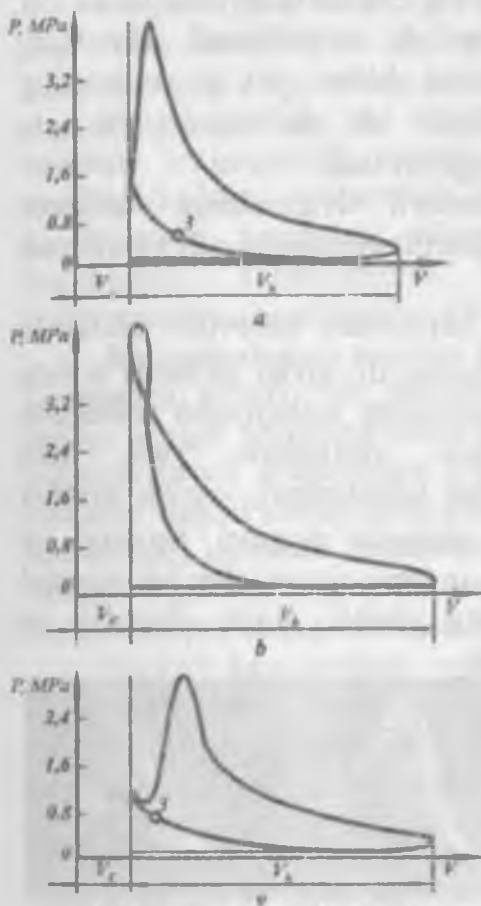
Uchinchi faza - bosim maksimumga erishgan paytdan yonilg'ining yonib tugashigacha bo'lgan davr. Yonish jarayoni to'g'ri uyushtirilgan karbyuratorli dvigatellarda uchinchi fazaning davom etish davri katta emas va kengayish jarayonining o'rtalarida tugaydi.

5.3.1. YONISH JARAYONIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

O't oldirishni ilgarilatish burchagi. Issiqlikdan foydalanishning samaradorligini oshirish uchun ish aralashmasining asosiy qismi kengayish vaqtida yu.ch.n.ga yaqin yerda yonishi kerak. Bu holda elektr uchquni ilgariroq, ya'ni porshen yu.ch.n.ga bir necha gradus yetmasdan berilishi kerak.

5.12-rasm, *a*, *b* va *v* da karbyuratorli dvigatellar uchun o't oldirishni ilgarilatish burchaklarining turli qiymatlaridagi indikator diagrammalar ko'rsatilgan. Bu diagrammalarni olishda dvigatelning aylanishlar chastotasi va drossel-to'smaqopqoqning holati o'zgarmas bo'lgan. Yuqorida aytib o'tilganidek, dvigatelning har bir ish rejimi uchun yondirishni ilgarilatish burchaklari to'g'ri aniqlangan bo'lishi lozim. 5.12-rasm, *a* da tasvirlangan diagrammadan ko'rinib turibdiki, yondirishni ilgarilatish burchagi to'g'ri tanlangan. Uchqun o'z vaqtida berilishi natijasida yonish jarayonining yu.ch.n. yaqinida (kengayishning boshlanish davrida) tugallanishi ta'minlanadi. Natijada dvigatel eng yuqori quvvatga erishadi va tejamli ishlaydi.

Agar yondirishning ilgarilatish burchagi qandaydir sababga ko'ra kattalashib ketsa (5.12-rasm, *b*), yonish jarayoni porshen yu.ch.n.ga yetib kelmasdan sodir bo'ladi, natijada bosim birdan ko'tariladi va o'zining eng yuqori qiymatiga siqish jarayonida, porshen yu.ch.n.ga yetmasdan erishadi. Porshenning bundan keyingi harakati natijasida bosim kamayib yu.ch.n. yaqinida kengayish jarayonida «halqa» hosil bo'ladi va uning shtrixlangan yuzasi unumsiz sarflangan ishni ko'rsatadi. Natijada dvigatelning quvvati kamayib ketadi va tejamsiz ishlaydi. Ilgarilatish burchagi ortiqcha kattalashib ketsa, tartibsiz, detonatsiyali yonish sodir bo'lib, dvigatel «taqillab» ishlaydi.



5.12-rasm. O't oldirishni ilgarilatish burchagining karbyutorli dvigatelning indikator diagrammasiga ta'siri

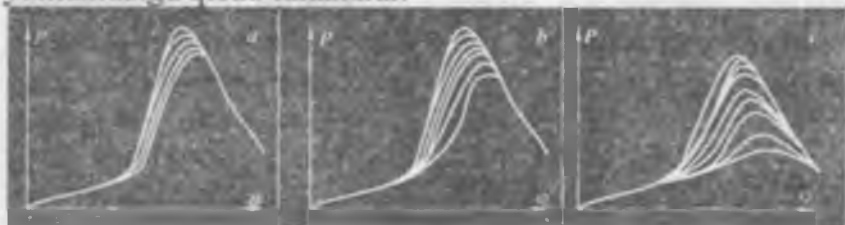
Yondirishning ilgarilatish burchagi kich-rayib ketsa (5.12-rasm, v) yonish jarayoni kengayish vaqtida, ya'ni porshen yu.ch.n.dan ancha uzoqlashgan paytda sodir bo'ladi. Natijada dvigatelning quvvati, tejamli-ligi yomonlashadi. ishlatilgan gazlarning harorati ko'tariladi va dvigatel qizib ketadi. Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellar uchun yondirishni ilgarilatish burchagining eng qulay qiymati tormozlash stendida dvigatelni sinab tanlanadi. Yondirishni ilgarilatish burchagi ish aralashmasining haroratiga, uyur-ma harakatiga, tarkibi-ga, dvigatelning ish rejimlariga bog'liq.

Ish aralashmasining tarkibi. Ish aralashmasining tarkibi havoning ortiqlik koeffitsiyenti bilan belgilanadi. Yuqorida aytib o'tilganidek, havoning ortiqlik koeffitsiyenti $a = 0,8...0,9$ bo'lganda yonish jarayoni juda qisqa vaqt davom etadi, alanganing tarqalish tezligi esa eng katta qiymatga erishadi. Shuningdek, yonish jarayonining birinchi fazasi qisqaradi, asosiy fazasi esa tez yuksaladi va yondirishning ilgarilatish burchagi to'g'ri tanlangan bo'lsa, yonish yu.ch.n.

atrofida tugaydi, P_z bosimning eng katta qiymati va siklda siklda eng katta ish bajarilishi ta'minlanadi. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti oshishi bilan ($\alpha > 1$) yonishning cho'zilib ketishi kuzatiladi, bu esa asosan, birinchi fazaning kattalashishi hisobiga bo'ladi.

5.13-rasmda karbyuratorli dvigatelning indikator diagrammasi havo ortiqlik koeffitsiyentining uch xil qiymati uchun keltirilgan.

$\alpha = 1,14$ bo'lganda ketma-ket keluvchi sikllarda yonish jarayoni tekis rivojlanmaydi, ayrim sikllarda u juda sekin rivojlanadi, chunki silindrga tushayotgan aralashma miqdori har xil bo'ladi. Aralashma yana ham suyuqlashtirilsa ($\alpha > 1,14$ dan kattalashsa), yonish jarayoni juda sekin rivojlanadi, natijada dvigatel beqaror va samarasiz ishlaydi. Demak, α ning qiymati, har bir dvigatel uchun yonish kamerasining shakli, siqish darajasi va yuklamasiga qarab tanlanadi.



5.13-rasm. Havo ortiqlik koeffitsiyentining yonish jarayoniga ta'siri:

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

Dvigateldan katta quvvat olish zarur bo'lgan hollarda silindrga quyuq aralashma ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$) kiritish zarur. Buning uchun drossel-to'smaqopqoq to'liq ochiladi va ekonomayzer ishga tushiriladi. Ammo bunday sharoitda dvigatelning tejamliligi past bo'lib, yonilg'i chala yonishi sababli, ko'p sarflanadi. Karbyuratorli avtomobil dvigatellari havoning ortiqlik koeffitsiyenti $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ bo'lganda tejamli ishlaydi, chunki bunda yonilg'i to'la yonadi.

Natijada issiqlikdan to'la foydalaniladi va indikator foydali ish koeffitsiyenti η , eng katta qiymatga erishadi. Lekin bu holda dvigatelning quvvati bir oz pasayadi.

Yonish tezligi ish aralashmasining tarkibiga mos ravishda o'zgarganligi sababli yondirishning ilgarilatish burchagini ham o'zgartirish kerak. Havoning ortiqlik koeffitsiyenti kamayishi bilan yondirishni ilgarilatish burchagini kattalashtirish kerak. Bu vazifani karbyuratorda siyraklanishni cheklagich bajaradi.

Ish aralashmasi uyurma harakati tezligining yonish jarayoniga ta'siri. Ish aralashmasining uyurma harakati tezligi alanga frontining tarqalish tezligiga va yonishning ikkinchi fazasi qisqarishiga ijobiy ta'sir qilib, yonishning umumiy vaqtini kamaytiradi. Karbyuratorli dvigatellarda ish aralashmasi uyurmali harakatlanganda alanganing tarqalish tezligi 15...60 m/s ni tashkil etadi, ya'ni uyurma harakat bo'lmagan paytdagiga qaraganda 8...12 marta katta bo'ladi.

Kiritish kanallaridagi uyurma harakat yangi zaryadni kiritish paytida hosil bo'ladi. Yonish paytida ish aralashmasining uyurma harakati tezligini oshirish uchun siqib chiqargichli yonish kameralari qo'llaniladi. Bunday yonish kamerasida porshen va silindr kallagi orasida ozgina oraliq (1 mm ga yaqin) bo'ladi. Siqish jarayoni oxirida bu oraliqdan zaryad yondirish chaqmog'iga qarab haydaladi va bunda uyurma harakatning kuchayishi yuz beradi. Bunday kameralarda eng chekkadagi yonilg'ining ulushi ham to'la yonadi, bu esa detonatsiyaning paydo bo'lishini kamaytiradi.

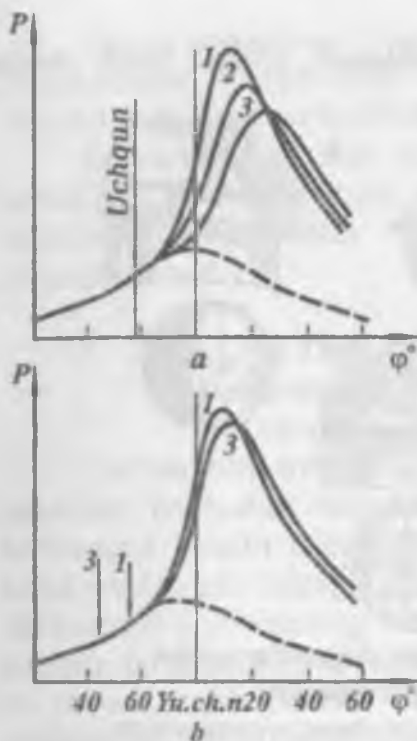
Aylanishlar chastotasining yonish jarayoniga ta'siri. Dvigatelning aylanishlar chastotasi qancha katta bo'lsa, yonish jarayoni uchun ajratilgan vaqt shuncha kam bo'ladi. Natijada yonish jarayonining tirsakli valning burilish burchagi orqali ifodalangan qiymati kattalashadi. Demak, karbyuratorli dvigatellarda yonish jarayonini yu.ch.n. yaqinida ta'minlash uchun aylanishlar chastotasining ortishi bilan yondirishning ilgarilatish burchagini ham oshirish.

ya'ni ilgariroq uchqun berish kerak (5.14-rasm). Bu holda yonish yu.ch.n. atrofida tugallanadi. Bu vazifani markazdan qochirma regulyator (sozlagich) bajaradi. Bu moslama dvigatelning aylanishlar chastotasi ortishi bilan avtomatik ravishda yondirishni ilgarilatish burchagini o'zgartiradi.

Yuklamaning yonish jarayoniga ta'siri. Dvigatel ish vaqtining 70-80% davrida kichik yuklamalarda ishlaydi, ya'ni drossel-to'smaqopqoq oraliq holatlarda bo'ladi. Bunda silindrga kelayotgan yangi aralashma miqdori kamayadi. Bu esa, kiritish jarayonidagi bosim p_o va harorat T_o ning kamayishiga olib keladi, qoldiq gazlar koeffitsiyenti ko'payadi, yangi aralashma esa inert gazlar bilan qo'shilib, silindrni to'ldirish yomonlashadi. Natijada ish aralashmasining yonish sharoiti yomonlashadi, alanganing tarqalish tezligi kamayadi va yonish jarayonining birinchi hamda asosiy fazalarining davom etishi ortadi.

Drossel-to'smaqopqoqning oraliq holatlarida yonish jarayonini qisman yaxshilash uchun yonuvchi aralashma tarkibini maxsus sozlash yoki yondirishni ilgarilatish kerak. Bu vazifa vakuum-korrektor yordamida bajariladi. Drossel-to'smaqopqoq tejamli rejim ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$) holatidan boshlab yopilganda aralashma quyuqlasha borishi kerak. Bu esa yonish jarayonining tez rivojlanishiga olib keladi. Bundan tashqari, vakuum-korrektor yordamida yondirishning ilgarilatish burchagini avtomatik ravishda oshirish natijasida yonishning ikkinchi fazasi yu.ch.n. yaqinida sodir bo'ladi. Ammo bunday sharoitlarda ($\alpha < 1$) yonilg'i chala yonishi natijasida issiqlikning ma'lum qismi ajralmaydi, yonilg'i ortiqcha sarflanadi. Bunda ishlatilgan gazlar bilan birga ko'p miqdorda to'la yonib ulgurmagan, tarkibida zaharlovchi moddalar bo'lgan mahsulotlar ham chiqarib yuboriladi.

Siqish darajasining ta'siri. Siqish darajasini oshirish natijasida siqish jarayoni oxiridagi bosim va tempe-



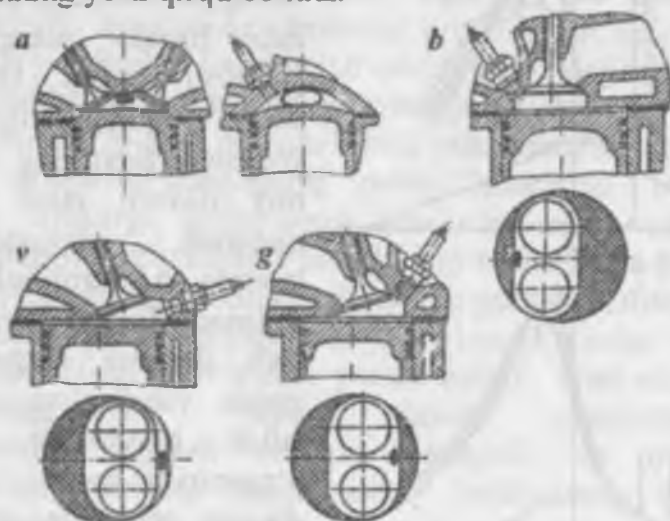
5.14-rasm. Karbyuratorli dvigatelning har xil aylanishlar chastotasida olingan indikator diagrammasi:

a- $\theta_v = \text{const}$; *b*- $\theta_v = \text{optimal}$. 1- $n = 1000 \text{ min}^{-1}$; 2- $n = 2000 \text{ min}^{-1}$; 3- $n = 3000 \text{ min}^{-1}$

Yonish kamerasi shaklining va yondirish chaqmoqlari joylashishining yonish jarayoniga ta'siri. Hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellarida turli xildagi yonish kameralari qo'llaniladi. Yonish kameralarining turiga qarab chaqmoqlar ham turlicha joylashtiriladi. Yonish kamerasiniig shakli va undagi yondirish chaqmoqlarining joylanishi yonish jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Yonish kamerasiniig eng uzoq joylashgan nuqtasi bilan yondirish chaqmog'i orasidagi masofa qancha kichik bo'lsa, yonish

ratura ortadi. Harorat va bosimning ortishi bilan yonilg'ini yonishga tayyorlash hamda alanganing tarqalish tezligi kattalashadi. Buning natijasida yonish jarayonining umumiy davom etish vaqti qisqaradi, dvigatelning quvvati va tejamliligi yaxshilanadi. Dvigatellarda siqish darajasi o'zgartirilganda yondirishni ilgari latish burchagini ham o'zgartirish lozim. Siqish darajasi oshganda detonatsiyali yonish, barvaqt yonish yoki o'z-o'zidan yonish hodisalari bo'lmazligi lozim. Buning uchun siqish darajasiga mos benzin turi ishlatilishi kerak.

kamerasi shuncha qulay hisoblanadi, chunki bunda alanga frontining yo'li qisqa bo'ladi.



5.15-rasm. Karbyuratorli dvigatellar yonish kameralarining sxemalari:
a-yarim sferik; b-tekis ovalsimon; v-ponasimon; g-yarim ponasimon

5.15-rasmda yonish kameralarining eng ko'p tarqalgan shakllari ko'rsatilgan. Yondirish chaqmog'i kameraning o'rta qismiga joylashtirilganda (5.15-rasm, *b*) ish aralashmasining yonishi uchun eng yaxshi sharoit yaratiladi, chunki bunday chaqmoqdan alanga fronti hamma tomonga bir xil tezlikda tarqaladi. Yarim sferik, ponasimon va yarim ponasimon shakldagi yonish kameralarida yondirish chaqmoqlari markazga nisbatan siljigan bo'ladi (5.15-rasm, *a*, *v* va *g*). Bunday kameralarda siqib chiqargich hisobiga zaryadning uyurma xarakati hosil bo'ladi, natijada yonish jarayoni tez rivojlanadi. Yonish kamerasining bunday tuzilishi zaryadning uyurma harakatini tezlashtiradi va ish aralashmasi ulushining detonatsiyasiz yonishini ta'minlaydi.

Yarim ponasimon yondirish kameralari avtomobil dvigatellarida (ZIL-130, GAZ-24, MZMA-412 dvigatellarda) keng qo'llaniladi.

Silindrlari nisbatan katta diametrli dvigatellarda hamda gaz bilan ishlaydigan dvigatellarda yonish jarayonini tezlashtirish maqsadida ikkita yondirish chaqmog'i o'rnatilishi mumkin.

5.3.2. DETONATSIYALI YONISH

Detonatsiyaning paydo bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar

Karbyuratorli dvigatellarda ba'zan taqillagan tovushlar eshitiladi. Bu hodisa dvigatellarning siqish darajasiga mos bo'lmagan benzin ishlatilganda, dvigatelni o'chirganda, katta yuklamada ishlaganda sodir bo'ladi. Bu tovushlar detonatsiyali yonishning belgisidir. Detonatsiya nisbatan kuchsiz bo'lganda bu tovushlar vaqti-vaqti bilan eshitiladi, bu tovush xuddi porshen barmog'i va shatunning yuqori vtulkasi orasidagi tirqish qiymati normadan kattalashganda paydo bo'ladigan tovushga o'xshaydi. Agar detonatsiya kuchaysa, bu tovushlar uzluksiz eshitilib turadi. Dvigatel notekis ishlaydi va tirsakli valning aylanishlar chastotasi kamayib ketadi, silindr va silindrlar kallagi qiziydi, ishlatilgan gazlarda esa qora tutun paydo bo'ladi.

Agar dvigatel bunday holatda uzoq muddat ishlasa, porshenning chetlari, silindrlar bilan kallak orasidagi qistirma, shuningdek, yondirish chaqmog'ining elektrodlari va izolyatorlari kuyib ketishi mumkin. Detonatsiya natijasida hosil bo'lgan yuqori bosim krivoship-shatunli mexanizmida zarbiy yuklamalar hosil qilib, shatun podshipnigidagi antifriksion (ishqalanishni kamaytiradigan) qatlamni ishdan chiqaradi. Zarbiy yuklamalar ta'sirida moy pardalari yirtiladi, bu esa silindrlar gilzalari yuqori qismining tez yeyilishiga olib keladi. Shu sabablarga ko'ra detonatsiya bilan ishlashga yo'l qo'yilmaydi.

Detonatsiyali yonish jarayonida alanga fronti oldida yonmay qolgan ish aralashmalari siqilib, uning harorati ko'tariladi. Natijada yonilg'i molekulalarida kimyoviy oksidlanish reaksiyasi sodir bo'lib «peroksid» birikmalar hosil bo'ladi. Yetarli darajada yuqori harorat va bosimga ega bo'lgan bu birikmalar o'z-o'zidan yonib ketadi. Bunday xususiyatda boshlangan yonish jarayoni juda katta tezlik bilan ish aralashmasining qo'shni qatlamlariga tarqaladi va bu qatlamlarda ham betartib yonish jarayoni boshlanadi. Bu holda yonish jarayonini boshqarib bo'lmaydi. Bunday yonishda hosil bo'lgan zarbiy to'lqinlar juda katta tezlik bilan butun yonish kamerasi bo'ylab tarqaladi va devorlardan qaytib, metall tovushlar paydo qiladi. Zarb to'lqinlari kimyoviy reaksiya endigina tugayotgan zonalarga ta'sir qilib, detonatsiyali portlashlar hosil qiladi. Bunday detonatsiyali to'lqinlarning tarqash tezligi 2000...2300 m/s gacha yetadi.

Karbyuratorli dvigatellarda detonatsiyali yonishning indikator diagrammasi 5.16-rasmda ko'rsatilgan. Bu holda yonish va kengayish jarayonlarida bosimning o'zgarishi arrasimon shaklga ega.

Quyida detonatsiyali yonishning paydo bo'lishiga ta'sir qiluvchi har xil omillar tahlil qilingan.

Siqish darajasi. Siqish darajasining ortishi detonatsiyali yonish uchun qulay sharoit yaratadi, chunki bu holda detonatsiyaga moyil zaryad ko'proq qiziydi. Shuning uchun siqish darajasining eng yuqori qiymati detonatsiyali yonish bilan chegaralanadi. Dvigatelning ko'rsatkichlariga siqish darajasi ijobiy ta'sir qilganligi uchun uni yonilg'ining oktan sonini oshirish va yonish kamerasining shaklini o'zgartirish hisobiga oshiriladi. Shuning uchun har bir dvigatelning siqish darajasiga mos oktan sonli yonilg'i va yonish kamerasi tanlanadi (5.17-rasm). Tajribalar shuni ko'rsatadiki, oktan soniga siqish darajasidan tashqari silindrning o'lchamlari ham ta'sir qiladi.



5.16-rasm. Detonatsiyali yonish diagrammasi

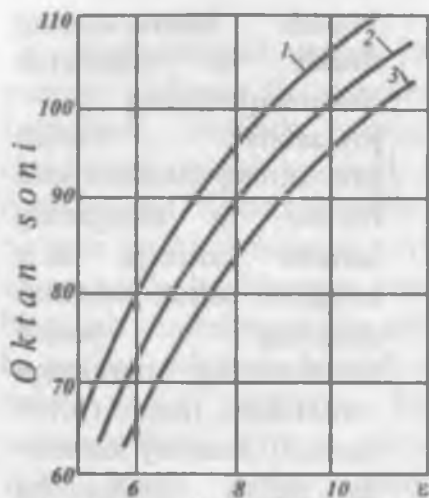
Yonish kamerasining shakli va yondirish chaqmoqlarining joylashuvi.

Yonish jarayonining detonatsiyasiz borishi va alanganing hamma tomonga tekis tarqalishi uchun yondirish chaqmog'i yonish kamerasining markaziga o'rnatilishi lozim (5.15-rasm, a). Bunday kameralarda siqish darajasining qiymatini oshirish mumkin. Siqib chiqargichli yonish kamerasida esa (5.15-rasm, v va g) dvigatelning detonatsiyaga moyilligi kamayadi,

chunki bu holda ish aralashmasi uyurmali harakatga kelib, alanga fronti ta'sirida uzoq vaqt qolib ketmaydi.

Porshen va silindrlar kallagining materiali. Dvigatelning detonatsiyaga moyilligini kamaytirishda porshen va silindrlar kallagining materiali hamda sovitish tizimining ahamiyati katta. Shuning uchun porshen va silindrlar kallagini tayyorlashda issiqlikni yaxshi o'tkaza oladigan materiallardan foydalaniladi. Cho'yanga nisbatan issiqlikni o'tkazish qobiliyati yaxshi bo'lgan alyuminiy qotishmasidan foydalanish dvigatellarda siqish darajasini bir qadar oshirishga imkon beradi.

Ish aralashmasining tarkibi. Karbyuratorli dvigatellarda yonuvchi aralashma quyuq ($\alpha = 0.8 \dots 0.9$) bo'lsa, detonatsiyali yonishga moyillik kuchayadi. chunki bunda yonish tezligi, harorat va bosim katta bo'lib, detonatsiya ro'y berishiga imkon tug'iladi.



5.17-rasm. Har xil diametrli dvigatellar uchun oktan sonining siqish darajasiga bog'liqlik grafigi:
1-120 mm; 2 - 90 mm;
3 - 60 mm

Silindrlar soni va o'lchami. Silindrning diametri katta bo'lsa, yonish kamerasining chekka nuqtasigacha bo'lgan alanganing yo'li olishlashadi, bu esa detonatsiyaning paydo bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun katta diametrli dvigatellarda aralashma detonatsiyasiz yonishi uchun ikkita yondirish chaqmog'i, diametr bo'yicha qarama-qarshi tomonga o'rnatiladi. Ko'p silindrli karbyuratorli dvigatellarda

aralashma notekis taqsimlanadi. Natijada quyuq ($\alpha = 0,8...0,9$) aralashma tushgan silindrda detonatsiyaga moyillik paydo bo'lishi mumkin.

Aylanishlar chastotasi. Tirsakli valning aylanishlar chastotasi oshganda, detonatsiyali yonish bo'lmaydi, chunki yonuvchi aralashmaning molekulalaridagi oksidlanish reaksiyalariga ketadigan vaqt kamayadi; kiritish tizimidagi qarshiliklar Δp_a va qoldiq gazlar oshadi. Bu omillarning birgalikdagi ta'siri natijasida aylanishlar chastotasi ortishi bilan siqish va yonish jarayonlari oxiridagi harorat va bosim pasayadi, dvigatelning detonatsiyaga moyilligi kamayadi.

Dvigatel yuklamasi. Yuklama kamayganda ham dvigatelning detonatsiyaga moyilligi kamayadi.

Yondirishni ilgariyatish burchagi. Yondirishni ilgariyatish burchagi kattalashganda yonish jarayoni yu.ch.n. yaqinida, siqish jarayoni oxirida sodir bo'ladi. Natijada

yonish jarayonining ikkinchi fazasidagi bosim va harorat kattalashadi, bu esa detonatsiyaning paydo bo'lishiga yordam beradi.

Qurum hosil bo'lishi. Porshen tubini va silindrlar kallagini qurum qoplashi natijasida ulardan issiqlikning tarqalishi qiyinlashadi va yonish kamerasi detallarining harorati ortib boradi. Bundan tashqari siqish darajasi ham birmuncha oshadi. Natijada, yonuvchi aralashmaning harorati va bosimi ortadi, detonatsiyali yonish ro'y beradi. Bunday dvigatellarda detonatsiyaning oldini olish uchun yondirishni ilgarilatish burchagini bir oz kamaytirish kerak.

Dvigatelni sovitish. Biron sababga ko'ra silindr devorlari orqali sovitish muhitiga uzatiladigan issiqlik miqdori kamaysa, silindr, porshen va silindrlar kallagi qizib, detonatsiyali yonishning sodir bo'lishiga qulay sharoit yaratiladi.

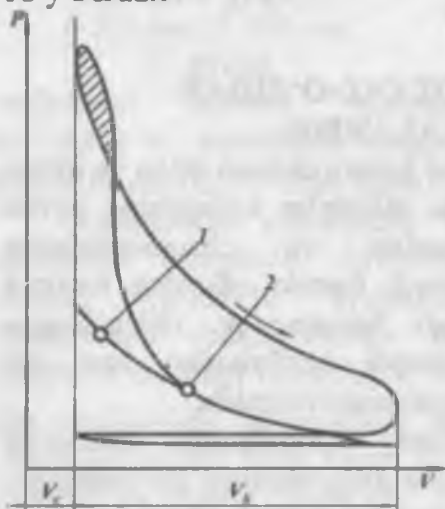
5.3.3. BARVAQT O'Z-O'ZIDAN ALANGANISH

Karbyuratorli dvigatellar katta yuklama bilan va iqlimi issiq sharoitlarda ishlaganda silindrlar kallagining ayrim zonalari, chiqarish klapanlari va chaqmoqlarining elektrodlari qattiq qizib ketadi hamda ularning harorati $700...800^{\circ}\text{S}$ ni tashkil qiladi. Shuningdek, cho'g'langan qurum mavjud bo'lsa, uchqun berilmasdan ham ish aralashmasi o'z-o'zidan alanganishi mumkin.

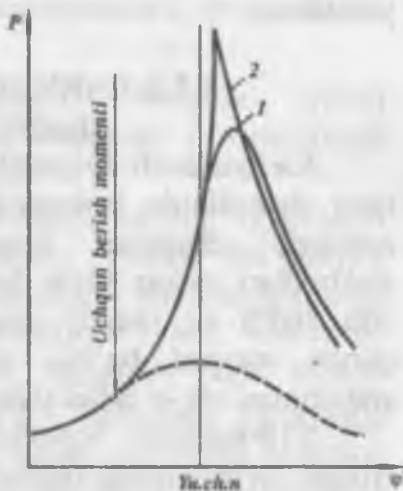
5.18-rasmda o'z-o'zidan alanganish sharoitida olingan dvigatelning indikator diagrammasi ko'rsatilgan. Yonuvchi aralashma barvaqt o'z-o'zidan alangalanganda yonish jarayonida bo'g'iqlik taqillash ovozlari eshitiladi. dvigatelning quvvati kamayadi, issiqlik ko'p yo'qoladi. Bundan tashqari, siqish jarayonida bosimning ortishi natijasida krivoship-shatunli mexanizm qo'shimcha dinamik kuchlanishlar hosil bo'ladi.

5.3.4. YONISH DAVRIDA O'Z-O'ZIDAN ALANGANANISH

Hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellarida yuqori oktan sonli yonilg'ilar ishlatiladi. Bunday dvigatellarda yonish jarayoni boshlangandan so'ng cho'g'langan qurum zarralari ta'sirida o'z-o'zidan alangananish hodisasi ro'y berib turadi. Alangananish yonish kamerasining istalgan qismida sodir bo'lishi mumkin. Natijada yonishning asosiy fazasida maksimal bosim va yonish jadalligi kattalashadi. Bu kabi sodir bo'ladigan yonish jarayonida keskin taqillash, guldurash kuzatiladi. O'z-o'zidan alangananish hodisasi sodir bo'ladigan siklning indikator diagrammasi 5.19-rasmdagidek ko'rinishga ega bo'ladi. Bunday yonish jarayoni karbyuratorli dvigatellarda, ko'pincha kichik yuklamadan to'la yuklamaga o'tish vaqtida ro'y beradi.



5.18-rasm. O'z-o'zidan barvaqt
alangananish diagrammasi:
1- uchqun berish payti;
2-alangananishning boshlanishi



5.19-rasm. Yonish vaqtida
o'z-o'zidan alangananish
diagrammasi:
1-mo'tadil yonish;
2-o'z-o'zidan yonish

5.4. DIZELLARDA YONISH JARAYONI

5.4.1. UMUMIY MA'LUMOT

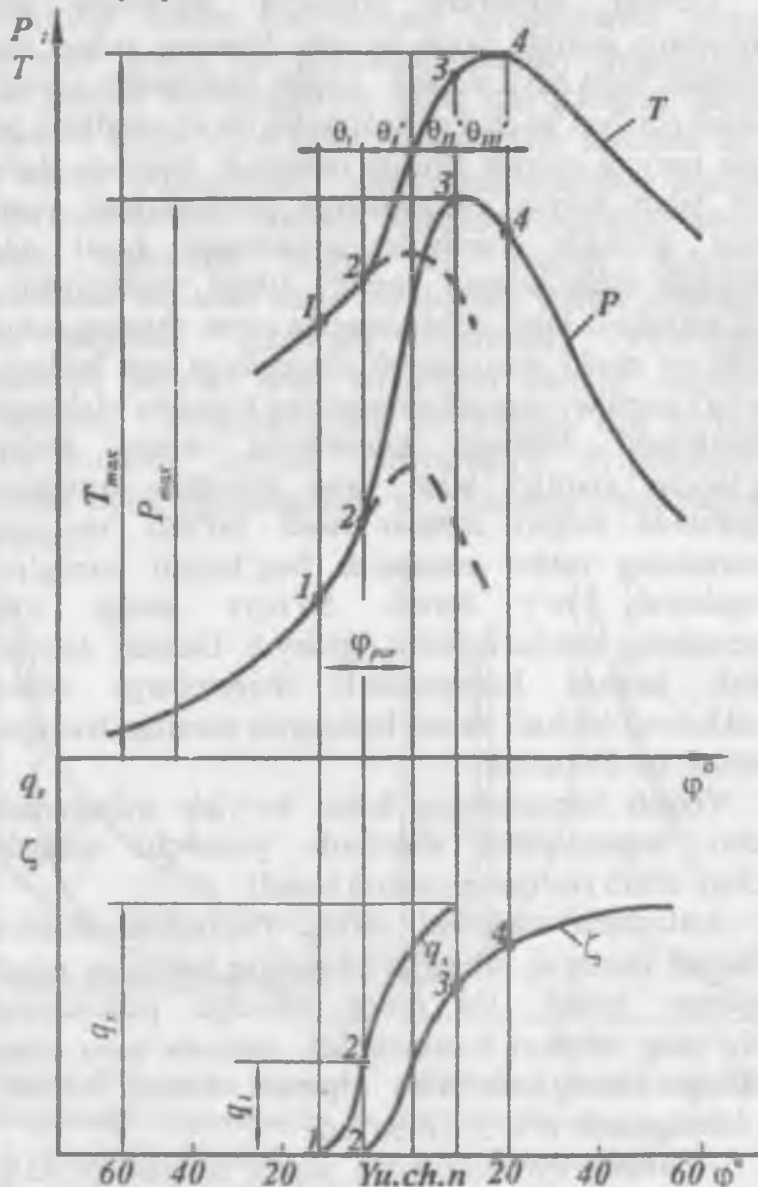
Dizellar silindrida yonuvchi aralashma siqish jarayonining oxirida hosil bo'ladi. Shuning uchun siqish jarayonida faqat havo siqiladi. Yonish kamerasiga yonilg'ini purkash porshen yu.ch.n.ga kelmasdan bir oz vaqtliroq, ya'ni siqish jarayoni oxirida amalga oshiriladi. Natijada siqilgan havo bilan mayda zarrachalarga parchalangan yonilg'i o'zaro qo'shilib yonuvchi aralashmani hosil qiladi. Dizellarda ishlatiladigan yonilg'i (dizel yonilg'i)dan bir jinsli aralashma hosil qilish mumkin emas, shuning uchun u yuqori va pastki alangalanish chegarasiga ega bo'lmaydi. Yonilg'i zarralari yonish kamerasining hajmi bo'ylab notekis taqsimlanadi. Natijada kameraning ayrim joylarida bug'langan yonilg'i bilan havo aralashib alangalanish chegarasida turgan zonalar hosil bo'ladi va yonish kamerasining ushbu zonalarida bug'langan yonilg'ining alangalanishi ro'y beradi. So'ngra alanga yonish kamerasining barcha hajmini egallaydi. Demak, dizellarda yonish jarayoni karbyuratorli dvigatellarga nisbatan murakkabroq kechadi va uni boshqarish masalasi hozirgacha muammo bo'lib turibdi.

Yonish kamerasining hajmi bo'ylab aralashmaning notekis taqsimlanishi dizellarda yonuvchi aralashma tarkibini sifatli rostdlashga imkon beradi.

Aralashma tarkibini sifatli rostdlashda dizelning yuklamasi kamaysa, silindrga kirayotgan havoning miqdori o'zgarmay qoladi. Bu holda silindrga purkalayotgan yonilg'ining miqdori kamaytiriladi, natijada havo ortiqlik koeffitsiyentining o'rtacha qiymati ortadi va dizel salt ishlaganda $\alpha = 5 \dots 6$ bo'ladi.

Dizellarda ko'llaniladigan siqish darajasi purkalgan yonilg'ining o'z-o'zidan alangalanishini ta'minlashi lozim. Shu sababli siqish jarayoni oxirida havoning harorati dizel

yonilg'isining alanganish haroratidan taxminan
150...250° yuqori bo'lib, 700...900 K ni tashkil qiladi.



5.20-rasm. Dizelda yonilg'i berish va yonish jarayonlari

Dizellarda yonish jarayonini tavsiflovchi ko'rsatkichlarning o'zgarish sxemasi 5.20-rasmda ko'rsatilgan. Rasmda silindrdagi bosim p va harorat T ning, tirsakli valning burilish burchagi φ bo'yicha o'zgarish chiziqlari keltirilgan, shtrix chiziqlar bilan yonish jarayoni sodir bo'lmagan siklning diagrammalari ko'rsatilgan. Pastki sxemada yonish kamerasiga purkalgan q_1 yonilg'i miqdori va issiqlikdan foydalanish koeffitsiyentining miqdorlari keltirilgan.

Yuqorida ko'rib o'tganimizdek, karbyuratorli dvigatellarda uchqun porshen yu.ch.n.ga bir necha gradus yetmasdan beriladi. Dizelda ham karbyuratorli dvigateldagi kabi uchqun o'rniga yonilg'i purkash, porshen yu.ch.n.ga (1 nuqta) yetmasdan boshlanadi. Bu burchak yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagi, deb ataladi va φ_{pur} bilan belgilanadi.

Dizelda yonish jarayonini quyidagi fazalarga ajratish mumkin:

Birinchi faza. θ_1 burchak bilan belgilanib, alangalanishning kechikish davri deb ataladi. Bu davr 1 nuqtadan 2 nuqtagacha, ya'ni yonilg'i purkalgandan ko'zga ko'rinarli alanga hosil bo'lguncha davom etadi. Bu paytda silindr ichidagi bosimning o'sishi havoning yanada siqilishi bilan tushuntiriladi. Bu davrda yongan yonilg'i alangalanmaydi, yonilg'i tomchilari qisman bug'lanib, kimyoviy oksidlanish reaksiyalari sodir bo'ladi. Bu jarayonlarning kechishi uchun birmuncha vaqt talab qilinadi. Shu vaqt ichida silindrga q_1 mg yonilg'i tushadi va u siqilgan havo bilan aralashib alangalanishga tayyorlanadi. Natijada 2 nuqtada ko'zga ko'rinarli yonish boshlanadi, bosim va haroratni ifodalovchi egri chiziq 2 nuqtada shtrixlangan egri chiziqdan chetlashadi. Shu paytdan boshlab yonish jarayoni jadallashib, bosim tez ko'tariladi va qisqa vaqt oralig'ida p_2 qiymatga erishadi. Asosiy yoki tez yonish fazasi, deb

ataluvchi bu davrda tirsakli val θ_1 burchakka buriladi (2 va 3 nuqtalar oralig'i). Lekin sikl haroratining maksimal maksimal qiymati bosimning eng katta qiymatiga mos kelmaydi, u 4 nuqtada o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Bu davr sekin yonish fazasi, deb ataladi va θ_{11} bilan belgilanadi. Bu paytda yonilg'ining asosiy qismi yonib bo'ladi. Dizellarda asosiy yonish fazasida bosimning oshish tezligi kameraning turiga bog'liq bo'lib, u 0,4...1,0 MPa/grad, atrofida bo'ladi.

Yuqorida aytganimizdek, ξ egri chiziqli faol yongan yonilg'i miqdorini ifodalaydi. Bundan ko'rinib turibdiki, eng katta bosim p_z ga erishish paytida kiritilgan yonilg'ining faqat bir qismi yonadi. Dizelda yonish jarayoni eng katta bosimga erishilgandan keyin ham, diagrammaning 3-4 qismida katta issiqlik chiqarib davom etadi. Bu paytda bosimning bir oz pasayishi kuzatiladi, chunki porshen p.ch.n.ga tomon harakat qiladi. Lekin yonilg'ining yonishi davom etganligi tufayli harorat ortadi (4 nuqta).

4 nuqtadan keyingi kengayish jarayonida yonish tugaydi va u «yonib bo'lish» fazasi deb ataladi, θ_{11} bilan belgilanadi. Yonishning tugash vaqtini aniqlash juda qiyin. Dizellarda yonib bo'lish fazasi karbyuratorli dvigatellarga nisbatan ko'proq davom etadi. Dizelning samarali ishlashi yaxshi bo'lishi uchun yonish jarayoni mumkin qadar qisqa vaqt davom etishi va sikl bosimi bir tekis oshishi kerak. Aks holda dizel shiddatli va taqillab ishlaydi.

5.4.2. DIZELLARDA YONISH JARAYONIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

Dizellarda alangalanishning kechikish davri yonish jarayonining xususiyatiga va davom etish vaqtiga ta'sir etadi. Alangalanishning kechikish davri qancha katta bo'lsa, yonish kamerasiga purkalgan yonilg'ining shuncha ko'p qismi bug'lanib ketadi, natijada yonish jarayonining shiddati

ortadi. Shuning uchun alangalanishning kechikish davrini iloji boricha kamaytirish kerak. Hozirgi zamon dizellarida alangalanishning kechikish davri 0,0005...0,02 sekundni tashkil etadi.

Dizellarda alangalanishning kechikish davriga, yonish jarayonining sifatiga va davom etish vaqtiga quyidagi omillar ta'sir qiladi: yonilg'ining kimyoviy va fizik xossalari, siqish darajasi, ya'ni yonilg'ini purkash vaqtida havoning harorati va bosimi, yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagi, yonish kamerasining konstruksiyasi, undagi havoning uyurma harakati va tezligi, yonilg'i uzatish apparatining ish tavsifi, tirsakli valning aylanishlar chastotasi va dvigatel yuklamasi.

Yonilg'ining fizik va kimyoviy xossalari. Alangalanishning kechikish davriga yonilg'ining kimyoviy tarkibi katta ta'sir ko'rsatadi. Yonilg'i tarkibida parafin uglevodorodlari qancha ko'p bo'lsa, alangalanishning kechikish davri shunchalik kichik bo'ladi, natijada yonish jarayonining ravon kechishi uchun qulay sharoit hosil bo'ladi.

Yonilg'ining fizik xossalaridan uning qovushqoqligi, sirt tarangligi va bug'lanuvchanligi yonish jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Alangalanishning kechikish davrini yonilg'ining setan soniga bog'liq bo'lgan o'z-o'zidan alangalanish haroratini pasaytirish bilan kamaytirish mumkin.

Yonilg'ining setan soni qancha katta bo'lsa, alangalanish harorati shuncha kichik bo'ladi va demak, alangalanishning kechikish davri ham kichik bo'ladi.

Siqilgan havoning bosimi va harorati. Siqilgan havo haroratining oshishi yonish jarayoniga ijobiy ta'sir qiladi, chunki yonilg'ini purkash paytida havoning harorati katta bo'lsa, alangalanishning kechikish davri qisqaradi. Dizellarning siqish darajasi oshganda, dvigatel to'la

yuklamalarda ishlaganda silindrga kirayotgan havo harorati yuqori bo'ladi. Natijada yonish shiddati kamayadi.

Yonish kamerasida havoning uyurma harakati. Siqish jarayoni oxirida yonish kamerasidagi havoning harakati yonish jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Agar havoga ma'lum yo'nalishda harakat berilmasa, yonish jarayonini boshqarish mumkin emas. Yonilg'i samarali yonishi uchun havoning uyurma harakatini vujudga keltirish va yonish kamerasining butun hajmi bo'ylab bir tekis yonuvchi aralashma hosil qilish kerak. Havoning uyurma harakati yonilg'i bug'larini kislorod ko'p bo'lgan zonalarga ko'chirishga va yonish mahsulotlarini reaksiya tugagan, zonalardan chiqarib yuborishga yordam beradi. Shuning uchun dizellarda kiritish va siqish jarayonida havoning uyurma harakatini hosil qiladigan yonish kamerasining har xil turlari va maxsus qurilmalar qo'llaniladi.

Yonilg'i berish apparatlari. Hozirgi zamon tezyurar dizellarda turli konstruksiyali yonilg'i berish apparatlari ishlatilmoqda. Yonilg'ining uzoqqa otilishi, to'zish sifati va yonish kamerasining butun hajmiga tekis taqsimlanishi bu apparatlar konstruksiyasiga bog'liq. Yonish jarayoniga yonilg'i purkashning davom etish vaqti ham ta'sir qiladi va u o'z navbatida yonilg'i berish apparatining tuzilishiga bog'liq.

Yonish kamerasi. Yonish kamerasining tuzilishi turli dizellarda yonuvchi aralashma tayyorlash hamda yonish jarayonlariga ta'sir ko'rsatadigan asosiy omillardan biridir. Dizellarda ikki xil: ajratilmagan (bir bo'shliqli) va ajratilgan yonish kameralari qo'llaniladi.

Ajratilmagan kameralarda bir jinsli yonuvchi aralashma hosil qilish juda murakkab, shu sababli bunday kameralarda yonish jarayoni shiddatli kechadi. Aksincha, ajratilgan kameralarda bir jinsli aralashma hosil qilish ancha oson, chunki bu kameralarda havoning harakat tezligi 150...280 m/s ga teng. Natijada yonish jarayonining shiddati

ancha pasayadi. Bu esa ajratilgan kameralarning asosiy afzalligidir.

Yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagi. Har bir dvigatel uchun yonilg'i purkay boshlashning maqbul ilgarilash burchagi bo'lib, u tajribalar asosida tanlanadi. Bu burchak katta bo'lsa, alangalanishning kechikish davri ortadi, chunki u davrda silindrdagi yonuvchi aralashmaning harorati va bosimi past bo'ladi. Natijada yonishning asosiy - tez yonish fazasi boshlanguncha silindr ichida ko'p miqdorda yonilg'i bug'lanadi va birdaniga alangalanadi, bu esa yonish jarayonining shiddatli o'tishiga olib keladi. Bundan tashqari, eng yuqori bosimga porshen yu.ch.n.ga kelganda erishiladi. Bunday sharoitda yonish jarayoni samarali bo'lmaydi.

Ilgarilash burchagi kichik bo'lsa, yonish jarayonining asosiy qismi kengayish davrida sodir bo'ladi, natijada yonishning umumiy davri uzayib ketadi. Oqibatda kengayish jarayonida ko'p issiqlik yo'qotilganligi sababli dizelning quvvati, tejamliyligi keskin yomonlashadi, porshen, silindr kallagi va silindrning o'zi qizib ketadi, ishlatilgan gazlarning harorati esa keskin ortadi. Shu sababdan eng qulay ilgarilash burchagi har bir dvigatel uchun tajriba yo'li bilan tanlanadi. U yonish kamerasining turiga, siqish darajasiga, yonilg'ining naviga, yonilg'i uzatuvchi apparatlarning ishlashiga va tirsakli valning aylanishlar chastotasiga bog'liq. Dvigatel maqbul ilgarilash burchaklarda ishlaganda eng katta bosimga porshen yu.ch.n.dan $8...12^\circ$ o'tgandan keyin erishadi va eng katta quvvat hamda tejamkorlik ta'minlanadi.

Yuklama va ish aralashmasining tarkibi. Dizellarning karbyuratorli dvigatellarga nisbatan afzalliklaridan biri shuki, unda ish aralashmasi yonish kamerasining hajmi bo'ylab notekis taqsimlanishi tufayli, yonish jarayoni havo ortiqlik koeffitsiyentining katta qiymatlarida ($\alpha = 5...6$) ham sodir bo'ladi. Ammo dizellarda

havoning ortiqlik koeffitsiyentining o'rtacha qiymati birga yaqin bo'lgan ($\alpha = 1$)da yonilg'i to'la yonmaydi. Bu holda yonish jarayoni keskin yomonlashadi, ishlatilgan gazlardagi tutun miqdori ko'payadi, dvigatelning tejamiligi keskin pasayadi va qizib ketadi. Dizel eng katta quvvatga α ning eng kichik qiymatlarida erishadi. α ning eng kichik qiymati bir qator omillarga bog'liq bo'lib, to'rt taktli avtomobil dizellarida 1,25...1,4 ga teng va u tutun chiqarib ishlash chegarasi bilan belgilanadi.

Purkalayotgan yonilg'i miqdorini o'zgartirish bilan dizellarning yuklamasi o'zgartiriladi. Yuklama kamayganda havoning ortiqlik koeffitsiyenti ortadi, chunki yonish kamerasiga kam yonilg'i purkaladi. Dizellarda issiqlikdan foydalanishni yaxshilash va indikator foydali ish koeffitsiyentini oshirish uchun yuklama kamayganda ($n = const$) ilgari burchagini ozroq kamaytirish kerak. Bu vazifani nasos plunjeri orqali amalga oshiriladi. Bunda yonilg'i yuqori haroratli zaryadga purkaladi va alangalanishning kechikish davri qisqaradi. Natijada yonish jarayoni yu.ch.n. atrofida tugaydi.

Aylanishlar chastotasi. Dizellarda aylanishlar chastotasi o'zgarishi bilan yonish jarayonining davom etish vaqti o'zgarmay qolishi katta ahamiyatga ega. Bu masala hal qilinganligi sababli hozirgi vaqtda to'rt taktli avtomobil dizellarining aylanishlar chastotasi 4500...5000 min⁻¹ ga yetkazildi. Demak, yonish jarayonini shunday tashkil qilish kerakki, aylanishlar chastotasi ortganda yonishning ikkala fazasi (θ_1 va θ_{11}) imkoni boricha kamayishi kerak. Dizellarda aylanishlar chastotasi ortsa, yonish va yonilg'i aralashmasini tayyorlash jarayonlari birmuncha tezlashadi. Masalan, alangalanishning kechikish davri θ_2 kamayadi, bunga yonish kamerasidagi havo uyurma harakatining kuchayishi va yonilg'i purkash bosimining ortishi sabab bo'ladi. Aksincha, aylanishlar chastotasi ortishi bilan kiritish bosimi p_k kamayadi va siqish jarayonida

issiqlik almashinish sharoiti o'zgarganligi tufayli siqish oxiridagi bosim va harorat ham bir oz pasayadi. Yuqoridagi barcha omillarning birgalikda ta'siri natijasida yonish jarayonining umumiy davom etish vaqti qisqaradi. Shu sababli aylanishlar chastotasi ortsa, yonish jarayonining yu.ch.n. yaqinida o'tishi hamda issiqlikdan unumli foydalanish uchun yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagini kattalashtirish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun yonilg'i nasosining valiga purkash burchagini ilgarilash muftasi o'rnatiladi.

5.5. SIKLNING MAKSIMAL HARORATI VA BOSIMINI ANIQLASH

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatelda siklning maksimal haroratini aniqlash

Karbyuratorli dvigatellarda hisoblashni osonlashtirish maqsadida siklning yonish jarayoni eng katta bosimgacha, ya'ni *S-Z* nuqtalari orasida o'zgarmas hajmda boradi (5.9-rasm), deb qabul qilinadi. Lekin bu davrda yonilg'i to'la yonib tugamaydi va issiqlikning bir qismi yonish kamerasining devorlari orqali sovituvchi muhitga uzatiladi hamda yonish mahsulotlarining parchalanishiga sarf bo'ladi. Yonish kamerasining devorlari orqali yo'qotiladigan issiqlik miqdoriga yonish kamerasining shakli katta ta'sir ko'rsatadi. Yuzaning hajmga nisbati kichik bo'lgan yonish kamerasida issiqlik kam yo'qoladi. Shu sababdan yarim sfera, gumbazsimon kameralar qulay bo'lib, bunda klapanlar yuqorida joylashganligi tufayli ular yuzasining hajmiga nisbati kichik bo'ladi.

Karbyuratorli dvigatellarda siklning maksimal harorati 2400°S gacha yetib, yonish mahsulotlarining ma'lum bir qismi molekulalarning ajralib qolishi natijasida elementlarga parchalanadi. Dissotsiylanish vaqtida molekulalarning parchalanishi uchun issiqlik sarf bo'ladi. Masalan, suv bug'i (H_2O) vodorod va kislorodga parchalanganda issiqlik

yutiladi. Ammo kengayishda harorat pasayadi issiqlik ajralib chiqadigan teskari jarayon kuzatiladi. Lekin bu, yutilgan issiqlikni qoplay olmaydi.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda 1 kg yonilg'ining yonishi uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$H_u = H_u - (Q_{aq} + Q_{s.m})$$

bu yerda Q_{aq} - yonilg'ining CZ uchastkada yonib tugallanmaganligi sababli ajralmay qolgan issiqlik miqdori; $Q_{s.m}$ - yonish jarayonida sovitish muhitiga uzatilgan va parchalanishga ketgan umumiy issiqlik miqdori. Demak, yonilg'i bergan issiqlik miqdori H_u dan to'la foydalanilmaydi va uning bir qismi isrof bo'ladi. Shu sababdan yonish issiqliklarining nisbatini $\frac{H_u}{H_u} = \xi$ deb

belgilaymiz va bu nisbatni siklda issiqlikdan foydalanish koeffitsiyenti deb ataymiz.

Gazlarning Z nuqtadagi haroratini aniqlash uchun CZ uchastkada ajralib chiqqan issiqlikning hammasi yonish mahsulotlarining ichki energiyasini oshirish uchun sarf bo'ladi. deb faraz qilinadi.

Termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$H_u = \xi H_u = U_z - U_c.$$

Agar yonish jarayonida kislorod yetishmasa, ya'ni $\alpha < 1$ bo'lsa, yonilg'ining chala yonishi tufayli issiqlikning bir qismi ajralib chiqmaydi. Ajralib chiqmagan issiqlik miqdori quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$\Delta H_u = 119852(1 - \alpha) L_0 \xi, \text{ kJ/kg.}$$

Natijada tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

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

Yonish jarayoni oxirida Z nuqtadagi gazlarning ichki energiyasi:

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

siqish jarayoni oxirida S nuqtadagi ish aralashmasining ichki energiyasi:

$$U_c = \mu C_p (M_1 + M_r) \cdot T_c \text{ bo'ladi,}$$

bu yerda μC_p^* , μC_p - yonish mahsulotlarining va ish aralashmasining o'zgarish hajmdagi issiqlik sig'imi, mol.

Qoldiq gazlarning miqdori havoning miqdoriga nisbatan kam bo'lgani uchun $\mu C_p^* = \mu C_p$ deb qabul qilinadi. bu holda yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\xi(H_u - \Delta H_u) = \mu C_p^* (M_2 + M_r) \cdot T_z - \mu C_p (M_1 + M_r) \cdot T_c.$$

Tenglamaning ikkala qismini $M_1 + M_r = M_1(1 + \gamma_{qol})$ ga bo'lamiz, $\mu C_p T_c$, va $\mu C_p^* T_z$ larni ichki energiya orqali ifodalab, karbyuratorli dvigatel uchun yonish jarayonining tenglamasini hosil qilamiz:

$$\frac{\xi(H_u - \Delta H_u)}{M_1(1 + \gamma_{qol})} + \frac{U_c + \gamma_{qol} \cdot U_c}{1 + \gamma_{qol}} = \frac{(M_2 + M_r)}{(M_1 + M_r)} U_z = \mu U_z$$

$$\frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \mu \text{ deb belgilaymiz va u molekulyar}$$

o'zgarishning haqiqiy koeffitsiyenti deb ataladi. Bu koeffitsiyent yonish natijasida gazlar molekullari sonining oshishini, ya'ni hajm o'zgarishini xarakterlaydi.

Karbyuratorli dvigatellar uchun $\mu = 1,03 \dots 1,08$; dizellar uchun esa $\mu = 1,03 \dots 1,06$. $\alpha = 1$ bo'lganda $\Delta H = 0$ bo'ladi.

Siklning maksimal harorati $T = 2500 \dots 2800$ K, shuning uchun hisoblashlarda issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi e'tiborga olinadi. Lekin hisoblarni soddalashtirish maqsadida yonish mahsulotlarining va turli gazlar, havoning ichki energiyasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Dizel siklining maksimal haroratini aniqlash

Dizel siklining Z nuqtadagi T_z haroratini hisoblashda yonish avval (α' uchastkada) o'zgarish hajmda, keyin esa

(zz' uchastkada) o'zgarmas bosimda ro'y beradi deb faraz qilinadi (5.19-rasm). Dizellarda havoning ortiqlik koeffitsiyenti $\alpha > 1$ bo'lgani uchun yonish jarayonida hamma vaqt havo ortiq bo'ladi. Dizel sikli uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko'rinishga ega:

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

Dizelda yonish jarayonining tenglamasi:

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

Tenglamaning hamma hadlarini $M_1 + M_r = M_1(1 + \gamma_{\text{qol}})$ ga bo'lib $\frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \mu$ ekanligini hisobga olib va ma'lum

qiymatlarni chap tomonga o'tkazib quyidagini olamiz:

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

Dizel uchun bosimning yonishdagi ko'tarilish darajasi:

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} = 1,4 - 2,2 \text{ bo'ladi. } \lambda \text{ ning katta qiymati ajratilmagan.}$$

kichik qiymati esa ajratilgan yonish kamerali dizellar uchun olinadi.

Yonish jarayonining eng katta bosimini aniqlash

Karbyuratorli dvigatel uchun siklning maksimal bosimi quyidagicha aniqlanadi $P_z = \mu P_c \cdot T_z / T_c$.

Siklning haqiqiy maksimal bosimi tajriba natijalariga ko'ra quyidagicha topiladi:

$$P_z \approx 0,85 p_z$$

Dizel uchun siklning eng katta bosimi quyidagicha topiladi: $P_z = \lambda P_c$. Dastlabki kengayish darajasi $\rho = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c}$

bo'ladi. Quyidagi jadvalda har xil dvigatellar uchun yonish jarayonining ko'rsatkichlari keltirilgan.

Parametrlar	Dizel		Karbyura- torli dvigatel	Gaz apparatli dvigatel
	Ajratilma- gan kamerali	Ajratilgan kamerali		
T_z, K	1800 - 2200	1700 - 2000	2500 - 2850	2200 - 2500
p_z, MPa	7,5 - 12,5	5,5 - 7,5	3,0 - 5,0	2,5 - 4,5
λ	1,7 - 2,1	1,4 - 1,7	3,8 - 4,2	3,5 - 4,0
ρ	1,4 - 1,8	1,3 - 1,7	1	
ξ_z	0,7 - 0,82	0,6 - 0,75	0,8 - 0,9	0,80 - 0,85
α	1,2 - 1,5	1,2 - 1,3	0,8 - 0,9	0,95 - 1,1
$(dp/d\varphi)_{max}, MPa/grad$	1,2 gacha	0,25 - 0,4	0,15 - 0,25	0,2 - 0,3

5.6. KENGAYISH JARAYONI

Ichki yonuv dvigatellarida yongan ish aralashmasining kengayishi natijasida issiqlik energiyasi mexanik energiyaga aylanib, foydali ish bajariladi. Haqiqiy siklda yonish mahsulotlari yuqori haroratda kengaygani uchun issiqlikning bir qismi tashqi muhitga silindrning kallagi, devorlari va porshenning tubi orqali uzatiladi. Natijada yonish mahsulotlarining harorati pasayadi. Yonish jarayonini z nuqtada tugallashning iloji bo'lmagani uchun kengayish jarayonida ham issiqlik ajralishi davom etadi. Demak, kengayish jarayonida issiqlik almashinuvi murakkab xususiyatga ega bo'lib, bu jarayonning o'zgaruvchan politropa ko'rsatkichini aniqlash qiyin. Lekin hisoblarni soddalashtirish maqsadida kengayish jarayoni politropaning o'rtacha n_2 ko'rsatkichi bo'yicha sodir bo'ladi deb qabul qilinadi. U holda kengayish jarayoni z nuqtadan (5.21-rasm) boshlanadi deb faraz qilib, politropa tenglamasi bo'yicha kengayish oxiridagi (b nuqta) bosim va haroratni quyidagicha aniqlaymiz:

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

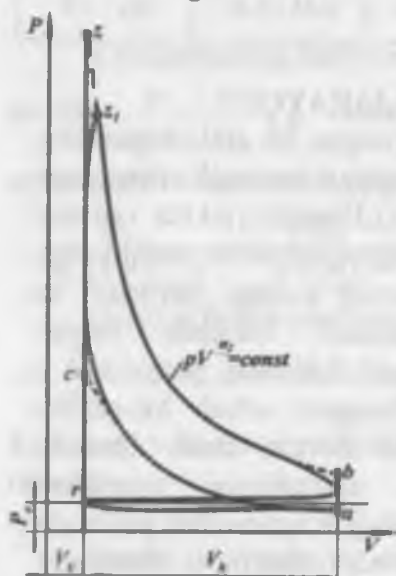
Dizel uchun Z nuqta yu.ch.n.ga nisbatan zo'z masofaga surilgan bo'ladi. Shu sababli $V_z/V_b = \delta$ ni so'nggi kengayish

darajasi deyiladi. Bu holda dizellar uchun kengayish oxiridagi bosim quyidagicha aniqlanadi:

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

Karbyuratorli dvigatellarda $\frac{V_a}{V_z} = \frac{V_a}{V_c} = \varepsilon = \delta$ bo'lgani

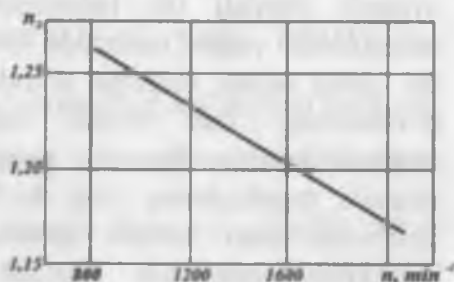
uchun $p_b = \frac{p_z}{\varepsilon^{n_2}}.$



5.21-rasm. Kengayish jarayonining diagrammasi

Dizellar uchun kengayish jarayoni oxiridagi harorat:

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



5.22-rasm. n_2 ning aylanishlar chastotasiga bog'liqligi (YAMZ - 238 dizeli)

Karbyuratorli dvigatellar uchun esa

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

bu yerda n_2 -politropaning o'rtacha ko'rsatkichi va u tajriba asosida tanlanadi. 5.22-rasmda n_2 ning qiymati YAMZ-238 dizeli uchun ko'rsatilgan. Dvigatellar uchun kengayish oxiridagi bosim va haroratning hamda n_2 qiymatlari 5.4-jadvalda keltirilgan.

5.4-jadval

Dvigatel turlari	n_2	T_b, K	p_b, MPa
Dizel	1,18...1,23	800...1300	0,25...0,6
Karbyuratorli dvigatel	1,23...1,30	1400...1700	0,4...0,6

Kengayish jarayonidan so'ng chiqarish jarayoni sodir bo'ladi. Chiqarish klapani ochilishi bilan ishlatilgan gazlar dvigatel silindridan katta tezlikda chiqa boshlaydi va natijada, qattiq shovqin hosil bo'ladi. Shovqinni kamaytirish uchun chiqarish quvurlariga shovqin so'ndirgich o'rnatiladi. Ishlatilgan gazlar so'ndirgichdan o'tayotganda kengayib, o'z tezligini ancha yo'qotadi va tashqi muhitga shovqinsiz chiqadi. Chiqarish tizimiga shovqin so'ndirgich o'rnatilganda, uning qarshiligi bir oz ortib, chiqarish davrida silindr ichidagi bosim (p_r) ko'tariladi. Natijada silindrdagi koldiq gazlarning miqdori ortib, to'ldirish koeffitsiyenti kamayadi. Bu esa dvigatel quvvatining bir oz pasayishiga olib keladi. Chiqarish quvurlariga shovqin so'ndirgich o'rnatilganda dvigatel ortiqcha quvvat sarflamaydi.

Siqish jarayonida bajarilgan ish esa:

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

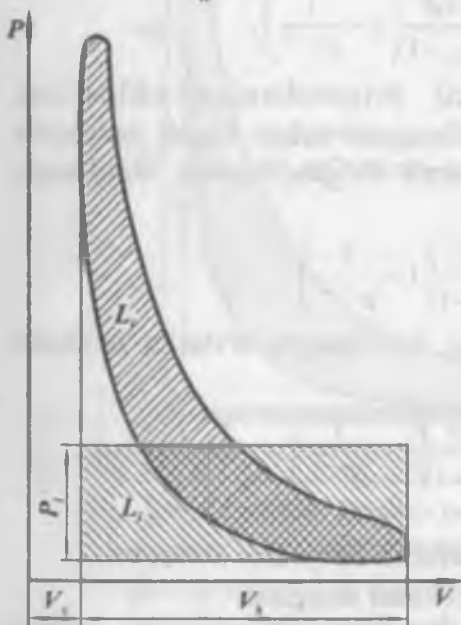
bu yerda $\frac{V_c}{V_a} = \frac{1}{\varepsilon}$.

U holda siklning hisoblangan indikator ishi:

$$L_{ih} = p_c V_c \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \text{ bo'ladi.}$$

Silindrning V_h ish hajmi birligiga to'g'ri keladigan qirrali diagrammaning solishtirma ishi o'rtacha indikator bosim deb ataladi va quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$p_{ih} = \frac{L_{ih}}{V_h}, \text{ Nm/m}^3 \text{ yoki } p_{ih} = \frac{L_{ih}}{V_h} \cdot 10^{-6}, \text{ MPa.}$$



6.2-rasm. Haqiqiy siklning indikator bosimini aniqlash

Agar karbyuratorli dvigatelning indikator diagrammasi yozib olingan bo'lsa, siklning o'rtacha indikator bosimi p_i quyidagicha topiladi (6.2-rasm):

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

Siklning o'rtacha indikator bosimi shartli doimiy ta'sir ko'rsatuvchi o'rtiqcha bosimni ifodalaydi. Bunday bosimda porshen bir marta o'z yo'lini bosib o'tganda, gazlarning bajarigan ishi siklning indikator ishiga teng.

O'rtacha indikator bosimni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$p_{ih} = p_a \frac{\varepsilon^\eta}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{\eta_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{\eta_1 - 1}} \right) \right].$$

Dizel

Dizel uchun haqiqiy ($a_1 c_1 c_2 z_2 l b_1 a_1$) va hisoblash yo'li bilan qurilgan indikator diagrammalar ($a c z' z b a$) 6.3-rasmda ko'rsatilgan. Siklning hisoblangan indikator ishi quyidagicha aniqlanadi:

$$L_{ih} = L_{z'z} + L_{zb} - L_{uc}.$$

Bu yerda birlamchi kengayishda bajarilgan ish:

$$L_{z'z} = p_z V_z - p_x V_x = \lambda p_c V_c (\rho - 1) \text{ bo'ladi}$$

So'nggi kengayishda bajarilgan ish esa:

$$L_{zb} = p_c V_c \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{\eta_2 - 1}} \right).$$

Dizel va karbyuratorli dvigatellarning sikllaridagi siqish jarayoni o'zaro farq qilmagani uchun siqish jarayonida bajarilgan ish ham karbyuratorli dvigateldagidek aniqlanadi, ya'ni:

$$L_{ac} = \frac{p_c V_c}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{\eta_1 - 1}} \right).$$

Bu holda dizel uchun hisoblangan o'rtacha indikator bosim quyidagicha bo'ladi:

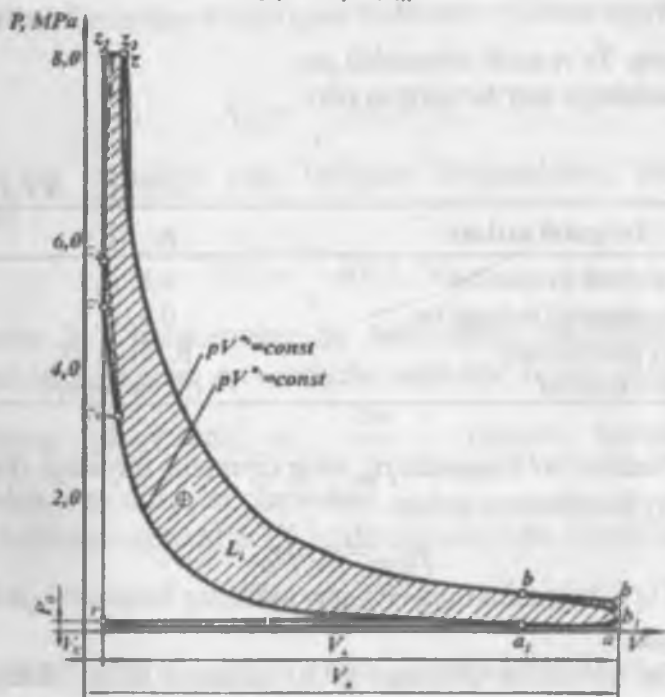
$$p_{ih} = p_a \frac{\varepsilon^\eta}{\varepsilon - 1} \left[\lambda (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{\eta_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{\eta_1 - 1}} \right) \right].$$

Yozib olingan diagramma bo'yicha o'rtacha indikator bosimni aniqlash

Haqiqiy siklning indikator diagrammasi bosim indikator yordamida fotoqog'ozga yozib olinadi. Bu diagramma bo'yicha planimetr orqali aniqlangan indikator ish L_i hisoblab topilgan L_{ih} ishdan bir oz kichik bo'ladi,

ya'ni X shaklida shtrixlangan yuzaga mos keladigan ish miqdoriga kichikdir (6.1, 6.3-rasmlar). Demak $L_i = \varphi_T L_{th}$ bo'ladi, bu yerda φ_T diagrammaning to'ralik koeffitsiyenti. To'rt taktli dvigatellar uchun $\varphi_T = 0,92...0,97$, kichik qiymati dizellar uchun, katta qiymati esa karbyuratorli dvigatellar uchun olinadi. To'rt taktli dvigatelning haqiqiy sikli uchun o'rtacha indikator bosimni indikator ish kabi aniqlash mumkin:

$$P_i = \varphi_T \cdot P_{th}.$$



6.3-rasm. Dizelning haqiqiy va hisoblangan indikator diagrammalari

Nadduvsiz to'rt taktli dvigatellarda gaz almashuviga $b_1 r a b_1$ yuzaga teng L_{gaz} ish sarflanadi (6.4-rasm). Gaz almashuv jarayonining o'rtacha bosimi quyidagicha hisoblanadi:

6.2. DVIGATELNING INDIKATOR QUVVATI

Indikator quvvat deb, vaqt birligida bajarilgan indikator ishga aytiladi. Yuqoridagi ifodalarga binoan, dvigatelning bir silindrida, bir sikl davomida bajarilgan indikator ish quyidagicha aniqlanadi:

$$L_i = p_i V_h.$$

Dvigatelda bir sekund davomida bajariladigan ish sikllarining soni $\frac{2n}{\tau}$ ga teng.

Bir silindrdan olinadigan indikator quvvat quyidagiga teng:

$$N_{ii} = \frac{2n}{\tau} p_i V_h, \text{ Vt.}$$

i ta silindrga ega bo'lgan dvigatelning indikator quvvati

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

bu yerda $2n$ - porshenning bir sekunddagi yurish soni; τ - dvigatel taktlari soni; p_i - o'rtacha indikator bosim, N/m^2 ; V_h - silindrning ish hajmi, m^3 ; $\frac{2n}{\tau}$ - tirsakli valning bir sekunddagi aylanishlar chastotasi.

Indikator quvvat $[kVt]$ larda quyidagicha ifodalanadi:

$$N_i = \frac{p_i V_h n i}{30 \tau},$$

bu yerda p_i - bar, V_h - litr; n - min^{-1} hisobida berilgan.

6.3. DVIGATELDA MEXANIK YO'QOTISHLAR

Silindrda hosil bo'ladigan indikator ishning hammasi foydali ishga aylanmaydi, uning bir qismi dvigatelning juft detallaridagi ishqalanishga, gaz almashuv jarayonini bajarishga va yordamchi mexanizmlarni harakatga

keltirishga sarflanadi. Ishqalanish «silindr - porshen halqalari», «tirsakli val - podshipniklar», «taqsimlash vali - podshipniklar» va boshqa juftlar orasida hosil bo'ladi.

Mexanik yo'qotishlar quvvati isrof bo'lgan barcha quvvatlar yig'indisiga teng, ya'ni:

$$N_m = N_{ishq} + N_{yo.m} + N_{gaz},$$

bu yerda: N_{ishq} - ishqalanishga sarflanadigan quvvat; $N_{yo.m}$ - yordamchi mexanizmlar (suv va moy nasoslari, havo-haydagich, generator) ni harakatlantirishga sarflanadigan quvvat; N_{gaz} - yangi zaryadni kiritishga va ishlatilgan gazlarni chiqarishga sarflanadigan quvvat.

Ikki va to'rt taktli nadduvli dvigatellarda kompressorni harakatga keltirish uchun qo'shimcha quvvat sarflanadi.

Bu holda: $N_m = M_{ishq} + N_{yo.m} + N_{gaz} + N_k$ bo'ladi, bu yerda N_k - kompressorni harakatga keltirish uchun sarflanadigan quvvat, bu quvvat dvigatelning tirsakli vali kompressor bilan mexanik tarzda bog'liq bo'lsa, hisobga olinadi.

Mexanik yo'qotishlar quvvati N_m ni quyidagi ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$N_m = \frac{p_m V_h n i}{30 \tau},$$

bu yerda p_m - mexanik yo'qotishlarning o'rtacha bosimi, bar.

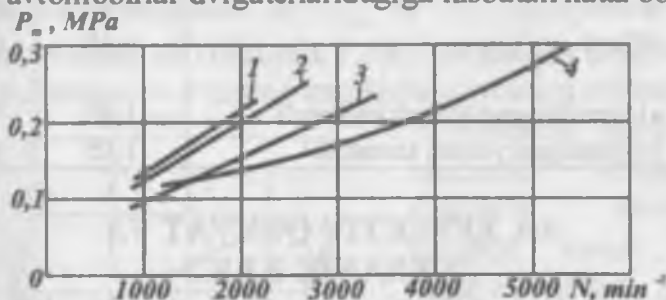
Mexanik yo'qotishlarning o'rtacha bosimini mexanik yo'qotishlar quvvati kabi quyidagicha ifodalash mumkin:

$$p_m = p_{ishq} + p_{yo.m} + p_{gaz} + p_k.$$

p_{ishq} , $p_{yo.m}$, p_{gaz} , p_k - ishqalanishga, yordamchi mexanizmlarni harakatga keltirishga, gazlar almashuviga va kompressorni harakatga keltirishga sarflanadigan o'rtacha indikator bosimning ulushlari.

To'rt taktli nadduvsiz dvigatellarda mexanik yo'qotishlarning 70% asosan, juftlar orasidagi ishqalanishlarga sarf bo'ladi. Mexanik yo'qotishlar quvvati dvigatelning turi, silindr diametri, porshen yo'li, tezlik, yuklama va ish sharoitlariga bog'liq. Bir qator dvigatellar

mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimining aylanishlar chastotasiga bog'liqlik grafiklari 6.5-rasmda keltirilgan. Grafiklardan ko'rinib turibdiki, bir xil aylanishlar chastotasi n da, dizellarda p_m karbyuratorli dvigatellarga nisbatan katta. Bundan tashqari, yuk avtomobillari dvigatellaridagi p_m yengil avtomobillar dvigatellaridagiga nisbatan katta bo'ladi.



6.5-rasm. Mexanik yo'qotishlar o'rtacha bosimi p_m ning aylanishlar chastotasiga bog'liqligi:

1-YAMZ-238 dizeli; 2-YAMZ-740 dizeli; 3-ZIL-130 dvigateli; 4-Moskvich-412 dvigateli

To'rt taktli kompressorsiz dvigatellar uchun mexanik yo'qotishlarning o'rtacha bosimini quyidagi empirik formula orqali aniqlash mumkin:

$$p_m = a + b v_p,$$

bu yerda a va b dvigatelning turiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas koeffitsiyentlar bo'lib, ularning qiymatlari 6.2-jadvalda keltirilgan. v_p - porshenning o'rtacha harakatlanish tezligi, m/s.

Dizellarda p_m yonish kamerasining turiga ham bog'liq. Ajratilgan yonish kamerali dizellarda qarshiliklar katta bo'lgani uchun p_m ham katta bo'ladi. Dizellarda yonilg'i uzatish apparati ishqalanish juftlarining soni, dvigatelning texnik holati (silindrlar blokida va kallagida qurum borligi, silindr qobirg'alarida changning bo'lishi), sovituvchi suv va moyning harorati ham mexanik yo'qotishlarning o'rtacha bosimiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli dvigatelning normal

ishlashi uchun talab qilinadigan sovutuvchi suv va moy harorati texnik shartlarda ko'rsatiladi.

6.2-jadval

Dvigatel turi	a	b
Karbyuratorli dvigatel		
$S/D > 1$	0,50	0,155
$S/D < 1$	0,40	0,135
Dizel		
a) ajratilmagan yonish kamerali	1,05	0,12
b) ajratilgan yonish kamerali	1,05	0,138

6.4. EFFEKTIV QUVVAT VA MEXANIK F.I.K.

Dvigatelning effektiv quvvati N_e deb, tirsakli valdan olinadigan va ish mashinasi (avtomobil, traktor) ni harakatga keltirish uchun sarflanadigan quvvatga aytiladi.

Agar indikator quvvat va mexanik yo'qotishlarga sarflanadigan quvvat ma'lum bo'lsa, effektiv quvvat quyidagicha hisoblanadi:

$$N_e = N_i - N_m,$$

yoki o'rtacha effektiv bosim: $p_e = p_i - p_m$.

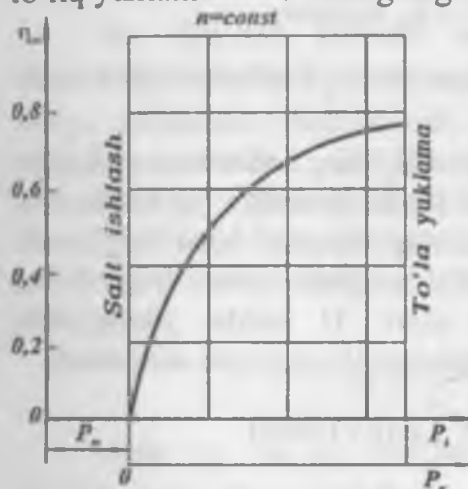
Agar p_e ma'lum bo'lsa, effektiv quvvat quyidagi formula yordamida topiladi:

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

p_e - effektiv bosim, silindrning hajm birligiga to'g'ri keladigan siklning ishini ifodalaydi, u o'zgaras bo'lib, bunda porshenning bir yo'lida gazlar bajargan ish siklda bajarilgan effektiv ishga teng bo'ladi. Agar indikator quvvat va bosim hamda effektiv quvvat va bosim ma'lum bo'lsa, mexanik F.I.K. quyidagicha aniqlanadi;

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \text{ ёки } \eta_m = \frac{p_e}{p_i}.$$

Mexanik F.I.K. dvigatel yuklamasiga bog'liq bo'lib, yuklama oshgan sari η_m ning qiymati kattalashadi. chunki issiqlikning ko'p qismi effektiv ishga aylanadi. Ushbu bog'lanish 6.6-rasmda ko'rsatilgan. p_e bosim dvigatelga berilgan yuklamani ko'rsatadi. Yuqorida aytganimizdek, dvigatel salt ishlaganda $P_i = P_m$ va N_e , p_e , $\eta_e = 0$ bo'ladi. Yuklama oshgan sari mexanik F.I.K. kattalashib, dvigatelning to'liq yuklamasida o'zining eng katta qiymatiga erishadi.



6.6-rasm. Mexanik F.I.K. (η_m)
ning yuklamaga bog'liqligi

Effektiv quvvat va mexanik yo'qotishlar dvigatelni tormozlash stendida sinash yo'li bilan aniqlanadi. so'ngra mexanik F.I.K. topiladi.

6.3-jadvalda nominal rejimda ishlayotgan turli dvigatellar uchun o'rtacha effektiv bosim va mexanik F.I.K.ning qiymatlari keltirilgan.

6.3-jadval

Dvigatel turi	η_m	p_e , MPa
Karbyuratorli dvigatellar	0,7 ... 0,85	0,75 ... 0,95
Dizellar (nadduvsiz)	0,7 ... 0,82	0,6 ... 0,85
Nadduvli dizellar	0,8 ... 0,9	1,0 va yuqori

6.5. YONILG'I SARFI VA F.I.K.

Barcha turdagi dvigatellarning afzalliklari yonilg'ining solishtirma sarfi bilan taqqoslanadi. Shu sababli dvigatel sifatini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri quvvat yoki tezlik birliklariga to'g'ri keladigan yonilg'i sarfi yoxud uning

tejamlliligidir. Yonilg'ining sarfi yoki tejamlliligi dvigatelni stendda sinash vaqtida ma'lum vaqt oralig'ida sarf bo'lgan yonilg'i miqdori bilan o'lchanadi.

Dvigatelni sinash ma'lum tezlik yoki yuklama rejimlarida olib boriladi (ya'ni $p_e = \text{const}$ yoki $n = \text{const}$). O'lchashlar natijasida bir soat mobaynida sarf bo'lgan yonilg'i miqdori G_{yo} topiladi.

$$G_{yo} = \frac{\Delta q}{\tau} \cdot 3,6, \text{ kg/soat};$$

bu yerda Δq - o'lchanayotgan yonilg'i miqdori, g; τ - sarf vaqti, s.

Dvigatelning tejamlliligi yonilg'ining solishtirma sarfi bilan tavsiflanadi va u 1 kVt yoki 1 o.k. quvvatga bir soatda sarf bo'lgan yonilg'ining grammlardagi miqdori bilan belgilanadi. Yonilg'ini solishtirma sarfini aniqlash uchun dvigatelning quvvati ma'lum bo'lishi shart. U holda yonilg'ining solishtirma indikator sarfi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$q_i = \frac{G_{yo}}{N_i} \cdot 10^3, \text{ g/(kVt} \cdot \text{soat)}.$$

Yonilg'ining solishtirma effektiv sarfi:

$$q_e = \frac{G_{yo}}{N_e} \cdot 10^3, \text{ g/(kVt} \cdot \text{soat)}.$$

Mexanik F.I.K. ma'lum bo'lsa, q_e ni quyidagi ifoda orqali ham topish mumkin:

$$q_e = \frac{q_i}{\eta_m}, \text{ g/(kVt} \cdot \text{soat)}.$$

Haqiqiy sikllarda yonilg'ining yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlikdan foydalanish darajasi indikator F.I.K. orqali baholanadi va u yonilg'ining solishtirma indikator sarfi ma'lum bo'lsa, quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

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

bu yerda: 3600 kJ/kVt - ko'chirish koeffitsiyenti; H_u MJ/kg da q , g/(kVt·soat) da ifodalangan.

Indikator F.I.K. η_i ning qiymati termik F.I.K.ning qiymatidan doimo kichik bo'ladi, chunki siklning nomukammalligi natijasida qo'shimcha yo'qotishlar hosil bo'ladi. Bu farq nisbiy F.I.K. η_n orqali ifodalanadi.

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

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, siklda issiqlikdan foydalanish qanchalik mukammal tashkil qilingan bo'lsa, η_n birga shunchalik yaqinlashadi, ya'ni haqiqiy sikl nazariy siklga yaqinlashadi. Bu jihatdan dizellar karbyuratorli dvigatellarga nisbatan birmuncha afzalliklarga ega.

Effektiv ishga aylangan issiqlikning ulushi effektiv F.I.K. orqali belgilanadi. U ham yuqoridagi ifodalar kabi aniqlanadi:

$$\eta_e = \frac{3600}{H_u \cdot g_e}.$$

Agar η_i va η_n ma'lum bo'lsa, η_e quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_n.$$

Nominal rejimda ishlayotganda avtomobil dvigatellari uchun yonilg'ining solishtirma sarti, indikator va effektiv F.I.K. larning qiymati 6:4-jadvalda keltirilgan.

6.4-jadval

Dvigatel turi	Yonilg'ining solishtirma sarti			
	g g/(kVt·soat)	g_e g/(kVt·soat)	η_i	η_e
Karbyuratorli	245 - 300	330 - 325	0,28 - 0,35	0,25 - 0,29
Tezyurar dizellar	175 - 205	220 - 240	0,42 - 0,48	0,35 - 0,40
Gaz bilan ishlaydigan	-	-	0,28 - 0,33	0,23 - 0,26

Siklda issiqlikdan samarali foydalanish uchun unga ta'sir qiluvchi omillarni bilib olish kerak. Faqat bu omillarga ta'sir qilibgina indikator F.I.K. ning qiymatini oshirish mumkin. Bu jihatdan, indikator F.I.K. ni topish uchun indikator diagrammadan foydalanish qulay, chunki bu holda diagramma orqali indikator ish L , oson aniqlanadi. Demak, indikator ish ma'lum bo'lsa, η , ni quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

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

Indikator ishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$L_i = P_i \cdot V_h$$

Ish hajmi V_h ni xarakteristik tenglama orqali M_1 mol yangi zaryad va atmosfera sharoiti p_0 va T_0 uchun quyidagicha aniqlaymiz:

$$V_h = 8314 \frac{M_1 T_0}{p_0 \eta_i}$$

Bu holda L_i quyidagicha ko'rinishga keladi:

$$L_i = 8314 \frac{p_i}{p_0} \cdot \frac{M_1 T_0}{\eta_i}$$

Demak, indikator F.I.K.

$$\eta_i = 8314 \frac{p_i}{p_0} \cdot \frac{M_1}{H_u} \cdot \frac{T_0}{\eta_v} \text{ bo'ladi.}$$

Dizel uchun $M_1 = \alpha L_0 = \frac{cd_0}{\mu_h}$ va $\mu_h R = 8314$ ekanligini

hisobga olsak, yuqoridagi ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\eta_i = 8314 \frac{p_i \alpha \cdot l_0}{R \mu_h \rho_0 H_u \eta_i} = \frac{p_i \alpha \cdot l_0}{H_u \cdot \eta_i \cdot \rho_0}$$

Agar p_i bar va H_u MJ/kg deb olinsa, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\eta_i = \frac{\alpha l_0 p_i}{10 H_u \cdot \eta_i \rho_0}$$

Indikator F.I.K. ma'lum bo'lsa, yonilg'ining solishtirma indikator sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$g_i = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_i} \text{ yoki } g_i = \frac{3600 \rho_0 \eta_i}{\alpha l_0 \cdot p_i}, \text{ g/(kVt soat)}.$$

Nadduvli dvigatel uchun $p_0 = p_x$ bo'ladi. Yonilg'ining solishtirma effektiv sarfi $g_e = \frac{g_i}{\eta_m}$ va o'rtacha effektiv bosimi

$p_e = p_i \eta_m$ ekanligini hisobga olib, yonilg'ining effektiv sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$g_e = 3600 \frac{\rho_0 \eta_i}{\alpha l_0 p_e}, \text{ g/(kVt soat)}.$$

6.6. YONILG'INING SOLISHTIRMA SARFI VA DVIGATEL QUVVATIGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR

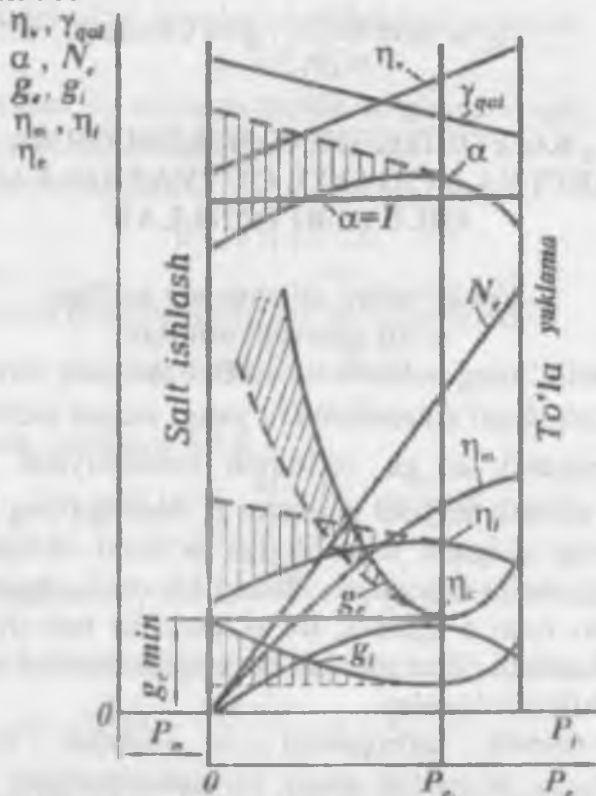
Yonilg'ining solishtirma sarfiga ta'sir qiluvchi omillar

Yonilg'ining solishtirma sarfini aniqlash formulalarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, u yangi zaryad zichligi ρ_0 ga, uning miqdori αl_0 ga, to'ldirish koeffitsiyenti η_i ga va o'rtacha effektiv p_e yoki indikator p_i bosimga bog'liqdir. Bu omillarning dvigatel tejamliligiga ta'sirini alohida-alohida tekshirish ancha murakkab, chunki bir omil o'zgarishi bilan boshqalari ham o'zgaradi. Bu o'zgarishlar turli dvigatellarda har xil kechadi. Shu sababli bu omillar ta'sirini yuklamalar orqali tahlil qilish qulay.

6.7-rasmda karbyuratorli va uchqun bilan o'tildiriladigan dvigatellar asosiy ko'rsatkichlarining $n = const$ bo'lgandagi yuklamaga qarab o'zgarish xususiyati ko'rsatilgan.

Dvigatel salt ishlaganda o'rtacha effektiv bosim p_e va F.I.K. $\eta_e = 0$ bo'ladi, chunki $p_i = p_m$ ya'ni indikator ish ishqalanishga, gaz almashuviga va qo'shimcha mexanizmlarni

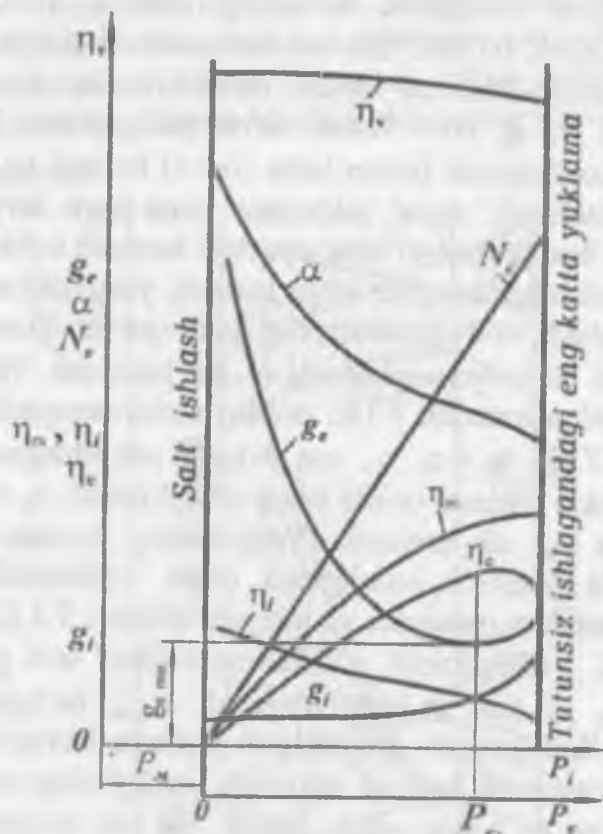
harakatga keltirishga sarflanadi. Bundan tashqari, to'ldirish ko'effitsiyenti η_v eng kichik qiymatga ega bo'ladi. Drossel-to'smaqopqoq ochila boshlashi bilan to'ldirish ko'effitsiyenti ham o'sa boshlaydi va to'smaqopqoq to'la ochilganda o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Bu vaqtda dvigatel eng katta yuklama bilan ishlaydi, demak, dvigateldan eng katta quvvatni olish uchun drossel-to'smaqopqoq to'la ochiq bo'lishi kerak. Yuklama kamayishi bilan qoldiq gazlar ko'effitsiyenti γ_{qol} ortadi hamda yonilg'ining yonish sharoiti yomonlashadi.



6.7-rasm. Karbyuratorli va uchqun hamda alanga bilan o'ti oldiriladigan dvigatellar asosiy ko'rsatkichlarining yuklamaga qarab o'zgarishi ($n = \text{const}$)

Drossel-to'smaqopqoq qiya yopilgan sharoitda yonuvchi aralashma yonishi uchun aralashmani quyuqlashtirish, ya'ni yonilg'ini ko'proq berish kerak, bu esa karbyuratori maxsus usulda sozlash orqali amalga oshiriladi. 6.7-rasmdan ko'rinib turibdiki, dvigatel kichik yuklamalarda ishlaganda havoning ortiqlik koefitsiyenti birdan kichik bo'ladi. Bu esa karbyuratorli dvigatellarning asosiy kamchiliklaridan biridir, chunki bunday sharoitda η , kamayadi va g_c ortib ketadi. O'rta yuklamalarda havoning ortiqlik koefitsiyenti birdan katta ($\alpha > 1$) bo'ladi va dvigatel tejamli ishlaydi. Agar yuklamani yana ham ko'paytirish kerak bo'lsa, drossel-to'smaqopqoqni kattaroq ochish kerak. Shu vaqtda ekonomayzer ishga tushadi, yonuvchi aralashma quyuqlashadi va dvigateldan eng katta quvvat olinadi, lekin tejamlilik bir oz yomonlashadi, α esa pasayadi. Yuklama p_c oshishi bilan mexanik F.I.K. noldan maksimumgacha o'sadi. Effektiv F.I.K. $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$ esa dvigatel salt ishlaganda nolga teng bo'ladi, yuklama ortishi bilan u ham ortadi. η_e maksimal qiymatga p_{e1} da erishadi. Yuklamaning bundan keyingi oshirilishi yonilg'i issiqligidan chala foydalanishga olib keladi, bunda η_i pasayadi va natijada effektiv F.I.K. η_e ham pasayadi. Yonilg'ining solishtirma effektiv sarfi g_e effektiv F.I.K. η_e ga mos ravishda o'zgaradi. $\eta_{e\max}$ bo'lganda g_{emin} bo'ladi. Karbyuratorli dvigatellarda yuklama kamayishi bilan η_i ham kamayadi, buning natijasida yonilg'ining solishtirma sarfi g_i va g_e keskin oshib ketadi. Bu esa dvigatellarning asosiy kamchiligidir, chunki ish sharoitlarida (ish vaqtining 70%) drossel-to'smaqopqoq chala yopiq holda bo'ladi. Bunda yuklama p_{e1} dan kichik bo'ladi va natijada yonilg'ining solishtirma sarfi oshadi. Bu kamchilikni yo'qotish maqsadida karbyuratorli dvigatellarda ham dizeldagi kabi suyuq aralashmani ($\alpha > 1$) yondirish usuli ishlab chiqilgan. Buni alanga bilan o't oldirish usuli, deb ataladi. Bunday usulda o't

oldiriladigan dvigatelning tavsifi shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan (6.7-rasm). Ko'rinib turibdiki, bu turdagi karbyuratorli dvigatelning ko'rsatkichlari η , g_e , g_i juda ham mukammal va dizelnikiga yaqindir, chunki bunday sharoitda yonilg'i to'la yonadi.



6.8-rasm. Dizel ko'rsatkichlarining yuklamaga qarab o'zgarishi

Dizel asosiy ko'rsatkichlarining $n = const$ bo'lgandagi yuklamaga qarab o'zgarish xususiyati 6.8-rasmda ko'rsatilgan. 6.7-va 6.8-rasmlarni tahlil qilib, dizelda to'ldirish koeflitsiyenti η ning, havoning ortiqlik koeflitsiyenti

α ning indikator F.I.K. η_i ning va yonilg'ining indikator solishtirma sarfi g_i ning yuklamaga bog'liqlik xususiyati karbyuratorli dvigatellarnikiga qaraganda butunlay boshqacha ekanligini ko'ramiz. Dizelda yuklama oshganda quyidagilar sodir bo'ladi: to'ldirish koeffitsiyenti η_i bir oz kamayadi, chunki yuklama oshganda zaryadning qizishi kuzatiladi; havoning ortiqlik koeffitsiyenti $\alpha = 1.4 \dots 1.2$ oralig'ida o'zgaradi; indikator F.I.K. η_i ning qiymati 0,5 dan 0,4 gacha pasayadi; yonilg'ining indikator solishtirma sarfi g_i bir oz kattalashadi. Dizelda yuklamani kamaytirish uchun purkalayotgan yonilg'i miqdori kamaytiriladi, natijada α ning miqdori kattalashadi. Bu esa yonish jarayonini yu.ch.n. yaqinida tugallashga olib keladi, yonilg'ining ko'pgina qismi o'zgarmas hajmda yonadi, natijada issiqlikdan foydalanish yaxshilanadi (η_i kattalashadi, g_i pasayadi). Dizel boshqa ko'rsatkichlari (N_e , η_m , η_e va g_e) ning o'zgarish xususiyati xuddi karbyuratorli dvigateldagidek bo'ladi.

Dizelning effektiv F.I.K. η_e va solishtirma sarfi g_e o'zining maqbul qiymatiga g_e yuklamada (80 - 85%) erishadi. Dizeldan katta yuklama olish talab qilinganda purkalayotgan yonilg'ining miqdori yana ham oshiriladi. Bunda α ning qiymati kichiklashadi ($\alpha = 1.4 \dots 1.2$), natijada aralashma hosil qilish va yonish jarayonlari yomonlashadi. Bunday sharoitda indikator F.I.K. keskin kamayadi, bu kamayish mexanik F.I.K.ning ortishi bilan kompensatsiyalanmaydi, natijada yonilg'ining solishtirma sarfi (g_i , g_e) ortadi. Shu sababli dizellarda yuklamaning oshish chegarasi qilib ishlatilgan gazlarda tutun paydo bo'lish vaqti olingan. Dizelning bundan ortiq yuklamada ishlashiga yo'l qo'yish maqsadga muvofiq emas.

Dizellarning karbyuratorli dvigatellarga nisbatan eng asosiy afzalligi ularning o'rta va kichik yuklamalarda kam yonilg'i

sarflashidir (30-35%), chunki α ning katta qiymatlarida ham yonish to'la ta'minlanadi.

Dvigatelning quvvatiga ta'sir qiluvchi omillar

Dvigatelning quvvatiga asosan quyidagi omillar ta'sir qiladi; o'rtacha indikator bosim p_i ; silindr diametri D ; porshen yo'li S ; aylanishlar chastotasi n va taktlar soni τ .

. Agar $\eta_i = \frac{\alpha_0 p_i}{10 H_u \rho_0 \eta_i}$ va $p_i = \eta_m \cdot p_e$ ekanligini e'tiborga

olsak, u holda indikator va effektiv quvvatlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

va $N_e = N_i \cdot \eta_m$ bo'lgani uchun:

$$N_e = \frac{1}{30} \cdot \frac{H_u}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_v \cdot \eta_m \cdot \rho_0 \cdot i \cdot V_h \cdot \frac{n}{\tau}, \text{ kVt bo'ladi.}$$

bu yerda H_u - MJ/kg da, V_h - l da va n - min^{-1} da berilgan.

Yuqoridagi tenglamani tahlil qilish dvigatelning quvvati silindrlar soni i va ish hajmi V_h ga to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatadi. Lekin quvvatni bu usul bilan oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki u dvigatelning massasi va gabarit o'lchamlarining o'sishiga olib keladi. Shuning uchun quvvatni oshirishning shunday usullarini topish kerakki, ular ish hajmi birligiga to'g'ri keladigan quvvatni oshirsin.

Turli xildagi dvigatellar loyihalarining mukammalligini bir litr ish hajmidan olinadigan quvvat bilan baholash qabul qilingan. Litrli quvvatni quyidagicha aniqlash mumkin:

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

Bu tenglama dvigatelning litrli quvvatiga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni tahlil qilishga yordam beradi.

Izlanishlar litrli quvvatga asosan quyidagi omillar ta'sir qilishini ko'rsatadi: n - aylanishlar chastotasi; τ - taktlar soni; η_1/α - nisbat; ρ_0 - havoning zichligi va boshqalar. $\frac{H}{l_0}$

qiymat amalda N_1 ga ta'sir ko'rsatmaydi, chunki H_u va l_c kattaliklar - suyuq yonilg'ilar uchun o'zgarmas.

Dvigatelning litrli quvvatini oshirish usullaridan asosiysi uning aylanishlar chastotasini oshirishdir.

Aylanishlar chastotasining eng katta qiymati yonish jarayonining qoniqarli kechishi, dvigatel asosiy detallarining yeyilishi va porshenning o'rtacha tezligi bilan chegaralanadi. Yuk avtomobil dvigatellari uchun porshenning o'rtacha tezligi $v_p=9\ldots 11$ m/s, yengil avtomobil dvigatellari uchun esa $v_p=11\ldots 15$ m/s ni tashkil etadi.

Yonish jarayonini dvigatelning juda katta aylanishlar chastotasida ($n=12000\ldots 14000\text{ муш}^{-1}$) ham qoniqarli tashkil qilish mumkin. Porshenning o'rtacha tezligini esa qisqa yo'lli porshen konstruksiyasini qo'llab, ma'lum chegarada saqlash mumkin. qisqa yo'lli $S/D<1$ dvigatel konstruksiyasini qo'llash qator afzalliklarni beradi. Bunda aylanishlar chastotasini oshirish; sovituvchi muhitga issiqlik berishni kamaytirish; dvigatel kallagiga katta klapanlar o'rnatish va havo o'tkazuvchi yuzalarni kattalashtirish; tirsakli valni mustahkamlash; dvigatel konstruksiyasini ixchamlash; dvigatel vaznini kamaytirish mumkin.

Dvigatelning litrli quvvatini oshirishning yana bir usuli silindrga kirayotgan havoning zichligini oshirishdan iborat. Bunga esa nadduv qo'llab erishiladi. Bu usul bilan dvigateldan olinayotgan quvvatni 70% gacha oshirish mumkin. Dvigatel tog'li rayonlarda ishlaganda havo zichligi r_0 ning pasayishini ham hisobga olish kerak. Agar r_0 ning pasayishi nadduv bilan kompensatsiyalanmasa, dvigatelning quvvati balandlikka ko'tarilishi bilan keskin pasayadi. Bu holda dvigatelning quvvatini oshirish uchun ko'proq yonilg'i berishga to'g'ri keladi. natijada α ning

miqdori kichiklashadi, yonilg'i chala yonadi va dvigatel qizib ketadi, suv esa qaynay boshlaydi va dvigatelni to'xtatib sovitish kerak bo'ladi. Bu hodisa, ayniqsa, eski konstruksiyali dvigatellarda ko'proq sodir bo'ladi.

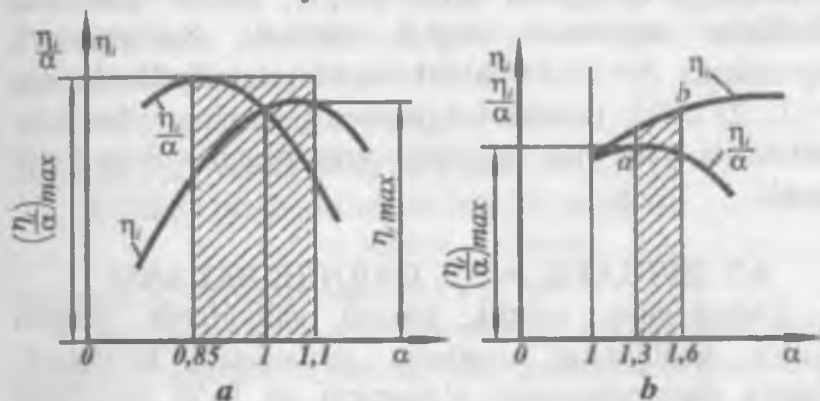
Taktlar soni r dvigatelning quvvatiga katta ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillardan biridir. To'rt taktli sikl o'miga ikki taktli sikl qo'llab, dvigatelning maksimal quvvatini nazariy jihatdan ikki baravar oshirish mumkin. Lekin amalda bunday bo'lmaydi, chunki ikki taktli dvigatelda gaz almashish jarayoni porshenning p.ch.n. atrofidagi harakatida amalga oshiriladi va ish hajmining bir qismi bu jarayonda yo'qotiladi. Bundan tashqari, kompressorni harakatga keltirish uchun indikator quvvat sarflanadi. Sikllar soni ikki marta ko'p bo'lgani uchun dvigatel qiziydi, shu sababli purkalayotgan yonilg'i miqdori chegaralangan bo'ladi. Natijada litrli quvvat faqat 40...60% ga ortadi. Ikki taktli dizellarning ishlash muddati qisqa bo'ladi, shu sababli ishlab chiqarilmaydi.

Mexanik F.I.K. qancha katta bo'lsa, litrli quvvat shuncha katta bo'ladi. Buning uchun ishqalanishga va qo'shimcha mexanizmlarni harakatlantirishga sarflanadigan quvvatni kamaytirish kerak. Shu sababli detallarning tayyorlanish va dvigatelni yig'ish sifat katta ahamiyatga ega. Eksploatatsiya sharoitlarida moyning naviga va haroratiga hamda texnik talablarga rioya qilish zarur.

$\frac{\eta_i}{\alpha}$ qiymat dvigatelda ish jarayonining yaxshi yoki yomon tashkil etilganligini tavsiflaydi. Dvigatel quvvatini oshirish uchun $\frac{\eta_i}{\alpha}$ nisbat mumkin qadar katta bo'lishi kerak.

Bu qiymatning yonuvchi aralashma tarkibi α ga bog'liq ravishda o'zgarish xususiyati karbyuratorli dvigatel uchun 6.9-rasm. a da berilgan.

Karbyuratorli dvigatellarda $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ bo'lganda indikator F.I.K. eng katta qiymatga erishadi. $\frac{\eta_i}{\alpha}$ nisbat esa $\alpha = 0,85 \dots 0,90$ bo'lganda o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Dvigatel $\alpha = 0,85 \dots 1,15$ oraliqda ishlaganda uning ko'rsatkichlari maqbul qiymatlarga ega bo'ladi va u karbyuratorni sozlash diapazonini belgilaydi (shtrixlangan yuza), α ning bundan boshqa qiymatlarida dvigatelning ko'rsatkichlari keskin yomonlashadi.



6.9-rasm. Yonuvchi aralashma tarkibining dvigatel quvvatiga va tejamliligiga ta'siri:

a - karbyuratorli dvigatel; *b* - dizel

6.9-rasm, *b* da dizellar uchun η_i va $\frac{\eta_i}{\alpha}$ larning α ga bog'liqligi ko'rsatilgan. Dizellarda $\frac{\eta_i}{\alpha}$ nisbat o'zining eng katta qiymatiga $\alpha = 1,2 \dots 1,4$ bo'lganda erishadi. α ning bundan keyingi kamayishi yoki ortishida bu nisbat pasaya boshlaydi. Agar yonuvchi aralashmalarda $\alpha < 1,2$ bo'lsa, yonish jarayoni keskin yomonlashadi, ishlatilgan gazlarda tutun paydo bo'ladi va dvigatelning o'ta qizishi kuzatiladi. Demak, α ning eng kichik qiymati *a* nuqta bilan chegaralanishi lozim. α ning 1,4 dan katta qiymatlarida

indikator F.I.K. kattalashadi, lekin $\frac{\eta}{\alpha}$ qiymat sekin-asta kichiklashadi. Shu sababli α ning yuqori qiymati b nuqta bilan chegaralanib, bunda dizel maqbul ko'rsatkichlarga erishadi.

Barcha dvigatellarda to'ldirish koeffitsiyentini mumkin qadar oshirishga harakat qilish kerak, chunki u litrli quvvatga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Karbyuratorli dvigatellarning litrli quvvati dizellarnikiga qaraganda ancha yuqori, chunki dizellarda aylanishlar chastotasi kichik bo'ladi. Karbyuratorli dvigatellarda $N_f = 20 \dots 35$ kVt/l, nadduvsiz dizellarda esa $N_f = 13 \dots 23$ kVt/l. Bundan kelajakda dizellarning aylanishlar chastotasini yana ham oshirish zarur degan xulosa kelib chiqadi.

6.7. DVIGATELNING ISSIQLIK BALANSI

Dvigatelning issiqlik balansi silindrlarda yongan yonilg'i issiqligining nimalarga sarflanishini ko'rsatadi. Dvigatel konstruksiyasini o'zgartirib va ba'zi omillarga ta'sir qilib issiqlikdan foydalanishni yaxshilash mumkin.

Dvigatelning issiqlik balansi uni stendda har xil sharoitlarda sinash natijasida olinadi. Buning uchun dvigatelning effektiv quvvati, yonilg'i va suvning soatli sarti, dvigatelga kirayotgan va undan chiqayotgan suvning harorati, ishlatilgan gazlarning va yangi zaryadning harorati o'lchanishi shart. Bu holda issiqlik balansi formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q_u = Q_e + Q_{sov} + Q_{ig} + Q_{ch, y} + Q_{qul}$$

bu yerda Q_u - dvigatelga berilgan issiqlikning umumiy miqdori; Q_e - dvigatelning effektiv ishiga sarflangan issiqlik; Q_{sov} - sovutuvchi muhitga berilgan issiqlik; Q_{ig} - ishlatilgan gazlar bilan chiqib ketgan issiqlik; $Q_{ch, y}$ - chala yonish natijasida ajralib chiqmagan issiqlik; Q_{qul} - issiqlik

balansining qoldiq qismi, u hisobga olinmagan issiqlik sarfini (moyga beriladigan issiqlik va h.k.ni) bildiradi.

Issiqlik balansining har bir tashkil etuvchisini dvigatelga kiritilgan umumiy issiqlik miqdori Q_n ga bo'lsak, issiqlik balansining tashkil etuvchilari foiz hisobida ifodalanadi:

$$q_c = \frac{Q_c}{Q_n} \cdot 100\%, \quad q_{sov} = \frac{Q_{sov}}{Q_n} \cdot 100\% \text{ va hokazo.}$$

$$\text{Bu holda } q_n = q_c + q_{sov} + q_{ig} + q_{chiyo} + q_{qol} = 100\%$$

Bir soat davomida dvigatelga berilgan issiqlikning umumiy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_n = H_n G_{yo}, \text{ kJ/soat;}$$

bu yerda G_{yo} - yonilg'ining bir soatlik sarfi.

Effektiv ishga sarflangan issiqlik miqdori:

$$Q_c = 3600 N_e, \text{ kJ/soat;}$$

bu yerda N_e - effektiv quvvat, kVt.

Sikl davomida sovituvchi muhitga berilayotgan issiqlik miqdorini aniqlash uchun bir soat davomida dvigatel orqali o'tgan suvning miqdori G_{suv} , dvigatelga kirayotgan va chiqayotgan suvning haroratlari t_{kir} va t_{chiq} ma'lum bo'lishi kerak. Bu holda:

$$Q_{sov} = 4,186 G_{suv} (t_{chiq} + t_{kir}), \text{ kJ/soat.}$$

bu yerda: 4,186-suvning issiqlik sig'imi. kJ/kg·grad. Ishlatilgan gazlar bilan chiqib ketgan issiqlik miqdori Q_i ni aniqlash uchun quyidagilar topiladi:

a) $G_{yo} \cdot M_2 \cdot \mu \cdot C_p \cdot t_g - 1$ soat davomida silindrdan ishlatilgan gazlar bilan chiqib ketgan issiqlik miqdori, kJ/soat;

b) $G_{yo} \cdot M_1 \cdot \mu \cdot C_p \cdot t_0 - 1$ soat davomida silindrga yangi zaryad bilan kiritilgan issiqlik miqdori, kJ/soat;

v) t_g - ishlatilgan gazlarning chiqarish quvuridan keyin o'lchangan harorati, °S;

g) t - dvigatel silindriga kirgan yangi zaryadning harorati, °S.

Yonilg'ining chala yonishi natijasida ajralib chiqmagan issiqlik miqdori Q_{chyo} odatda, $\alpha > 1$ bo'lsa, alohida hisoblanmaydi va Q_{qol} ga qo'shiladi, ya'ni:

$$Q_{qol} = Q_u - (Q_e + Q_{vov} + Q_{ig}).$$

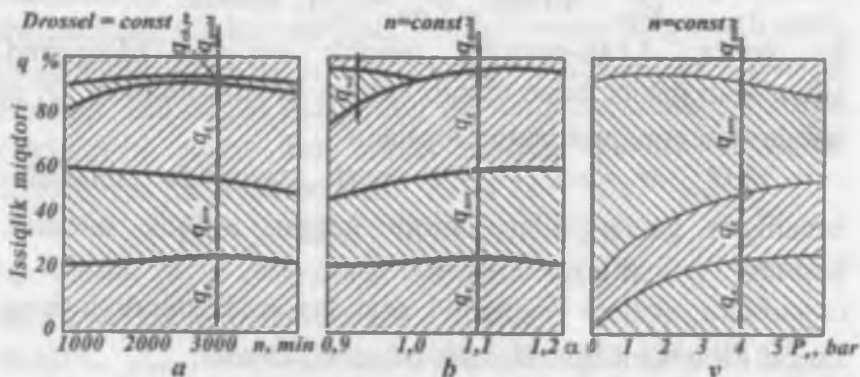
Dvigatelni sinashda $\alpha < 1$ bo'lsa, yonilg'ining chala yonishi natijasida ajralib chiqmagan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{ch,vo} = \Delta H_u \cdot G_{vo}.$$

Bu holda:

$$Q_{qol} = Q_u - (Q_e + Q_{ov} + Q_{ig} + Q_{ch,vo}).$$

Karbyuratorli dvigatelning drossel to'smaqopqog'i to'liq ochib ishlatilganda issiqlik balansining aylanishlar chastotasiga qarab o'zgarish xususiyati 6.10-rasm, a da ko'rsatilgan. Aylanishlar chastotasi 1000 min⁻¹ dan 4200 min⁻¹ gacha oshganda foydalaniladigan effektiv issiqlik g_e 24% dan 27,5% gacha ortadi; sovituvchi suvga beriladigan issiqlik miqdori esa 36% dan 27% gacha kamayadi; ishlatilgan gazlar olib ketgan issiqlik miqdori sezilarli darajada ortadi.



6.10-rasm. Dvigatelning issiqlik balans:

a, b-karbyuratorli dvigatel; v-dizel

Aralashma tarkibi α ning issiqlik balansiga ta'siri 6.10-rasm, *b* da ko'rsatilgan. Grafiklardan ko'rinib turibdiki, $\alpha = 1,1 \dots 1,15$ bo'lganda issiqlikdan samarali foydalaniladi, $\alpha = 0,85$ bo'lganda esa chala yonish natijasida issiqlikning 20% i yo'qotiladi.

Dizel issiqlik balansining yuklama bo'yicha o'zgarishi 6.10-rasm, *v* da tasvirlangan. Dizellarda yuklama ortishi bilan q_e , q_{ig} ning qiymatlari ortadi, q_{sov} esa sezilarli darajada kamayadi.

Dvigatellar nominal rejimda ishlaganda ularning issiqlik balansi (% hisobida) 6.5-jadvalda berilgan.

6.5-jadval

Dvigatel turi	$q_e = \eta_e$	q_{sov}	q_{ig}	$q_{ch.yo.}$	q_{qol}
Karbyuratorli dvigatel	21...28	12...27	30...55	0...45	3...10
Dizel:					
nadduvsiz	29...42	15...35	25...45	0...5	2...5
nadduvli	35...45	10...25	25...40	25...40	2...5

VII BOB. UCHQUN BILAN O'T OLDIRILADIGAN DVIGATELLARDA ARALASHMA HOSIL QILISH

7.1. GIDRODINAMIKADAN QISQACHA MA'LUMOT

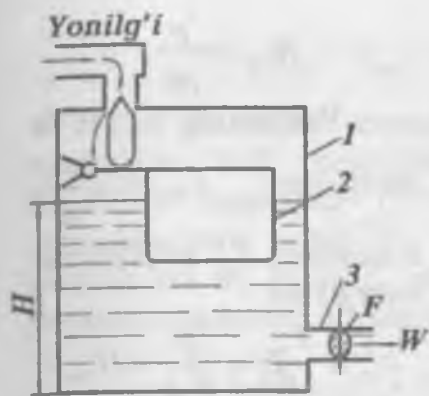
Karbyurator uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarning asosiy agregatlaridan biri bo'lib, unda dvigatelning ish rejimlariga mos holda yonuvchi aralashma tayyorlanadi va silindrlarga beriladi. Dvigatel hosil qiladigan quvvat va uning tejamliligi karbyuratorning to'g'ri rostlanganligiga, ya'ni ishlash sifatiga bog'liq.

Havo tozalagichdan o'tgan havo katta tezlik bilan karbyuratorning diffuzori (tor qismi) dan o'tayotganida purkagichdan chiqayotgan yonilg'ini to'zitadi va u bilan aralashib, ish aralashmasini hosil qiladi. Karbyurator quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

- bir jinsli yonuvchi aralashma hosil qilishi;
- barcha yuklama va tezlik rejimlarida zarur tarkibli yonuvchi aralashma hosil qilishi;
- qisqa vaqt ichida dvigatelning kerakli ish rejimini ta'minlashi;
- tuzilishi oddiy va ekspluatatsiya qilish qulay bo'lishi kerak.

Karbyuratsiya jarayonini o'rganish havoning diffuzor orqali, yonilg'ining esa jiklyordan o'tish sharoitlarini ko'rib chiqishni talab qiladi. Shu sababli, quyida gidrodinamika kursidan ma'lum bo'lgan suyuqliklarning oqish xossalriga tegishli ma'lumotlarni keltiramiz.

Suyuqlikning idishdan oqib chiqishi. 7.1-rasmda karbyurator qalqovuchli kamerasidan suyuqlikning oqib chiqish jarayoni tasvirlangan. Bunday kameralarda sath N o'zgarmas bo'lganidan suyuqlikning oqib chiqish tezligi ham o'zgarmaydi va bu harakat turg'un harakat deyiladi.



7.1-rasm. Suyuqlikni idishdan oqib chiqish sxemasi

bu yerda ρ - suyuqlikning zichligi, kg/m^3 . O'zgaruvchan kesimli naycha orqali oqib o'tayotgan suyuqlikning istalgan kesimidagi tezlik quyidagicha aniqlanadi:

$$W_2 = \frac{F_1 \cdot W_1}{F_2}$$

Suyuqlikning energiyasi E_s umumiy holda holat energiyasi E_{hol} , bosim energiyasi E_{bos} va kinetik energiya E_{kin} yig'indisidan iborat, ya'ni $E_s = E_{\text{hol}} + E_{\text{bos}} + E_{\text{kin}}$.

Harakatlanayotgan suyuqlik energiyasining balansini tuzish uchun solishtirma energiya $e = \frac{F}{G}$ tushunchasidan

foydalanamiz. Suyuqlikning to'la energiyasini quyidagi sxema (7.2-rasm)dan aniqlash mumkin. Buning uchun idish ostidan gorizontallik tekisligini o'tkazamiz va hisobni shu tekislikka nisbatan olib boramiz.

A zonadagi suyuqlik zarralarining x tekislikka nisbatan to'la holat energiyasi $E_{\text{hol}} = GZ$; bu yerda G - og'irlik kuchi birligi; Z - A nuqtaning geometrik balandligi, m. Demak, holatning solishtirma energiyasi A nuqtaning geometrik balandligiga teng.

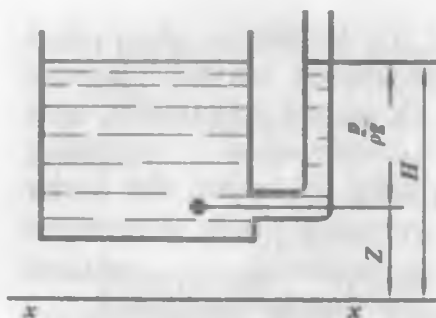
Kuzatilayotgan A zonadagi zarrachalar atrof-dagi suyuqlik ustunining bosimi ostida bo'ladi va bu bosim quyidagicha hisoblanadi:

Uchlik 3 dagi oqimning ixtiyoriy joyidan tekislik o'tkazamiz, agar kuzatilayotgan oqimning tezligi W bo'lsa, shu kesim yuzasidan oqib o'tayotgan suyuqlikning miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = FW, \text{ m}^3/\text{s}$$

yoki

$$Q = FW \cdot \rho, \text{ kg/s;}$$



7.2-rasm. Suyuqlikning to'la energiyasini aniqlash

$$H_{hin} = \frac{p}{\rho g}$$

Bosimning to'la

energiyasi: $E_{bos} = G \frac{p}{\rho g}$;

bosimning solishtirma energiyasi:

$$e_{bos} = \frac{E_{bos}}{G} = \frac{p}{\rho g} = H_{hin}$$

Holat va bosim solishtirma energiyalarining yig'indisi solishtirma potensial energiya yoki pyezometrik bosim deyiladi va N harfi bilan belgilanadi, ya'ni $H = e_{hol} + e_{bos}$. Pyezometrik bosim xx tekisligidan pyezometrda suyuqlik sathigacha bo'lgan suyuqlik ustunining balandligiga teng, ya'ni

$$H = Z + \frac{p}{\rho g}, \text{ m.}$$

Idishdan oqib chiqayotgan suyuqlik zarrachalarining kinetik energiyasini quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$E_{kin} = \frac{mW^2}{2},$$

bu yerda: m - suyuqlik zarrachalarining massasi; W - suyuqlik zarrachalarining tezligi.

Solishtirma kinetik energiya deb ataluvchi tezlik bosimi quyidagicha hisoblanadi:

$$e_{kin} = \frac{mW^2}{2G};$$

bu yerda $G = mg$ bo'lgani uchun $e_{kin} = \frac{W^2}{2g}$ bo'ladi.

Demak, harakatda bo'lgan suyuqlikning umumiy solishtirma energiyasi quyidagicha topiladi:

$$E_1 = E_{hol} + E_{kin} + E_{kin} = Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}.$$

Endi suyuqlik zarrachalarining I-I kesimidagi 4 nuqtasidan II-II kesimidagi 2 nuqtasigacha bo'lgan harakatini kuzatamiz (7.3-rasm). 1 nuqtada suyuqlik zarrachalarining holati W_1 , p_1 va Z_1 parametrlar bilan, 2 nuqtada esa W_2 , p_2 va Z_2 bilan belgilanadi. Energiya balansi tenglamasiga asosan quyidagini yozish mumkin:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} = const.$$

Lekin aslida, suyuqlik oqqanda energiyaning ma'lum bir qismi qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'ladi. Yo'qotilgan energiya miqdorini $h_{1,2}$ bilan belgilaymiz. U holda yuqoridagi tenglama quyidagicha yoziladi:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{W_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{W_2^2}{2g} + h_{1,2}.$$

Bu tenglamalar Bernulli tenglamasi deyiladi va undagi parametrlar uzunlik birligida o'lchanadi. 7.3-rasmdagi 1-2 chiziq suyuqlik zarrachalarining harakat trayektoriyasini, 3-4

chiziq $Z + \frac{p}{\rho g}$ ga teng bo'lgan pyezometrik bosimni, 5-6

chiziq esa $Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$ ga teng to'la bosimni xarakterlaydi.

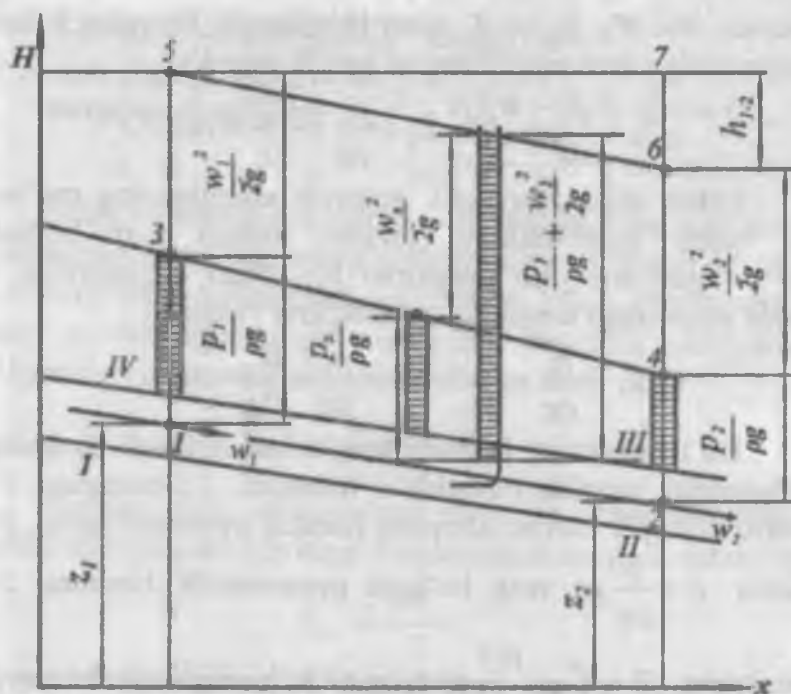
7-6 chiziq kuzatilayotgan uchastkada bosimning kamayishini ko'rsatadi.

Pyezometrik bosimning qiymati pyezometr yordamida tezlik bosimining qiymati esa Pito naychasi bilan o'lchanadi. Buning uchun Pito naychasining ochiq uchi suyuqlik oqimiga qarshi o'rnatiladi.

Pyezometrda suyuqlik ustunining balandligi $\frac{p}{\rho g}$

qiymatga, Pito naychasidagi balandlik esa to'la bosimga,

ya'ni $\frac{p}{\rho g} + \frac{W^2}{2g}$ ga to'g'ri keladi. Bu qiymatlarning ayirmasi
tezlik bosimi $\frac{W^2}{2g}$ ga teng.



7.3-rasm. Sıyuqlikning naychada harakatlanish sxemasi

Suyuqlik o'tkir qirrali teshik orqali oqib chiqayotganida siqiladi va chiqish oldidan uning ko'ndalang kesimi teshikning ko'ndalang kesimi yuzasi F dan kichik bo'ladi (7.4-rasm) hamda kesim yuzalarining nisbati siqish koeffitsiyenti orqali ifodalanadi. Suyuqlik teshik orqali oqib chiqayotganida yo'qotilgan bosim quyidagicha hisoblanadi:

$$h_{\text{jet}} = \frac{W^2}{2g},$$

$\xi = \frac{F_{sq}}{F}$ - teshikning o'tkazish kesimiga nisbatan olingan qarshilik koeffitsiyenti.

Suyuqlikning oqib chiqish tezligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

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

bu yerda $\frac{1}{\sqrt{1+\xi}} = \varphi$ bo'lib, tezlik koeffitsiyenti deb ataladi. U

holda $W = \varphi \sqrt{2gH}$ bo'ladi, $\varphi \approx 0,97$. Teshikdan oqib chiquvchi suyuqlik miqdori:

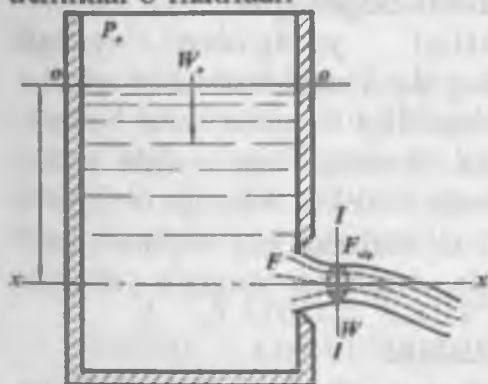
$$Q = F_{sq} \cdot W, \text{ m}^3/\text{s}$$

yoki

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

bu yerda: $\mu = \xi \cdot \varphi$ sarflanish koeffitsiyenti.

Demak, teshikning kesim yuzasi ma'lum bo'lsa, bu teshik orqali oqib chiquvchi suyuqlik miqdori sarflanish koeffitsiyenti μ bilan aniqlanadi. Oqib chiquvchi suyuqlik miqdorini oshirish uchun teshik og'ziga turli shakldagi uchliklar o'rnatiladi.



7.4-rasm. Suyuqlikning teshik orqali oqib chiqish sxemasi

Uchlik ishlatilganda suyuqlik oqimi uchlikning butun kesim yuzasini to'ldiradi va $\xi = 1$ bo'ladi, bu kesimda suyuqlik tezligining ortishi natijasida oqib chiquvchi suyuqlik miqdori ham ortadi. Demak,

uchlikdan oqib chiqayotgan suyuqlikning miqdorini aniqlash uchun sarflanish koefitsiyenti μ , teshikning kesim yuzasi F va pyezometrik bosim H ma'lum bo'lishi kerak.

7.2. YONILG'INING KARBYURATSIYALASH XOSSALARI

Karbyuratorda yonuvchi aralashma tayyorlash jarayonining sifati yonilg'ining karbyuratsiyalash xossalari deb ataluvchi xususiyatlar bilan aniqlanadi. Yonilg'ining karbyuratsiyalash xossalriga bug'lanuvchanlik, zichlik, bug'lanish issiqligi, sirt tarangligi kiradi. Bundan tashqari, karbyuratsiyalash jarayoniga havoning harorati, shu jarayonga ajratilgan vaqt, dvigatelning ish rejimi va boshqalar ta'sir qiladi.

Bug'lanuvchanlik

Bug'lanuvchanlik yonilg'ining suyuq holatdan gaz holatiga o'tish jarayonini tavsiflaydi. Bu jarayon yonilg'ining fraksion tarkibiga, bug'larning elastikligiga, sirt tarangligiga va bug' hosil qilish issiqligiga bog'liq.

Yonilg'ining fraksion tarkibi GOSTda benzinning bug'lanish xossalarini, dvigatelning yuklama o'zgarishiga tez moslashuvini hisobga olgan holda belgilangan.

Bug'larning elastikligi yonilg'idagi yengil fraksiyalarning miqdoriga bog'liq. Yengil fraksiyalar qancha ko'p bo'lsa, bug'larning elastikligi shuncha katta bo'ladi. Bug'larning bosimi ma'lum qiymatga ega bo'lishi lozim. Ayrim sabablarga ko'ra bu bosim atmosfera bosimiga teng yoki undan katta bo'lsa, yonilg'i naychalarida bug' tiqinlari hosil bo'lishi mumkin va natijada, dvigatelni yurgizib yuborish qiyinlashadi.

Zichlik

Benzinning zichligi ham yonilg'ining karbyuratsiyalanish xossalriga ta'sir qiladi. Benzinning zichligi qancha katta bo'lsa, uning sirt tarangligi shuncha

katta bo'ladi. Demak, bunday yonilg'ining havo oqimi ta'sirida parchalanishi (tomchilar katta bo'ladi) va bug'lanishi yomon bo'ladi. Natijada kerakli tarkibdagi yonuvchi aralashma olib bo'lmaydi.

Bug'lanish issiqligi

Yonilg'ining bug'lanish jarayoni bug'lanish issiqligi bilan belgilanadi. Masalan 1 kg benzinni bug'latish uchun 315 kJ/kg yoki 75 kkal/kg miqdorda issiqlik kerak. Bug'lanish issiqligi qancha katta bo'lsa, bug'lanish jarayoni shuncha qiyin boradi. Bu holda kiritish trubalarini qattiq qizitish talab etiladi. Karbyuratorli dvigatellarda silindrga kirayotgan yonuvchi aralashma yonish jarayoni boshlanguncha to'la bug'langan bo'lishi shart.

Yonilg'i purkagichdan chiqishi bilan bug'lanish jarayoni boshlanadi. Bug'lanish jarayoni kiritish trubaida, kiritish va siqish jarayoni davomida dvigatel silindrida ham davom etadi. Yonilg'i kiritish trubaining devorlarida qisman o'tirib qolgani uchun dvigatelning silindrlariga har xil tarkibli yonuvchi aralashma tushadi. Bu esa dvigatelning quvvat va tejamlilik ko'rsatkichlarini pasaytiradi. Shuning uchun, yonilg'ining ko'proq qismi kiritish trubalarida, yonuvchi aralashma kiritish klapanlariga yetib kelmasdan bug'lanishi kerak.

Kiritish trubaida yonilg'i havodan olingan issiqlik hisobiga bug'lanadi. Shu maqsadda ko'pgina karbyuratorli dvigatellarda chiqarish trubalari kiritish trubalarining orasiga o'rnatiladi. Bu esa yonilg'ining bug'lanishini kuchaytirib, yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibini hosil qiladi.

7.3. ODDIY KARBYURATOR.

ODDIY KARBYURATORNING SXEMASI

Murakkab karbyuratorlarning ish prinsipini o'rganish uchun oddiy karbyuratorning sxemasi bilan tanishish maqsadga muvofiq. Havo oqimi yuqoridan pastga yo'nalgan

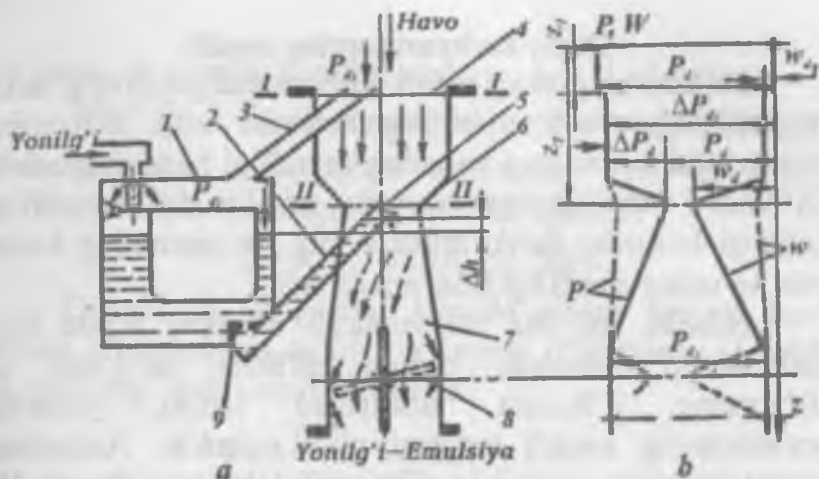
oddiy karbyuratorning sxemasi 7.5-rasm, *a* da ko'rsatilgan. U quyidagi elementlardan tashkil topgan:

I-I - havo-emulsiya trakti (yo'li), bu yo'ldan toza havo va uning yonilg'i bilan aralashmasi (yonilg'i emulsiyasi) oqadi. Havo-emulsiya trakti havo filtri bilan tutashtirilgan havo kirituvchi kalta truba 4, diffuzor 6 va drossel-to'smaqopqoq 8 li aralashtirish kamerasi 7 dan iborat. *II-II* - yonilg'i-emulsiya yo'li, bu yo'ldan sof yonilg'i va yonilg'i emulsiyasi oqadi. Bu trakt konussimon berkitish klapani bo'lgan kamera 1, jiklyor 9, naycha (kanal) 2 va diffuzorning toraygan qismida joylashgan to'zitgich 5 dan iborat.

7.5-rasm, *b* da karbyuratorli dvigatel ikki xil yuklamada ishlaganda karbyuratoridan o'tayotgan havoning tezligi va bosimning o'zgarish xususiyati tasvirlangan. Grafiklardan ko'rinib turibdiki, diffuzor toraygan sari undan o'tayotgan havoning bosimi kamayib boradi. Bosim o'zining eng kichik qiymati p_d ga diffuzorning eng tor qismida erishadi. Shundan so'ng, diffuzor kengayib borishi bilan havo bosimi ham ortib boradi, lekin qarshiliklar hisobiga p_{d2} har doim p_{d1} dan kichik bo'ladi. Havoning tezligi uning bosimiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi. Havoning eng katta siyrakligi diffuzorning eng tor qismida sodir bo'lgani uchun u yerda havo oqimining tezligi maksimal qiymatga erishadi.

Qalqovuchli kameradagi yonilg'ining sathi qalqovuch va ignasimon klapan yordamida o'zgarmas holda tutib turiladi. Purkagichning yonilg'i chiqadigan teshigi qalqovuchli kameradagi yonilg'i sathidan $\Delta h = 5 \dots 8$ mm balandroqda bo'lishi shart. Purkagich bunday joylashsa, dvigatel ishlamay turganda yoki avtomobil ortiqcha qiyalanganda kameradan benzin oqib ketmaydi.

Qalqovuchli kamera havo kiritish trubaiga, ya'ni diffuzor oldi bo'shlig'iga naycha orqali tutashgan. Shuning uchun ham qalqovuchli kameradagi havo bosimi diffuzor oldidagi havo bosimi p_d ga teng. Bunday qalqovuchli



7.5-rasm. Elementar karbyuratorning sxemasi

kamera muvozanatlangan kamera deyiladi. Ushbu karbyuratorning afzalligi shuki, havo filtri ifloslanib ishdan chiqqanda ham yonuvchi aralashma quyuvlashib ketmaydi.

Agar qalqovuchli kamera atmosfera bilan tutashgan bo'lsa, u muvozanatlanmagan kamera deyiladi. Bunday kameralar asosan dizellarni ishga tushirish dvigatellarida qo'llaniladi.

Odatda, to'zitgich diffuzorning eng tor qismiga o'rnatiladi, chunki bu joyda havo eng katta siyraklik va tezlikka ega bo'ladi. Yonilg'i qalqovuchli kameradagi va diffuzordagi bosimlar farqi natijasida qalqovuchli kameradan jiklyor 9 va purkagich 5 orqali diffuzorga purkaladi. Yuqoridan pastga yo'nalgan havo oqimi esa yonilg'ining mayda tomchilarini to'zitadi, tomchilar qisman bug'ga aylanadi va havo bilan aralashib, kiritish trubalari orqali dvigatel silindrlariga taqsimlanadi. 7.5-rasm, *b* da shtrix chiziqlar bilan dvigatel kichik yuklamalarda ishlaganda havo oqimining tezligi hamda bosimi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, katta siyraklik drossel-to'smaqopqoqning ketida xosil bo'ladi. Bu usuldan yuqorida keltirilgan rejimlarda ishlaydigan karbyuratorlarda foydalaniladi.

Oddiy karbyuratorning tavsifi

Diffuzorga purkagichdan oqib tushadigan yonilg'ining miqdori jiklyor oldi va ketidagi bosimlar farqi, jiklyorning o'tkazuvchi kesim yuzi va uning qarshiligi bilan aniqlanadi. Diffuzor 6 dan o'tayotgan havoning miqdori diffuzor oldi va ketidagi bosimlar farqi, diffuzor eng tor qismining kesim yuzi va uning qarshiligi bilan aniqlanadi.

Odatda, har bir karbyuratorli dvigatel uchun mos karbyurator tanlanadi, chunki diffuzor bo'g'zini va jiklyorning o'tkazish kesimlarini tanlab, yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibini olish mumkin. Aralashma tarkibi havoning ortiqlik koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi. Bu koeffitsiyent dvigatelni sinash paytida quyidagicha hisoblanadi:

$$\alpha = \frac{G_h}{G_{y_0} l_0},$$

bu yerda G_h - Isoat davomida diffuzor orqali o'tgan havo miqdori, kg; G_{y_0} - Isoat davomida jiklyor orqali o'tgan yonilg'i miqdori, kg; l_0 - 1kg yonilg'ining to'la yonishi uchun kerak bo'lgan havoning nazariy miqdori, benzin uchun $l_0 = 14,9$ kg.

Diffuzordan o'tayotgan havoning miqdori oqimning siqilish koeffitsiyentini hisobga olganda quyidagicha aniqlanadi:

$$G_h = \xi_d F_d \omega_d \rho_0;$$

bu yerda ξ_d - oqimning siqish koeffitsiyenti, $\xi_d = 0,95$; F_d - diffuzor bo'g'zining o'tkazish kesim yuzi, m^2 ; ω_d - diffuzor bo'g'zidagi havoning tezligi, m/s; ρ_0 - havoning zichligi, kg/m^3 .

Havoning diffuzordagi tezligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\omega_d = \varphi_d \sqrt{2 \frac{\Delta p_d}{\rho_0}};$$

bu yerda φ_d - tezlik koeffitsiyenti; $\varphi_d = 0,75 \dots 0,9$;

$\Delta p_d = p_{d1} - p_{d2}$ - bosimlar farqi. $\xi_d \cdot \varphi_d = \mu_d$ ekanligini e'tiborga olib, diffuzordan o'tayotgan havo miqdorini hisoblash uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$G_h = \mu_d F_d \cdot \sqrt{2 \Delta p_d p_0}, \text{ kg/s.}$$

Odatda, G_h dvigatelni stendda sinash vaqtida havo sarfini o'lchaydigan asbob yordamida o'lchanadi. U holda G_h quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$G_h = \frac{\Delta V}{\tau} \cdot 3600 \rho_0, \text{ kg/soat};$$

bu yerda: ρ_0 - havoning zichligi, kg/m^3 ; ΔV - o'lchangan havo dozasi, m^3 ; τ - havoning sarf vaqti, s.

Dvigatellarni sinash vaqtida G_{yo} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$G_w = \frac{\Delta g}{\tau} \cdot 3,6; \text{ kg/soat};$$

bu yerda Δg - o'lchangan yonilg'i dozasi, g; τ - yonilg'ining sarf vaqti, s.

Silindrga berilayotgan yonilg'ining miqdorini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$G_{yw} = \mu_j F_j \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_d \rho_{yw}}, \text{ kg/soat}$$

bu yerda μ_j - jiklyorning sarflash koeffitsiyenti. $\mu_j = 0,70 \dots 0,85$; F_j - jiklyorning o'tkazish kesim yuzi; ρ_{yw} - yonilg'ining zichligi, kg/sm^3 .

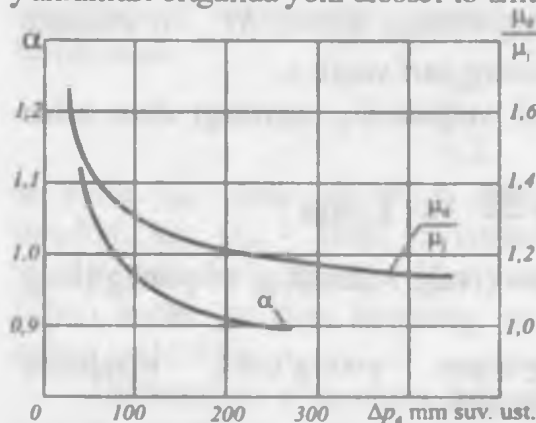
Agar yonilg'ining elementar tarkibi ma'lum bo'lsa, havoning zarur nazariy miqdori l_0 ni hisoblab chiqib, havoning ortiqlik koeffitsiyentini aniqlash mumkin:

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{F_d}{F_j} \cdot \frac{\mu_d}{\mu_j} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{yw}}}.$$

Karbyuratorning tanlangan konstruksiyasi uchun $\alpha = C \cdot \frac{\mu_d}{\mu_j}$ bo'ladi, chunki ifodaning qolgan hadlari o'zgarmas.

Havoning ortiqlik koeffitsiyentining diffuzordagi siyraklikka mos holda o'zgarishi 7.6-rasmda ko'rsatilgan. Grafiklarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, karbyuratorda siyraklik ortishi bilan havoning ortiqlik koeffitsiyenti α va $\frac{\mu_d}{\mu_j}$ nisbat kamayadi. Natijada $n = const$ bo'lib, dvigatelning

yuklamasi ortganda yoki drossel-to'smaqopqoqning o'zgarmas holatida aylanishlar chastotasi oshganda, Δp_d ortgani sababli α kamayadi va yonuvchi aralashma uzluksiz quyuqlashib boradi. Vaholanki, bunday yonuvchi aralashma real dvigatelning talabiga javob bera olmaydi.



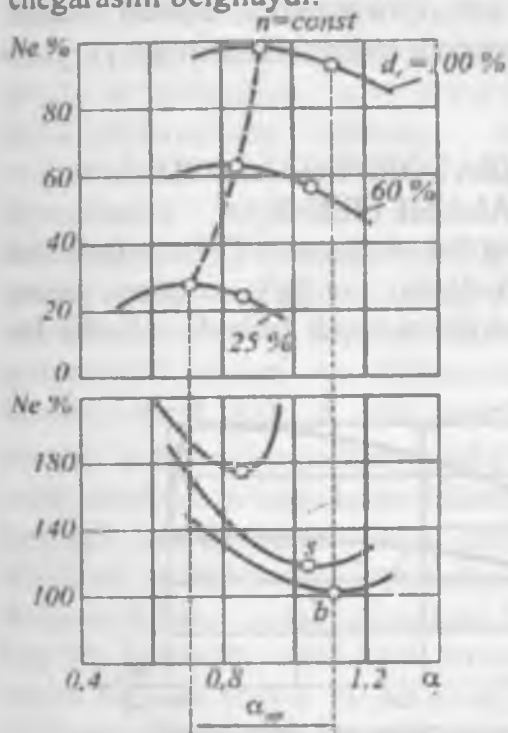
7.6-rasm. Elementar karbyuratorning tavsifi

7.4. IDEAL KARBYURATOR

Dvigatel barcha yuklamalarda yonuvchi aralashmaning qanday tarkibida eng katta quvvatga va tejamlilikka erishi-shini tekshirib, yonuvchi aralashmaning maqbul o'zgarish xususiyatini tanlash mumkin. Buning uchun dvigatelning bir nechta tezlik rejimlarida va turli yuklamalarida quvvatning hamda yonilg'i solishtirma sarfining α ga bog'liqligini tekshirish kifoya.

Drossel-to'smaqopqoqning bir nechta o'zgarmas holatlarida quvvatning va yonilg'i solishtirma sarfining egri

chiziqlari havoning ortiqlik koeffitsiyentiga bog'liq holda 7.7-rasmda ko'rsatilgan. Grafiklardan ko'rinib turibdiki, katta quvvat olish uchun zarur bo'lgan havoning ortiqlik koeffitsiyeni eng yaxshi tejamlilik olinadigan qiymatiga qaraganda bir oz kichik bo'lishi kerak. Grafiklarda α ning bu qiymatlari (α_{Nmax} va α_{gmin}) shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Ular karbyuratorning ratsional rostlanish chegarasini belgilaydi.



7.7-rasm. Dvigatel quvvati va tejamlilikining α ga qarab o'zgarishi ($n = \text{const}$)

dvigatelning talablariga javob beradigan ideal karbyuratorning tavsifini qurish mumkin (7.8-rasm, 1 va 2-egri chiziqlar). Bu egri chiziqda a , b , s nuqtalardagi α ning qiymatlari katta quvvat hosil qilish va tejamli ishlash rejimlari uchun keltirilgan.

Ma'lumki, dvigatel-dan eng katta quvvat olish uchun drossel-to'smaqopqoq to'la ochiladi. Bunda yonuvchi aralashma quyuqlashib tejamlilik bir oz yomonlashadi (a nuqta). α ning ma'lum qiymatlaridagina

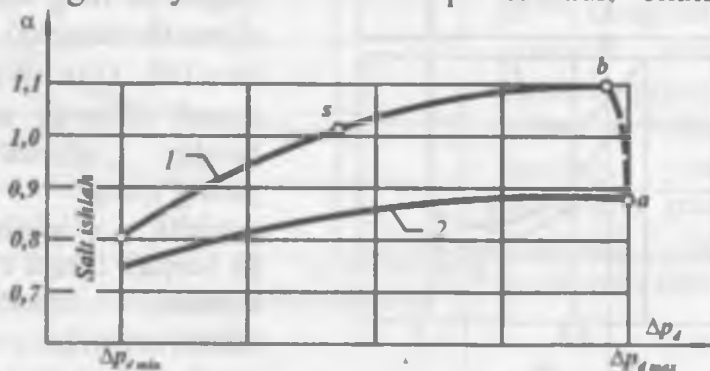
($\alpha = 1.05 \dots 1.15$) dvigatel tejamli ishlaydi, chunki bunday qiymatlarda yonilg'ining to'la yonishi ta'minlanadi (b nuqta). Shuni aytish kerakki, yuklama kamayishib bilan α ning maqbul qiymatlari ham kichiklashadi. Yuqoridagilar ma'lum bo'lsa,

Oddiy karbyuratorning tavsifini dvigatelning har xil rejimlari uchun kerakli tarkibda yonuvchi aralashma tayyorlab bera oladigan qilish uchun qo'shimcha moslamalar o'rnatish kerak. Shunda oddiy karbyurator tavsifi ideal karbyuratoromikiga yaqin bo'ladi.

Karbyuratorga quyidagi moslamalar o'rnatiladi: oddiy karbyuratorning tavsifini to'g'rilaydigan kompensatsiyali asosiy dozlash tizimi; salt (yuklamasiz) ishlash tizimi; quyuglashtirgich (ekonomayzer); tezlashtirish nasosi; yurgizib yuborish jihozi.

7.5. KARBYURATORNING ASOSIY DOZALASH TIZIMI

Dvigatel s va b nuqtalar chegarasida (7.8-rasm) nonnal ishlashi uchun yetarli bo'lgan yonilg'i miqdori uning silindrlariga asosiy dozlash tizimi orqali tushadi, chunki bu



7.8-rasm. Karbyuratorning eng qulay tavsifi:

1-tejamkorlik rejimida; 2-quvvat rejimida

yuklamalar diapazonida oddiy karbyurator kerakli tarkibdagi yonilg'i aralashmasini tayyorlab bera olmaydi. Shu sababli oddiy karbyuratorning tavsifini to'g'rilash uchun quyidagi kompensatsiyalash tizimlari ishlatiladi: yonilg'ini pnevmatik tormozlash; kompensatsiya jiklyori; diffuzordagi siyraklanishni rostdash va jiklyorning o'tkazish kesimini rostdash tizimlari.

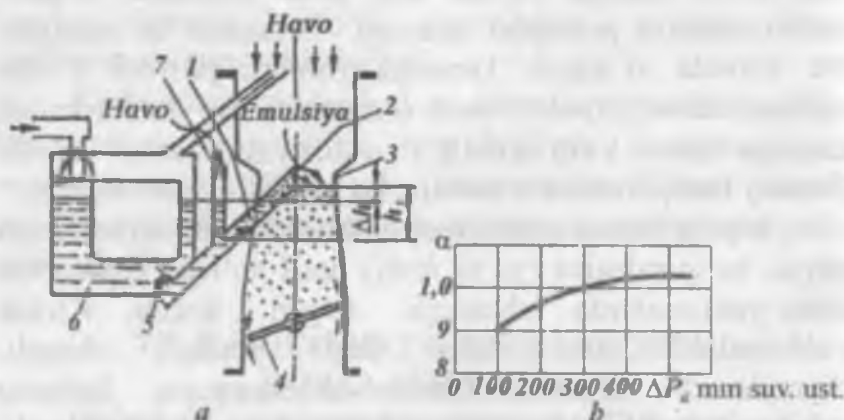
Yonilg'ini pnevmatik tormozlash tizimi

Yonilg'i pnevmatik usulda tormozlanadigan (emulsion) karbyurator hozirgi paytda eng ko'p tarqalgan. Bunday karbyuratorning prinsipial sxemasi 7.9-rasmda ko'rsatilgan. Bu tizimda to'zitgich kanaliga yonilg'i jiklyori 5 dan tashqari havo jiklyori 7 ham o'rnatiladi. Bu jiklyor orqali kanalga havo kirib yonilg'i emulsiyasini hosil qiladi. Bunday karbyuratorlar emulsion karbyurator, deb ataladi.

Yonilg'i havo emulsiyasi diffuzorda katta siyraklanish paydo bo'lgandagina (ya'ni $h > h_1$) hosil bo'ladi. Bunda esa katta yuklamalarda ishlashga to'g'ri keladi. Kichik yuklamalarda to'zitgichdan faqat yonilg'i chiqadi. Siyraklanish ortganda (drossel-to'smaqopqoq kattaroq ochilganda) naycha 1 ga jiklyor 7 orqali havo kira boshlaydi, bunda emulsiya hosil bo'ladi va uning vazni toza yonilg'i vaznidan bir necha baravar kam bo'ladi. Yonilg'i faqat qalqovuchli kamera va diffuzordagi bosimlar farqi Δh hisobiga emas, balki $h_1 - \Delta h$ balandligi bilan aniqlanadigan musbat bosim ta'sirida ham, xuddi tutash idishlardagi kabi oqib keladi va to'zitgichdan diffuzorga tushadi, bunda yonilg'i to'ziydi xamda havo bilan aralashib silindrga tushadi. Yonuvchi aralashmaning quyuqlashish yoki suyuqlashish darajasi diffuzor orqali o'tayotgan havoning umumiy sarfiga bog'liq. Havoning sarfi kam bo'lsa, diffuzorda siyraklanish uncha katta bo'lmaydi va bosimning ta'siri sezilarli bo'ladi. Diffuzorda havo sarfi va siyraklanish ortishi bilan yonilg'ining oqib chiqishiga bosimning ta'siri nisbatan kamayadi. Natijada yonuvchi aralashma asta-sekin suyuqlashadi. Demak, α ning qiymati kattalashib boradi (7.9-rasm, b).

Karbyuratorlarda to'zitgich nayi 1 ning ichiga emulsion naycha o'rnatiladi. Unda bir necha teshiklar bo'lib, ular har xil balandlikda joylashgan bo'ladi. Diffuzordagi siyraklanish ortishi bilan teshiklar ko'proq ochila boshlaydi, natijada yonuvchi aralashma ko'proq suyuqlashadi va aksincha. Shu

sababli, emulsion karbyuratorning tavsifi ideal karbyuratorning tavsifiga mos keladi.

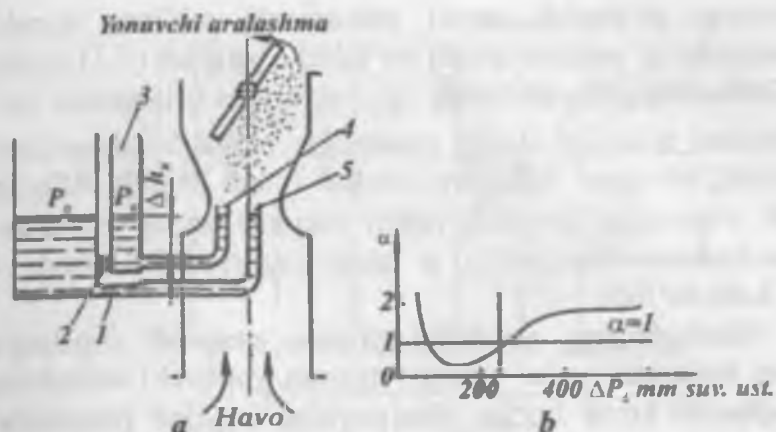


7.9-rasm. Yonilg'ini pnevmatik tormozlash sxemasi:
a-karbyuratorning sxemasi;
b-yoniluvchi aralashma tarkibining o'zgarishi

Kompensatsion jiklyorli tizim

Kompensatsion jiklyorli karbyuratorning sxemasi 7.10-rasm, a da ko'rsatilgan. Bu karbyurator bosh jiklyor 1, to'zitgich naychasi 5 va kompensatsion jiklyor 2 dan iborat bo'lib, u qalqovuchli kamera va kompensatsiyalash quduqchasi 3 orasidagi kanalga o'rnatilgan. Kompensatsion jiklyor o'zining to'zitgichi 4 va nayiga ega.

Rasmdagi sathlar va bosim dvigatel ishlaymay turgan paytdagi qalqovuchli kamera uchun keltirilgan. Yuklama oshishi, ya'ni drossel-to'smaqopqoq ochilishi va diffuzordagi siyraklanish ortishi bilan bosh jiklyor orqali o'tayotgan yonilg'i miqdori, oddiy karbyuratoridagi kabi ortadi. Shu paytning o'zida kompensatsion quduqdan ham to'zitgich orqali diffuzorga yonilg'i tusha boshlaydi. Kompensatsion quduqdan tushayotgan yonilg'i miqdorining ortishi yonilg'i sathi Δh_k qiymatiga pasaymaguncha davom etadi, so'ngra



7.10-rasm. Kompensatsion jiklyorli tizim

purkagich 4 orqali diffuzorga tushayotgan yonilg'ining miqdori o'zgarmay qoladi. Kompensatsion jiklyorli karbyuratomning diffuzordagi siyraklanish Δp_1 ga bog'liq holda ishlashi 7.10-rasm, b da ko'rsatilgan. Drossel-to'smaqopqoq ochila boshlashi bilan ikkala to'zitgichdan chiqayotgan yonilg'ining miqdori oshgani sababli, yonuvchi aralashma avval keskin quyuvqlashadi, so'ngra Δp_1 ning ortishi bilan suyuqlashadi. Bunga sabab, kompensatsion jiklyor orqali o'tayotgan yonilg'i sarfining o'zgarmay qolishidir. Jiklyorlarning kesimini to'g'ri tanlab, kerakli yonuvchi aralashma tarkibini olish mumkin.

Diffuzordagi siyraklanish rostlanadigan tizim

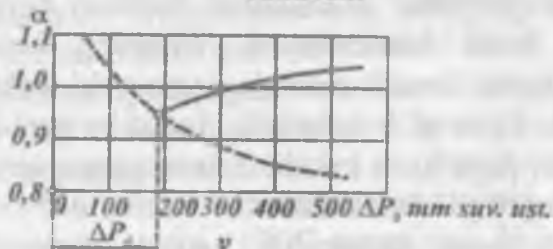
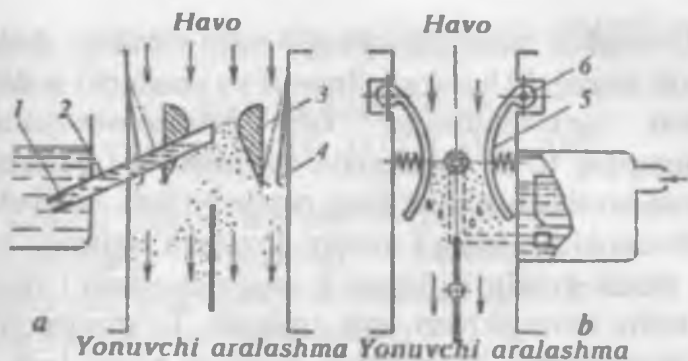
Yuqorida keltirilgan usullar kabi, kerakli tarkibdagi yonuvchi aralashmani diffuzordagi siyraklanishni o'zgartirib ham olish mumkin. Bu maqsadda diffuzor orqali o'tayotgan havo miqdorini o'zgartira oladigan karbyurator ishlatiladi (7.11-rasm, a). Buning uchun karbyurator devorlari va diffuzor 3 oralig'iga elastik plastinalar 4 o'rnatiladi va ular dvigatel ishlamaganda diffuzorning tashqi devorlariga siqilib turadi. Bunday karbyuratorda yonilg'i oddiy karbyuratoridagi kabi

diffuzorga to'zligich orqali tushadi va ma'lum siyraklanishgacha α punktir chiziq bo'yicha o'zgaradi (7.11-rasm, v). Diffuzordagi siyraklanish Δp_d qiymatga erishganda tezlik bosimi ta'sirida elastik plastinalar ochiladi va natijada havoning bir qismi diffuzorni chetlab o'tadi. Bunda diffuzor orqali o'tayotgan havoning nisbiy miqdori ortadi va yonuvchi aralashma suyuqlashib, α ning o'zgarishi 7.11-rasm, v dagi kabi bo'ladi.

Plastinalarning elastikligi yonish jarayoni shartlariga binoan tanlanadi, ya'ni qanday rejimda yonuvchi aralashma suyuqlanishi kerak bo'lsa, shu paytdan boshlab plastinalar ochiladi. Bunday samaraga dvigatelning ish sharoitlariga mos ravishda o'zgaradigan o'tkazuvchi kesimli diffuzorni qo'llab ham erishish mumkin (7.11-rasm, b). Drossel-to'smaqopqoq o'zgina ochilganda bu plastinalar o'zaro yaqinlashib, bo'g'izning havo o'tadigan kesimi kichrayadi, shu sababli bo'g'izda havoning tezligi va siyraklanishi katta bo'ladi. Bunday sharoitlarda diffuzorga nisbatan ko'proq yonilg'i tushadi va yonuvchi aralashma quyuqlashadi. Drossel-to'smaqopqoq ochila borishi bilan plastinalar ham ochilib, bo'g'izning o'tkazish kesimi kattalashadi, havoning sarfi esa ortadi; diffuzordagi siyraklanish va unga tushayotgan yonilg'i miqdori ham ortadi, natijada yonuvchi aralashma suyuqlashadi. Bunday karbyuratorning tavsifi ideal karbyurator tavsifiga mos keladi.

Jiklyorning o'tkazuvchi kesimi rostlanadigan tizim

Yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibini jiklyoming o'tkazish kesimini rostdash bilan ham olish mumkin. Buni harakatlanuvchi ninalar yordamida amalga oshiriladi. Yonuvchi aralashmani bu usulda kompensatsiyalashni o'rganishda salt ishlash tizimining ish sharoitlarini ham e'tiborga olish kerak. Agar salt ishlash tizimi asosiy jiklyordan keyin o'rnatilgan bo'lsa, drossel-to'smaqopqoq yopilganda real tavsiflar ideal tavsiflarga katta aniqlik bilan yaqinlashadi. Salt



7.11-rasm. Diffuzordagi siyraklik rostlanadigan karbyuratorning sxemasi:

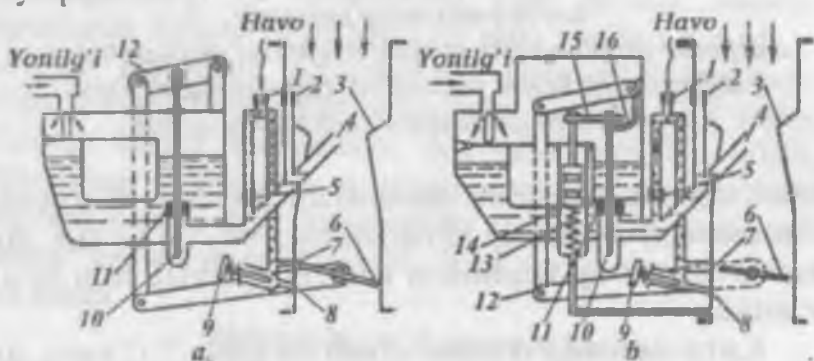
a-diffuzor orqali o'tadigan havo miqdorini rostlash tizimi;
b-diffuzorniig kesim yuzasini o'zgartiradigan tizim;
v-yonuvchi aralashma tarkibining tavsifi

ishlash tizimida yonilg'ini dozlash diffuzordagi va drossel-to'smaqopqoq orqasidagi siyraklanishga bog'liq bo'ladi. Bu siyraklanish asosiy taqsimlash tizimining ishiga ham ta'sir ko'rsatadi.

Karbyuratoridagi dozlash ninasi mexanik (7.12-rasm, *a*), vakuum yoki vakuum-mexanik (7.12-rasm, *b*) usullarda harakatga keltiriladi. Bunday karbyuratorning dozlash tizimi asosiy jiklyor 11, uning ichida harakat qiladigan dozlash ninasi 10, havo jiklyori 2 va diffuzor 3 ichiga chiquvchi to'zitgich 4 dan iborat.

Salt ishlash tizimi asosiy dozlash tizimidan keyin ulangan bo'lib, u yonilg'i 5 va havo jiklyorlari 1 ga ega. Bu tizim aralashtirish kamerasi bilan teshiklar 7, 8 orqali birlashgan, pastki teshik esa vint 9 bilan rostlanadi.

Drossel-to'smaqopqoqning to'la ochiq holatida dozalash ninasi 10 harakat qilmaydi va yonuvchi aralashma emulsion karbyuratordagi kabi kompensatsiyalanadi. To'smaqopqoq to'la ochilganda diffuzor va aralashtirish kamerasi orasida bosimlar farqi paydo bo'ladi. Natijada salt ishlash tizimidan yonilg'i asosiy dozalash tizimiga o'tadi va bu holda yonilg'i jiklyori 5 asosiy dozalash tizimining qo'shimcha havo jiklyori kabi ishlaydi. To'smaqopqoqning holati o'zgarganda, konussimon dozalash ninasi ham unga bog'liq holda harakatlanadi. Ninaning konusi u katta yuklamalarda kerakli tarkibdagi yonuvchi aralashma olishni ta'minlaydigan qilib tanlanadi, chunki bu paytda salt ishlash tizimidan faqat havo keladi. To'smaqopqoq to'la ochilganda nina yuqoriga harakatlanadi, bunda asosiy jiklyorning o'tkazish kesimi kattalashib, natijada yonuvchi aralashma quyushadi.



7.12-rasm. Karbyuratordagi dozalovchi ninani harakatga keltirish sxemakri:

a-mexanik; b-vakuum-mexanik usullar

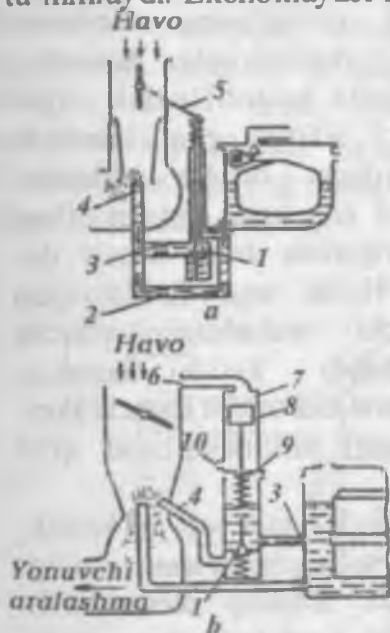
Dozalash ninasi vakuum yoki vakuum-mexanik usulda harakatga keltiriladigan karbyuratorlarda prujina 13 ning (7.12- rasm, b) tavsifi to'smaqopqoqdan pastdagi siyraklanish 100...120 mm. sim. ustuniga teng, prujina esa ninani ko'tarib, yonuvchi aralashmaning quyushlashishini ta'minlaydigan qilib tanlanadi. Bu o'z

navbatida dvigatelning katta yuklamalarda ishlashiga mos keladi.

7.6. KARBYURATORNING YORDAMCHI TUZILMALARI

Hozirgi zamon tezyurar dvigatellariga o'rnatiladigan karbyuratorlarda quyidagi yordamchi tuzilmalar: ekonomayzer, ekonostat, salt ishlash tizimi, tezlatish nasosi va yurgizib yuborish tizimi mavjud.

Ekonomayzer. Dvigateldan eng katta quvvat olish uchun yonuvchi aralashma quyuqlashtirilishi kerak. Buning uchun drossel-to'smaqopqoq tez va to'la ochiladi, bu holda ekonomayzer diffuzorga qo'shimcha yonilg'i berishni ta'minlaydi. Ekonomayzer mexanik va pnevmatik usulda

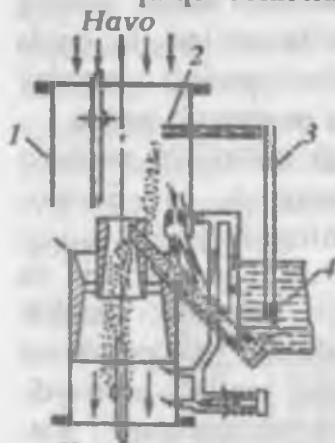


harakatga keltirilishi mumkin (7.13-rasm, *a*, *b*). Ekonomayzerning jiklyori 3 asosiy jiklyor 2 ga paralel va ketma-ket ulanadi; kichik yuklamalarda ekonomayzer jiklyoridan yonilg'i o'tmaydi. Drossel-to'smaqopqoq kattaroq ochilganda richag 5 yordamida klapan 1 ochiladi va ekonomayzer jiklyori 3 hamda to'zitgich 4 orqali diffuzorga qo'shimcha yonilg'i tushadi. Bu jiklyorda sarflangan yonilg'i miqdori asosiy jiklyorda sarflangan yonilg'i miqdorining 15...20% ini tashkil qiladi. Natijada yonuvchi aralashma quyuqlashadi va uning talab qilingan tarkibi hosil qilinadi.

7.13-rasm. Ekonomayzerli karbyurutorning sxemalari:
a-mexanik harakatga keltiriladigan; *b*-pnevmatik harakatga keltiriladigan

Ekonostat. Ko'pchilik karbyuratorlarda ekonostat deb ataluvchi maxsus quyuqlashtiruvchi tizim ishlatiladi. Ekonomayzer kabi, ekonostat ham dvigatel to'la yuklamalarda ishlaganda yonuvchi aralashmani quyuqlashtirish uchun xizmat qiladi, lekin ekonostat havo sarfi katta bo'lgan hollardagina yonuvchi aralashmani quyuqlashtiradi.

Ekonostat (7.14-rasm) alohida dozalovchi tizimni tashkil etadi. U jiklyorlar 2, 4 va naycha 3 dan iborat. Naychaning bir uchi havo kiritish trubaiga chiqadi, ikkinchi uchi esa qalqovuchli kameraga ulangan.



*Yonuvchi aralashma
7.14-rasm. Ekonostatli
karbyuratorning sxemasi*

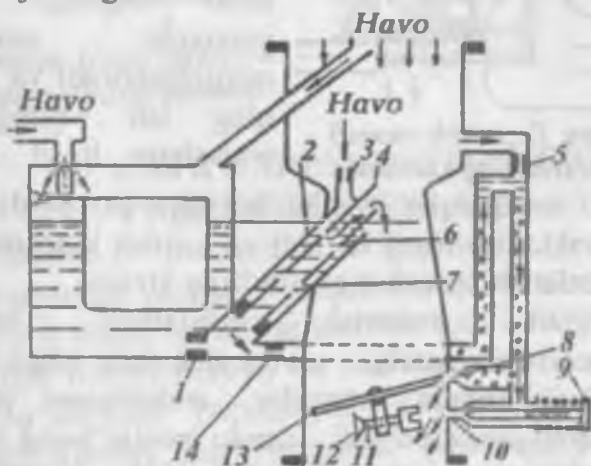
bartaraf qilib, yonilg'ining kerakli tarkibini hosil qilib beradi.

Salt ishlash tizimi. Bu tizim dvigatel salt va kichik yuklamalarda ishlayotgan vaqtda yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibini tayyorlab beradi. Bunday sharoitlarda diffuzordagi havoning siyraklanishi kam bo'ladi va havo kichik tezlikda harakatlanadi. Natijada o'ta suyuqlashgan yonuvchi aralashma hosil bo'ladi. Yonilg'ini quyuqlashtirish (kerakli tarkibini olish) maqsadida va dvigatelning turg'un rejimda ishlashini ta'minlash uchun drossel-to'smaqopqoqning ketida hosil bo'ladigan siyraklanishdan

Ekonostat to'zitgichi havo kiritish trubaidagi diffuzordan katta masofaga joylashganligi sababli yonilg'ining ekonostat orqali purkalishi uchun havoning sarfi katta bo'lishi kerak. Agar yonilg'i sifatida past haroratda qaynaydigan benzin ishlatilsa, dvigatel eng katta quvvat bilam ishlayotganida uning asosiy dozalash tizimi orqali berilayotgan yonuvchi aralashma ortiqcha suyuqlashib ketishi mumkin. Ekonostat esa ushbu kamchilikni

foydalaniladi. Salt ishlash tizimi asosiy jiklyordan so'ng langan emulsion karbyuratorning sxemasi 7.15-rasmda ko'rsatilgan.

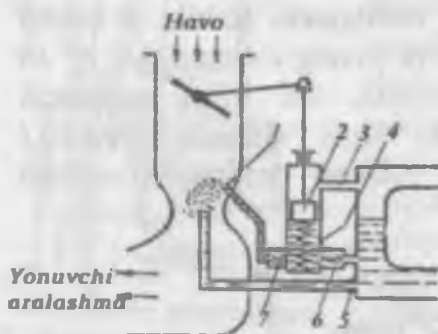
Salt ishlash vaqtida drossel-to'smaqopqoq 13 ostida kuchli siyraklanish hosil bo'ladi. Bu holda yonilg'ining harakati strelka bilan ko'rsatilgandek bo'ladi. Yonilg'i havo jiklyori 3 dan o'tayotgan havo bilan aralashib, emulsiya hosil qiladi va u chiqish teshigi 10 ga keladi. Chiqish teshigida konussimon rostlash vinti 9 o'rnatilgan bo'lib, bu vint yordamida kichik aylanishlar chastotasida yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibi hosil qilinadi. Teshik 8 ning vazifasi drossel-to'smaqopqoq ochila borishi bilan dvigatelning turg'un ishlashini ta'minlashdan iborat. Drossel-to'smaqopqoq ozroq ochilganda teshik 8 kuchli siyraklanish zonasida bo'ladi va yonilg'i emulsiyasi 8, 10 teshiklar orqali tusha boshlaydi, bu bilan yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibi hosil qilinadi. Vint 11 to'smaqopqoqning eng kichik ochilish burchagini rostlash uchun mo'ljallangan.



7.15-rasm. Salt ishlash tizimi bilan jihozlangan emulsion karbyuratorning sxemasi

Tezlatish nasosi. Karbyuratorli dvigatellarni ekspluatatsiya qilish sharoitlarida ko'pincha aylanishlar

chastotasini yoki yuklamani tez oshirishga to'g'ri keladi. Bunday hollarda yonuvchi aralashma suyuqlashib, dvigatel kerakli quvvat hosil qila olmaydi yoki boshqacha qilib aytganda, avtomobilning shig'ov tavsifi yomonlashadi. Bu kamchilik tezlatish nasosi deb ataluvchi moslama yordamida bartaraf qilinadi. Tezlatish nasosi drossel-to'smaqopqoq tez ochilganda yonuvchi aralashma o'ta suyuqlashmasligi uchun yonilg'ining qo'shimcha ulushini tezlik bilan yetkazib berish uchun xizmat qiladi. Tezlatish nasosli karbyuratorning sxemasi 7.16-rasmda ko'rsatilgan. Tezlatish nasosi mexanik yoki pnevmatik usulda harakatga keltiriladi. Drossel-to'smaqopqoqning yopiq yoki qisman ochiq holatlarida porshen ostida albatta yonilg'i bo'ladi.



7.16-rasm. Tezlatish nasosli karbyuratorning sxemasi

Drossel - to'smaqopqoq tez ochilganda pastga tezlik bilan harakatlanayotgan porshen 2, so'rish klapani 7 va to'zitgich 1 orqali yonilg'ining bir qismini havo oqimiga purkab, yonuvchi aralashmani quyuqlashtiradi va dvigatelnining ish rejimiga mos aralashma hosil qilinadi.

Drossel-to'smaqopqoq avvalgi holatiga qaytishida porshen ostida siyraklanish hosil bo'ladi va kiritish klapani 6 orqali yonilg'i tezlatish nasosining silindriga kiradi.

Yurgizib yuborish moslamasi bo'lmagan karbyuratorli dvigatelni sovuq sharoitda ishga tushirish juda qiyin. Bunda yonuvchi aralashmani tayyorlash jarayoni qoniqarsiz bo'ladi, chunki yonilg'ining bir qismi suyuq holda, ya'ni tomchilar shaklida kiritish trubai devorlarida o'tirib qoladi va yonish kamerasida o'ta suyuq yonuvchi aralashma hosil bo'ladi, natijada dvigatelni ishga tushirish qiyinlashadi. Bu kamchilikni yo'qotish maqsadida

karbyuratorlarga dvigatelni yurgizib yuborish moslamasi o'rnatiladi. Bu moslama silindrga berilayotgan yonilg'i miqdorini oshirib, yonuvchi aralashmaning kerakli tarkibini hosil qiladi, natijada dvigatelni ishga tushirish osonlashadi. Bu moslamaning sxemasi 7.17-rasmda ko'rsatilgan. U havo kiradigan truba 1 ga o'rnatilgan havo to'smaqopqog'i 2 dan iborat. Dvigatelni ishga tushirishda to'smaqopqog' qiya yopiladi. Natijada karbyuratorning diffuzorida siyraklanish oshib ketadi va asosiy dozalash tizimidan ko'p miqdorda yonilg'i keladi, yonuvchi aralashma esa quyuklashadi. Yonilg'ining bug'langan qismi yonish jarayonining



7.17-rusm. Ishga tushirish moslamasining sxemasi

turg'unligini ta'minlaydi. Havo to'smaqopqog'ida plastinasimon klapan 3 o'rnatilgan bo'lib, u prujina 4 orqali yopiq holda ushlab turiladi. Bu klapan dvigatel ishga tushirilgandan so'ng aylanishlar chastotasi va havo sarfi orta boshlashi bilan ochiladi.

7.7. K-88 A KARBYURATORINING TUZILISHI VA ISHLASHI

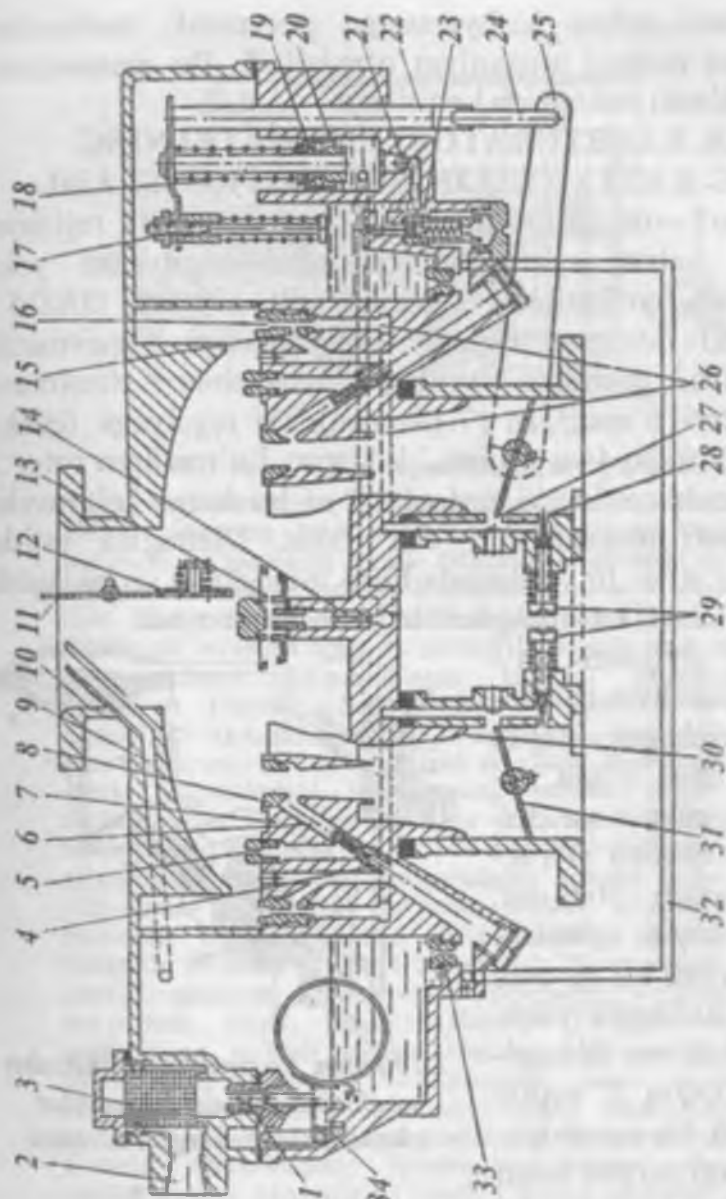
Zamonaviy avtomobil dvigatellarida asosan havo oqimi yuqoridan pastga yo'nalgan karbyuratorlar o'rnatiladi, chunki ular qisqa, qarshiligi kam bo'lgan kiritish trubalarini qo'llashga imkon beradi, bu esa dvigatelni yangi zaryad bilan to'ldirishni yaxshilaydi va uning litrli quvvatini oshiradi. Bunday karbyuratorlar silindrga tushayotgan yonuvchi aralashmaning tarkibi bir xil bo'lishini ta'minlaydi. Eksploatatsiya sharoitlarida esa karbyuratorlarga texnik xizmat ko'rsatish osonlashadi.

ZIL-130 avtomobilining dvigateliga oʻrnatiladigan ikki kamerali K-88A karbyuratorining sxemasi 7.18-rasmda koʻrsatilgan. Karbyuratorda ikkala kamera uchun umumiy boʻlgan kirish trubai 10 bor. Trubadagi havo zaslonkasi 11 ga prujinali klapan 12 oʻrnatilgan; yonilgʻi qalqovuchli kameraga kirish teshigi 2 va filtr 3 orqali tushadi. Ikkala kamera uchun tezlatish nasosi va mexanik harakatlanuvchi ekonomayzer umumiydir. Muvozanatlash kanali 9 havo tozalagich ifloslanib qolganda yonuvchi aralashma tarkibining oʻzgarmasligini taʼminlaydi. Ikkala kamerada bir xil kichik diffuzorlar 8, katta diffuzorlar 30 va drossel-toʻsmaqopqoq 31 joylashgan. Ushbu karbyuratorlarda yuqorida koʻrib oʻtilgan tizimlarning barchasi mavjud.

Asosiy dozalash tizimi jiklyorlar 33, toʻla quvvat jiklyorlari 4 va havo jiklyorlari 5 dan iborat.

Salt ishlash tizimi havo jiklyori 16 va yonilgʻi jiklyori 15, kanallar 26, rostlash vintlari 29 bilan jihozlangan chiqish teshiklari 27 va 28 dan iborat.

Tezlatish nasosi drossel-toʻsmaqopqoq orqali mexanik harakatga keltiriladi. Drossel-toʻsmaqopqoq 31 ochilganda porshen 19 manjet 20 bilan birga richag 25 va tortqi 23 yordamida siljiydi. Bunda porshen ostida yonilgʻining bosimi ortadi. Sharli kiritish klapani 21 yonilgʻining qalqovuchli kameraga oʻtishiga toʻsqinlik qiladi, ninali chiqarish klapani 14 esa yonilgʻini tezlatish nasosining toʻzitish teshiklari 13 ga oʻtkazib yuboradi. Bu aralashmaning suyuqlashib va quvvatning kamayib ketishiga yoʻl qoʻymaslik uchun zarur boʻlgan miqdorda yonilgʻi berishni taʼminlaydi. Mexanik harakatga keltiriladigan ekonomayzer ham turtkich 17 orqali boshqariladi. Buning uchun drossel toʻsmaqopqoq katta ochilishi kerak, bunda turtkich 17 klapan 23 ni ochadi. Natijada, yonilgʻining qoʻshimcha miqdori qalqovuchli kameradan asosiy jiklyorlarga oʻtmasdan toʻla quvvat jiklyorlariga oʻtadi, qiya



7.18-rasm. K-88 A karbyuratorning sxemasi

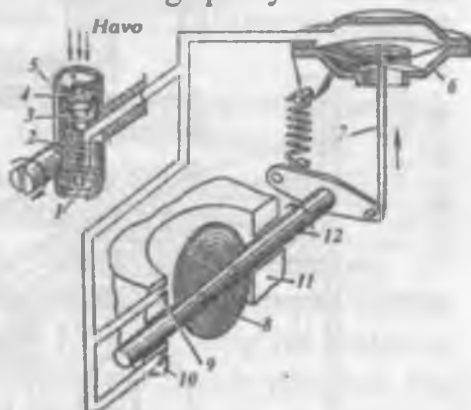
kanallar orqali esa yonilg'i kichik diffuzorlarning halqasimon chiqish teshiklariga keladi va dvigatelning kerakli rejimi ta'minlanadi. Karbyuratorli dvigatellar-ning eng katta va eng kichik rejimlarida turg'un ishlashini

ta'minlashi uchun karbyuratorga pnevmatik markazdan qochirma turdagi mexanizm o'rnatiladi. Bu mexanizmining ishlashi esa quyida keltirilgan.

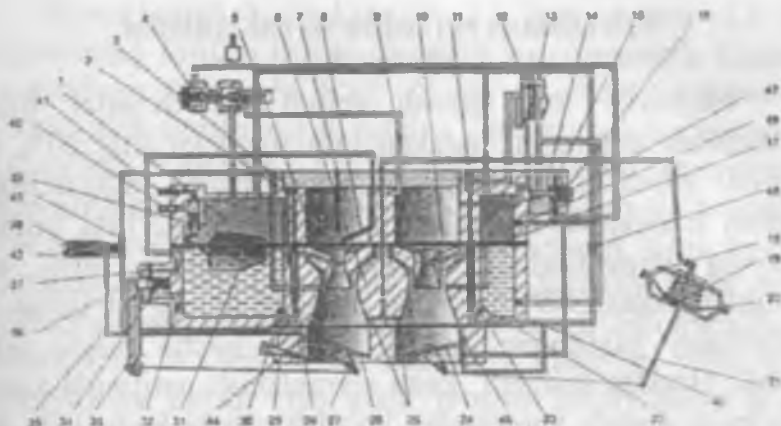
7.8. KARBYURATORLI DVGATELNING ENG KATTA TEZLIK REJIMINI ROSTLASH

Karbyuratorli dvigatelning eng katta tezlik rejimini rostlash uchun aylanishlar chastotasi regulyatori yoki cheklagich qo'llaniladi. Masalan, ZIL-130 va GAZ-53 avtomobil dvigatellarining karbyuratoriga pnevmatik markazdan qochirma turdagi aylanishlar chastotasi regulyatori o'rnatilgan (7.19-rasm). Bu regulyator (cheklagich) o'rindiq 4 va prujina 2 li klapan 3 o'rnatilgan rotor 5 dan hamda rostlovchi zaslonka 8 ni harakatga keltiruvchi diafragmali mexanizm 6 dan iborat. Diafragma ustida jiklyorlar 9 va 10 yordamida hosil qilinadigan siyraklanish klapan 3 orqali havoning kelishi hisobiga pasayadi.

Har bir dvigatel ma'lum aylanishlar chastotasiga erishgach, klapan 3 ning havo o'tish keshimi kichrayadi va diafragma tepasida siyraklanish ortadi. Natijada, bundan keyin aylanishlar chastotasi bir oz oshsa ham diafragma yuqoriga egiladi va drosselto'smaqopqoq 8 yopila boshlaydi, bu esa dvigatelni yangi zaryad bilan to'ldirishni pasaytiradi, dvigatelning aylanishlar chastotasi bir oz pasayadi va nominal qiymatga tushib qoladi. Shunday qilib, dvigatelning nominal yoki maksimal aylanishlar chastotasi ushbu usulda bir me'yorda ushlab turiladi.



7.19-rasm. Pnevmatik markazdan qochirma turdagi aylanishlar chastotasini cheklagich sxemasi



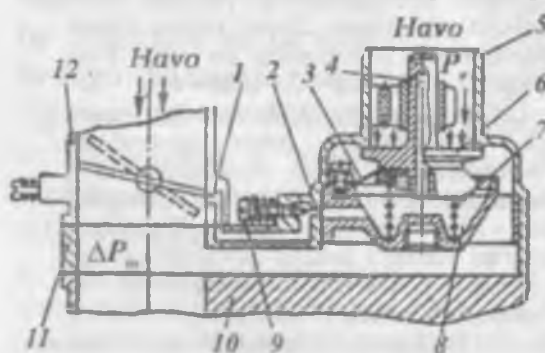
2. 18.1-rasm. Tiko dvigateldining karbyuratori:

1-qalqovuchli bo'linma; 2-asosiy tizimning havo jiklyori; 3-salt ishlash tizimining havo jiklyori; 4-elektromagnit klapan; 5-birlamchi bo'linmaning kichik diffuzori; 6-birlamchi bo'linma diffuzori; 7-havo to'siqchasi; 8-tezlatuvchi nasos to'zitgichi; 9-havo kanali; 10-ikkilamchi bo'linmaning kichik diffuzori; 11-ikkilamchi bo'linma bosh me'yorlash tizimining havo jiklyori; 12-termoklapan; 13-termoklapan korpusi; 14-aralashmani suyultirish klapani; 15-diafragma; 16-prujina; 17-to'zitgich korpusi; 18-ikkilamchi bo'linma drossel to'siqchasini boshqarish pnevmoklapani; 19-qaytarish-qisish prujinasi; 20-diafragma; 21-shток; 22-ikkilamchi bo'linmaning yonilsh jiklyori; 23-ikkilamchi bo'linmaning emulsiya quvurchasi; 24-ikkilamchi bo'linmaning drossel to'siqchasi; 25-ikkilamchi bo'linma drossel to'siqchasini boshqarish pnevmoklapan uzatma tizimi havo jiklyorlari; 26-birlamchi bo'linma drossel to'siqchasi; 27-birlamchi bo'linma drossel to'siqchasining pishangi; 28-birlamchi bo'linma emulsiya quvurchasi; 29-salt ishlash tizimi yonilg'i miqdorini rostlash vinti; 30-birlamchi bo'linma bosh me'yorlash tizimi yonilg'i jiklyori; 31-qalqovuch; 32-qulflaydigan zo'ldirli kiritish klapani; 33-tezlatuvchi nasos uzatmasining pishangi; 34-tezlatuvchi nasos qaytaruvchi prujinasi; 35-shток; 36-tezlatuvchi nasos diafragmasi; 37-qulflaydigan zo'ldirli chiqarish klapani; 38-salt ishlash tizimining o'chirish elektr-klapani; 39-ninasimon klapan; 40-yonilg'i uzatish quvuri; 41-yonilg'ini yonilg'i bakiga qaytarish quvuri; 42-salt ishlash yonilg'i jiklyori; 43-salt ishlash havo jiklyori; 44-salt ishlash o'tkazib yuborish teshigi; 45-o'tish tizimining yonilg'i jiklyori; 46-ikkinchi bo'linma o'tish tizimining chiqish teshigi; 47-inersiya kuchi bilan (nakat) harakatlanish klapani; 48-inersiya kuchi bilan harakatlanish yonilg'i jiklyori; 49-inersiya kuchi bilan harakatlanish havo jiklyori.

Salt ishlash rejimida siyraklanishni cheklash

Majburiy salt ishlash rejimi va dvigatel bilan tormozlash avtomobil harakati umumiy vaqtining 20% ini tashkil qiladi. Bu rejimlarda karbyuratorli dvigatelning kiritish trubalarida katta siyraklanish hosil bo'ladi, yonish jarayoni yomonlashadi, natijada sikllarning 90% ida umuman yonish bo'lmaydi va dvigatel noturg'un ishlaydi, ishlatilgan gazlarning zaharliligi bir necha marta ortib ketadi. Bundan tashqari, katta siyraklanish natijasida karter moyining yonish kamerasiga ko'plab o'tishi kuzatiladi. Bu esa o'z navbatida qurum hosil bo'lishiga va dvigatelning tutun chiqarib ishlashiga olib keladi.

Yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni yo'qotishning eng qulay usuli dvigatelning kiritish trubaini atmosfera bilan maxsus siyraklanishni cheklagich, deb ataluvchi klapan orqali bog'lash va ekonomayzer orqali yonilg'i berishni to'xtatishdir. Bunday cheklagich siyraklanishning kamayishiga qaramasdan klapaning keskin ochilishini va ochiq holatda bo'lishini ta'minlashi kerak. Bu asosiy talablardan biridir. Dvigatelning ish rejimlariga mos holda klapaning yopilish vaqtidagi siyraklanishi ham har xil bo'ladi, shuning uchun klapaning ochilish va yopilish



paytlarini mustaqil rostlash talab qilinadi. Bu vazifa avtomatik tarzda bajarilishi shart. Avtomatik klapanli siyraklanishni cheklagich sxemasi 7.20-rasmda ko'rsatilgan.

**7.20-rasm. Salt ishlash rejimida
siyraklanishni cheklagich sxemasi**

Siyraklanishni cheklagich 11 karbyurator 12 da dvigatelning kiritish trubai 10 oralig'iga o'rnatiladi. Klapan 6 cheklagichning bo'g'zi 5 ni kiritish trubaining bo'shlig'idan ajratib turadi, prujina 7 esa klapani o'rindiqqa siqib turadi. Diafragma 3 klapan korpusi bilan birga o'tish kamerasi 8 ni hosil qiladi, undagi bosim esa rostlash vinti 9 va teshik yordamida rostlanadi. Kamera 8 dagi bosim atmosfera bosimidan kichik, lekin kiritish trubaidagi bosimdan katta bo'ladi. Kameradagi va kiritish trubaidagi bosimlarning o'zaro ta'siri natijasida yuqoriga yo'nalgan kuch yuzaga keladi. Bu kuch prujina kuchi bilan birga klapaning ochilishiga to'sqinlik qiladi. Kameradagi bosim klapaning holatini boshqaradi, shuning uchun kamera 8 boshqarish kamerasi deb ataladi.

Salt ishlash paytida kiritish trubasidagi siyraklanish Δp , ma'lum qiymatdan oshishi bilan klapan 6 o'rindiqdan chetlashadi. Klapan siljishi bilan teshiklar 4 berkiladi va kamerada siyraklanish ortib, kiritish trubaidagi siyraklanishga tenglashib qoladi. Klapan kiritish trubai va boshqarish kamerasidagi siyraklanish pasayguncha ochiq qoladi.

Dvigatelga yuklama berilganda klapan avtomatik tarzda berkiladi, chunki bu holda boshqarish kamerasidagi bosim oshadi. Bunda rostlash vintining kanali 1 ochilayotgan drossel-to'smaqopqoqning yuqorisida bo'ladi.

Majburiy salt ishlash rejimida yonilg'i berishni to'xtatish uchun karbyuratorga ta'sir etish, salt ishlash yonilg'i jiklyorining oldidagi siyraklanishni kamaytirish kerak. Bunga salt ishlash tizimi kanalini atmosfera bilan tutashtirish orqali erishiladi.

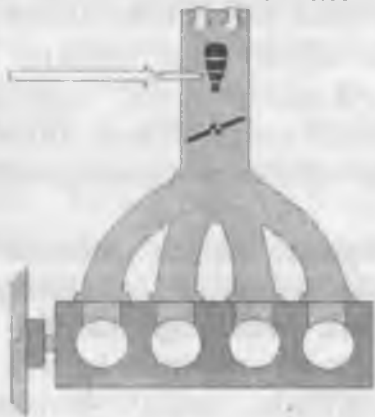
7.9 YONILG'I PURKAB ARALASHMA HOSIL QILISH

Karbyuratorning tuzilishi murakkab bo'lib, u ko'pgina tizim va tuzilmalardan tashkil topgan. Shu sababli uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda yonilg'ini

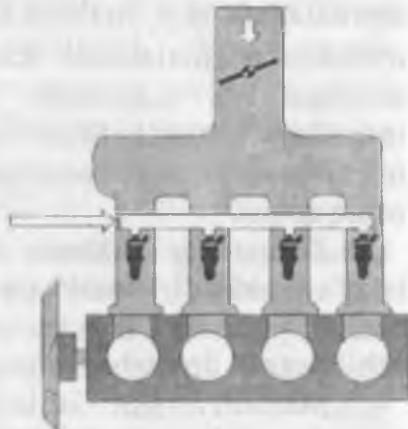
kiritish trubaiga bevosita purkab aralashma hosil qilish usuli ham qo'llanilmoqda.

Bu usul quyidagi afzalliklarga ega: har xil silindrlardagi yonuvchi aralashma bir jinsli va bir tarkibli bo'lishiga erishiladi; bir xil ish hajmida dvigatel katta nominal quvvatga ega bo'ladi, chunki karbyurator bo'lmagani sababli, to'ldirish koeffitsiyenti katta bo'ladi; bir xil siqish darajasida oktan soni 2...3 birlik kam bo'lgan yonilg'ilarni hamda og'irroq fraksiyali yonilg'ilarni ishlatish mumkin.

Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda benzin purkashning ikki usuli qo'llaniladi: a) silindrga purkash; b) kiritish trubaiga uzluksiz yoki vaqti-vaqti bilan purkash. Silindrga purkash, kiritish yoki siqish jarayonining boshida yoxud oxirida bo'lishi mumkin.



7.21-rasm. Markaziy purkash tizimi



7.22-rasm. Ko'p nuqtali purkash tizimi

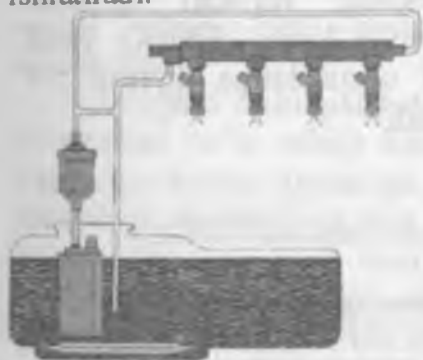
Yonilg'i uzatish tizimlari

Yonilg'i bakdan elektr nasos yordamida filtr orqali bosim trubaiga uzatiladi. Bosim trubaining boshqa uchida rostlagich o'rnatilgan bo'lib, u tizimdagi bosimni belgilangan o'zgarmas qiymatda ushlab turilishini ta'minlaydi.

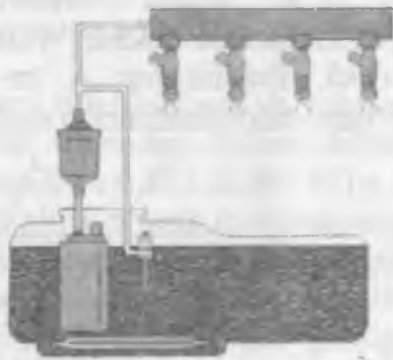
Ishlatilmagan yonilg'ini bakka qaytaruvchi trubali yonilg'i uzatish tizimi («Neksiya» avtomobilining dvigateli) (7.23-rasm).

Bu tizimda hamma forsunkalar bosim rostlagichi joylashtirilgan yuqori bosim trubai bilan ulangan. Ishlatilmagan yonilg'i bosim rostlagichi va qaytarish trubai orqali bakka qaytariladi. Bosim rostlagichi kirish trubaidagi siyraklanishga bog'liq ravishda uzatish trubaidagi bosimni o'zgarmas holda ushlab turadi.

Ishlatilmagan yonilg'ini bakka qaytarmaydigan yonilg'i uzatish tizimi («Matiz» avtomobilining dvigateli) (7.24-rasm). Bu tizimda bosim rostlagichi yonilg'i bakiga joylashtirilgan yoki unga bevosita biriktirilgan bo'lib, unda qaytarish trubai yo'q. Forsunkalar joylashtirilgan taqsimlash trubaiga elektr nasosi yordamida uzatilgan yonilg'i to'la ishlatiladi.



7.23-rasm. Ishlatilmagan yonilg'ini bakka qaytaruvchi trubali uzatish tizimi («Neksiya» avtomobilining dvigateli)



7.24-rasm. Yonilg'i bakka qaytarilmaydigan uzatish tizimi («Matiz» avtomobilining dvigateli)

Birinci usul bo'yicha yonilg'i uzatish tizimida bakdagi yonilg'i harorati nisbatan yuqoriroq bo'ladi, chunki qaytarilgan yonilg'i ancha qizib ulguradi. Yonilg'ining katta harorati uning ko'proq bug'lanishiga va bakda yonilg'i bug'ining to'planishiga olib keladi. Yonilg'i bug'i bakning

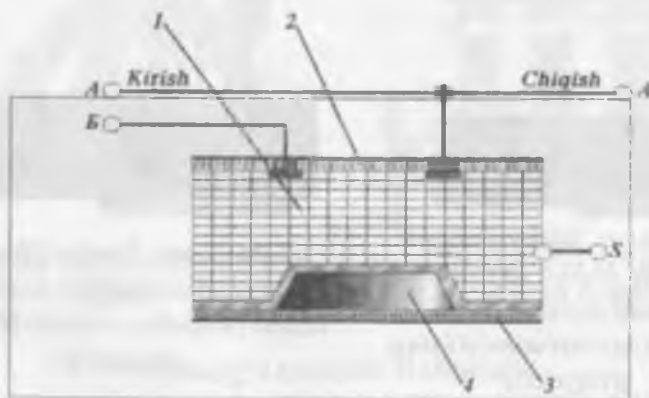
shamollatish tizimi orqali aktivlashtirilgan pista ko'mirli adsorberga uzatiladi. Dvigatelning ish jarayonida bu bug'lar kiritish trubaiga uzatiladi va natijada yonilg'i uzatish tizimida bakdagi harorat $10...12^{\circ}\text{S}$ gacha past, yonilg'ining bug'lanishi esa taxminan 30%gacha kam bo'ladi.

Purkash tizimining datchiklari.

Havo bosimi datchigi

Havo bosimi datchigi (7.25-rasm) kiritish trubaidagi siyraklanishni o'lchash uchun xizmat qiladi. Datchik bevosita kiritish trubaiga joylashtirilgan bo'lib, undan olingan ma'lumot elektron boshqarish bloki (EBB)ga uzatiladi va dvigatelning yuklamasi aniqlanadi. Datchikning asosiy elementi pyezoelementli mikrosxemadir (silikonli chip).

Kiritish trubaidagi bosim datchigining membranasi 2 ga ta'sir qiladi. Membrananing harakati ta'sirida pyezoelementda elektr yurituvchi kuch (EYuK) hosil bo'ladi. Datchikning A va B qisqichlariga qiymati 5V bo'lgan etalon kuchlanish uzatiladi.



7.25-rasm. Havo bosimi datchigi:

*1-mikrosxemali pyezoelement; 2-membrana;
3-issiqlikdosh shishadan plastinka; 4-vakuum kamera*

Datchikning vakuum kamerasi 3 da qiymati 0,01 MPa ($0,1 \text{ kgs/sm}^2$) bo'lgan bosim ushlab turiladi. Kiritish trubaidagi havo bosimi vakuum kameradagi bosimdan ortiqroq, shuning uchun datchik membranasini 2 ga kiritish trubai va vakuum kameradagi bosimlar farqiga teng yuklama ta'sir qiladi. Kiritish trubaidagi bosim qanchalik katta bo'lsa, membrana datchik pyezoelementini shunchalik ko'proq siqadi va pyezoelementda hosil bo'layotgan tok ham shunchalik katta bo'ladi. Tok qanchalik katta bo'lsa, datchikning A va V qisqichlaridagi etalon kuchlanishning pasayishi shunchalik kam bo'ladi.

Dvigatel salt yurish rejimida ishlaganda (drossel to'siqcha yopiq) kiritish trubaidagi bosim minimal qiymatgacha kamayadi va $0,02...0,03 \text{ MPa}$ ($0,2...0,3 \text{ kgs/sm}^2$)ni tashkil qiladi, datchikning chiqish qisqichlaridagi kuchlanish esa $1,5 \pm 0,2 \text{ V}$ gacha pasayadi. Bu ma'lumotni qabul qilgan EBB purkalayotgan yonilg'i miqdorini kamaytiradi.

Dvigatel maksimal yuklama bilan ishlaganida (drossel to'siqchasi to'la ochiq) kiritish trubaidagi bosim deyarli atmosfera bosimi qiymatiga yetadi va $0,085...0,095 \text{ MPa}$ ni tashkil qiladi. Bosimga mos ravishda datchik membranasiga ta'sir qilayotgan kuch ham ortadi va datchikning chiqish qisqichlaridagi kuchlanish $4,6 \pm 0,2 \text{ V}$ ga yaqinlashadi. EBB esa bu kuchlanishga mos ravishda purkalayotgan yonilg'i miqdorini oshiradi.

Elektr yonilg'i nasosi bakdagi yonilg'ini $0,25 \text{ MPa}$ bosim ostida mayin tozalash filtri orqali taqsimlash trubaiga uzatadi. Taqsimlash trubaiga silindr soniga teng bo'lgan forsunkalar joylashtiriladi. Taqsimlash trubaining oxirida yonilg'i bosimi rostlagichi o'rnatilgan bo'lib, u purkash tizimidagi bosim qiymatini o'zgarmas holda ushlab turish va ortiqcha yonilg'ini bakka qaytarish uchun xizmat qiladi. Bu yonilg'ining tizimda aylanishini ta'minlaydi va bug' tiqinlari hosil bo'lishi oldini oladi.

Purkalayotgan yonilg'i miqdorini EBB belgilaydi.

Havo harorati datchigi asosini termosezuvchan qarshilik tashkil qilib, haroratning joriy qiymatlari haqidagi ma'lumotni EBBga kuchlanish ko'rinishida uzatish uchun xizmat qiladi. Datchikning termosezuvchan qarshiligi o'z qiymatini haroratga mos ravishda o'zgartirish xususiyatiga ega. Harorat past bo'lganda datchikning qarshiligi eng katta qiymatga ega bo'ladi, ortishi bilan qarshilik kamayib boradi (ba'zi datchiklarda 400 Om dan 50 Om gacha).

Havo sarfi datchigi dvigatelda ishlatilayotgan havo miqdorini o'lchash uchun xizmat qiladi. Ko'p hollarda u maxsus kanaldagi o'qqa o'rnatilgan o'lchash to'siqchasi ko'rinishida bo'ladi. O'tayotgan havo ta'sirida to'siqchani o'z o'qida buralishi potentsiometr vositasi bilan unga mos kuchlanishga o'zgartiriladi. Havo sarfi datchigi tarkibiga havo harorati datchigi ham kiradi.

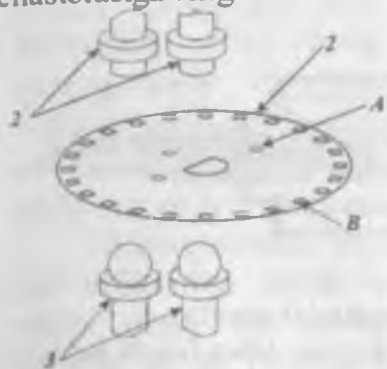
Aylanish chastotasi va burchak holatini aniqlovchi fotoelektr (magnit-elektr) datchik tirsakli valning aylanish chastotasi va porshenning yuqori chyekka nuqtadan o'tish holatini aniqlash uchun xizmat qiladi.

Datchik uzgich-taqsimlagichga yoki ilashish mexanizmining karteriga, maxovikka o'rnatilgan maxsus tishli gardish ro'parasiga joylashtiriladi.

Fotoelektr datchikning prinsipial sxemasi 7.26-rasmda keltirilgan. Uzgich-taqsimlagich valiga mahkamlangan teshikli diskning har ikkala tomoniga ikkita fotodiod 2 joylashtirilgan. Yorug'lik nuri navbatdagi teshikdan o'tganda datchik elektr impulsi ishlab chiqaradi. Taqsimlash vali bir marta aylanganda diskda nechta teshik bo'lsa, EBBga shuncha elektr impulsi uzatiladi («Matiz» avtomobili datchigida 54 ta teshik).

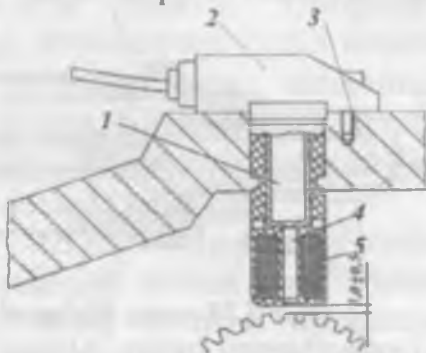
Diskning har ikkala tomonida o'rnatilgan boshqa ikkita fotodiod 3 porshenni yuqori chyekka nuqtadan o'tish daqiqasini aniqlash uchun xizmat qiladi. Buning uchun diskda uchta teshik «V» ochilgan.

Detonatsiya datchigi inersion massaga ega bo'lib, uning tebranishi pyezoelektrik sezuvchi elementga uzatiladi. U silindrlar blokining datchik o'rnatilgan joyidagi tebranish chastotasiga teng chastotali tok ishlab chiqadi.



7.26-rasm. Aylanish chastotasi fotoelektrik datchigining prinsipial sxemasi:

1-teshikli disk; 2-fotodiodlar;
A, B-diskdagi teshiklar



7.27-rasm. Burchak impulsi va tirsakli val aylanishlar chastotasi datchigi:

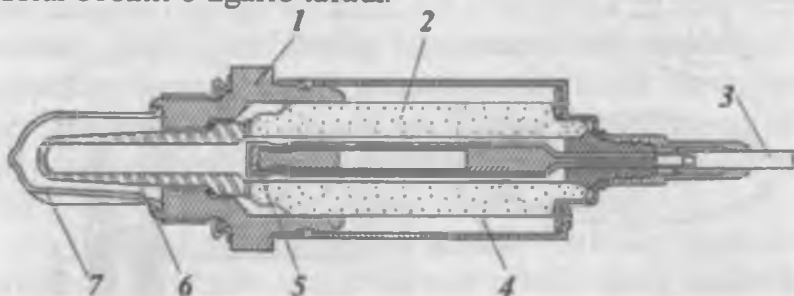
1-doimiy magnit, 2-datchik korpusi, 3-ilashish muftasi karteri, 4-magnito-yumshoq temirli o'zak, 5-g'aliak, 6-tishli gardish

Kislorod datchiklari (I-zond). (7.28-rasm) Yonilg'i purkash tizimlarida ikki turdagi kislorod datchiklari ishlatiladi. Ularning birida sezuvchi element sifatida sirkoniy dioksidi ZrO_2 , ikkinchisida esa titan dioksidi TiO_2 ishlatiladi.

Bu datchiklar chiqindi gazlar tarkibidagi kislorodning parsial bosimini o'zgarishidan ta'sirlanadi. Datchiklar chiqarish kollektoriga o'rnatiladi.

Sirkoniyli datchik (7.28-rasm) tashqi 8 va ichki 9 elektrodga ega. Har ikkala elektrod ham g'ovak yoki uning qotishmalaridan tayyorlanib bir-biridan qattiq elektrolit qatlami bilan ajratilgan. Elektrolit sifatida sirkoniy dioksidi ZrO_2 ishlatilib, o'tkazuvchanlik xususiyatini oshirish uchun unga itriy dioksidi Y_2O_3 qo'shiladi. Ichki

elektrodga qiymati o'zgarmas bo'lgan kislorodning parsial bosimi ta'sir qilib turadi. Tashqi elektrod chiqindi gazlar oqimi bilan yuvilib turadi va uning tarkibidagi kislorodning parsial bosimi o'zgarib turadi.



7.28-rasm. Kislorod datchigi (l-zond):

1-rezbal metall korpus; 2-keramik korpus; 3-bog'lovchi kabel;

4-tashqi g'ilof; 5-kontakt uchlik; 6-aktiv keramik qalpoqcha;

7-tirqishli himoyalovchi korpus

Datchikning tashqi va ichki elektrodlariga kislorodning parsial bosimi farqi ta'sirida qattiq elektrolitda ion o'tkazuvchanlik yuzaga keladi. Bu esa o'z navbatida tashqi va ichki elektrodlar orasida potensiallar ayirmasi yoki EYuK hosil bo'lishiga olib keladi.

Dvigatel boyitilgan aralashmada ishlaganda ($\alpha < 1$) chiqindi gazlardagi kislorodning parsial bosimi past bo'ladi va datchik galvanik element sifatida nisbatan yuqori kuchlanish ishlab chiqaradi (700...1000 mV).

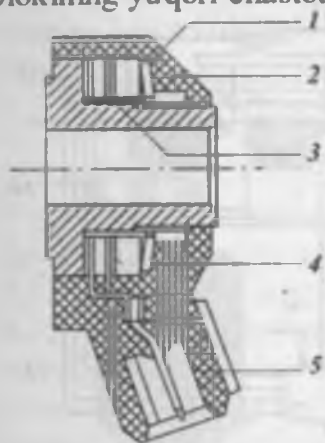
Dvigatel suyultirilgan aralashmada ishlashga o'tganda ($\alpha > 1$) chiqindi gazlardagi kislorodning parsial bosimi sezilarli darajada ortadi va bu datchik ishlab chiqayotgan kuchlanish keskin kamayishiga (50...100 mV gacha) olib keladi. Datchik kuchlanishining o'zgarish doirasi juda katta bo'lganligi sababli samarali yonuvchi aralashma tarkibini 0,5% dan katta bo'lmagan xatolik bilan aniqlash mumkin.

Dvigatelni detonatsiyadan himoya qilish tizimi

Dvigatel to'la yuklama bilan ishlaganda silindrlardagi maksimal bosim juda katta qiymatga erishishi tufayli

detonatsiya yuzaga kelish xavfi bor (yonish jarayonining tezligi tovush tezligiga yaqinlashadi). Bu silindr-porshen guruhiga tegishli qismlar, blok kallagi va qistirmalarning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Detonatsiya bo'lmisligi uchun yonilg'iga, detonatsiyaga qarshi maxsus qo'shimchalar qo'shiladi yoki yonuvchi aralashmani boyitish choralari ko'riladi (yonish kamerasini qo'shimcha sovitish hisobiga). Detonatsiya oldini olishning yana bir yo'li - o't oldirish daqiqasini kechroq qilish.

Detonatsiyadan saqlash tizimlari dvigatelning barcha ish rejimlarida ishchi aralashmani detonatsiyali yonishi oldini oladi. Bu tizimning asosiy elementi detonatsiya datchigi bo'lib, (7.29-rasm) u detonatsiya vaqtida silindrlar blokining yuqori chastotali tebranishlaridan ta'sirlanadi.



7.29-rasm. Detonatsiya datchigi:

- 1-inersion massa;
- 2-kompaund to'ldirgich;
- 3-pyzeoelektrik element;
- 4-kontaktlar; 5- datchik xulosasi

Detonatsiya datchigi silindrlar blokining titrashini (vibratsiyasini) elektr signallarga aylantiradi va EBBga uzatadi. EBB bu signalni dvigatel detonatsiyasiz ishlayotganida olingan etalon signal bilan solishtiradi. Detonatsiya yuzaga kelganda, EBBning boshqarish zanjiridagi bajaruvchi qurilmalar o't oldirish daqiqasini kechroq bo'lish tomonga suradi. Detonatsiya tugagandan keyin o't oldirish daqiqasi yana dastlabki holatiga qaytariladi.

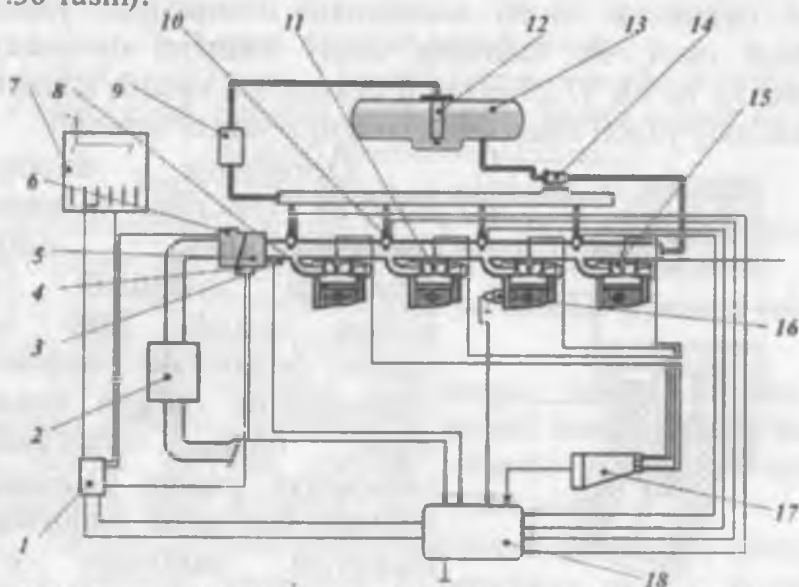
«Nexia» dvigatelining yonilg'i purkash tizimi

«Nexia» avtomobilining dvigateli yaxshi darajadagi dinamik va tejimli, chiqindi gazlardagi zaharli moddalar

miqdorini ancha kamaytiruvchi purkash tizimi bilan jihozlangan.

Yonilg'i purkash va o't oldirish tizimlari bitta elektron blok tomonidan boshqariladi. Bu ishlatilayotgan datchiklar sonini kamaytirish bilan birga yonuvchi aralashma tayyorlash va o't oldirish jarayonlarini bir-biriga moslash hisobiga dvigatelning tejamkorligini oshirish, chiqindi gazlarning zaharliligini kamaytirish, ishga tushirishni yengillatish imkonlarini beradi.

Yonilg'i purkash tizimini ishlashini ko'rib chiqaylik (7.30-rasm).

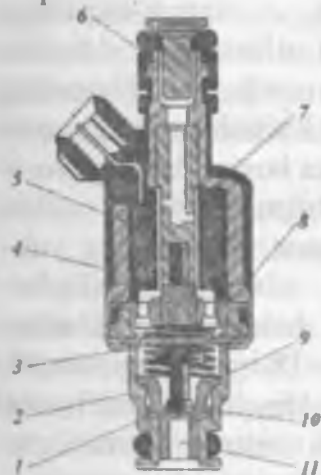


7.30-rasm. «Neksiya» avtomobilining yonilg'i ta'minlash tizimi sxemasi:

1-relelar bloki; 2-havo filtri; 3-kiritish trubasidagi absolyut bosim datchigi; 4-salt aylanishda yonilg'i aralashma ne'yorini rostlash vinti; 5-drossel-to'smaqopqoq korpusi; 6-salt aylanish klapani; 7-o't oldirish qulfi; 8-silindrlar bloki; 9-yonilg'i filtri; 10-forsunka; 11-o't oldirish chaqmoqlari; 12-yonilg'i nasosi; 13-yonilg'i baki; 14-bosim regulyatori; 15-kiritish klapani; 16-sovitish suyuqligining harorati datchigi; 17-o't oldirishning datchik-taqsimlagichi; 18-elektron boshqarish bloki (EBB)

Yonilg'i baki - 2 ga o'rnatilgan elektr yonilg'i nasosi - 1, tozalagich - 15 orqali 0,25 MPa bosim bilan yonilg'ini taqsimlash trubai - 18 ga uzatadi. Kiritish trubai taqsimlash trubai elektromagnit boshqaruvli to'rtta forsunka joylashtirilgan. Taqsimlash trubaining oxirida bosim rostlagichi - 3 o'rnatilgan bo'lib, u purkash tizimidagi yonilg'i bosimini kiritish trubaidagi siyraklanishga bog'liq ravishda o'zgarmas holda ushlab turadi va ortiqcha yonilg'ini bakka qaytaradi.

Bosim datchigida (7.32-rasm) hosil bo'lgan elektr signal EBBga uzatiladi. EBB dvigatelning aynan shu daqiqadagi ish rejimi uchun zarur bo'lgan yonilg'i miqdorini aniqlaydi va forsunkalarning (7.31-rasm) elektromagnit klapanlariga boshqaruvchi signal yuboradi (forsunkalar ishining davomiyligi va chastotasini belgilovchi elektr impulsar).



7.31-rasm. Forsunka tuzilishi:

- 1-to'zituvchi plastina;
- 2-to'zituvchi korpusi;
- 3-klapan prujinasi;
- 4-elektromagnit korpusi;
- 5-elektromagnit;
- 6-kiritishdagi yonilg'i filtri;
- 7-forsunka korpusi;
- 8-yo'naltiruvchi distansion vtulka;
- 9-klapan eguri bilan vtulka;
- 10-klapan;
- 11-forsunka uchligi

Kiritish klapanlarining holatidan qat'i nazar forsunkalar yonilg'ini tirsakli valning har bir aylanishida bir marta purkaydi.

Agar purkash daqiqasida hamma kiritish klapanlari yopiq holda bo'lsa, yonilg'i klapanlar oldidagi bo'shliqda

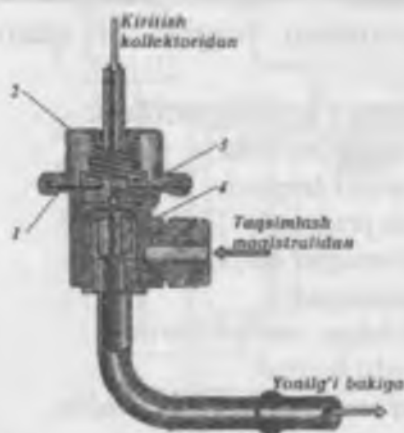
to'planadi va kiritish klapanlaridan biri ochilganidayoq havo bilan birga silindrlarga so'riladi.

Qo'shimcha havo uzatish klapani drossel to'siqchasiga parallell qilib o'rnatilgan. U dvigatelning ishga tushirish va qizitish rejimlarida tirsakli valning aylanish chastotasini oshirish uchun qo'shimcha havo uzatadi. Bu dvigatel tez qizishini ta'minlaydi.

Dvigatelning turli rejimlarida yonilg'i miqdorini me'yoriylash

Datchiklardan kelayotgan signallar asosida EBBda dvigatelning quyidagi ish rejimlari shakllanadi:

Dvigatelni ishga tushirish, «salt ishlash», «qisman yuklamalar», «to'la yuklama», «majburiy salt ishlash».



7.32- rasm. Bosim regulyatori:
1-diafragma; 2-regulyator korpusi; 3-klapan; 4-klapan egari

Tirsakli valning aylanish chastotasi haqidagi ma'lumot EBBga uzgich-taqsimlagichga o'rnatilgan datchikdan uzatiladi. Havoning hajmi kiritish trubaiga o'rnatilgan bosim datchigi vositasi bilan nisbiy usulda o'lchansa, dvigatelning yuklamasi drossel to'siqchasining holatiga ko'ra aniqlanadi. Dvigatelning issiqlik rejimi haqidagi ma'lumot sovitish tizimiga o'rnatilgan harorat datchigidan olinadi.

Sovuq dvigatelni ishga tushirish (tirsakli valning aylanish chastotasi haqidagi ma'lumot EBBga kelmayapti; sovitish suyuqligi harorati datchigining qarshiligi maksimal qiymatga ega, drossel to'siqchasi yopiq). O't oldirish kaliti ulanganda EBB rele orqali yonilg'i nasosini 2 sekundga

ishga tushiradi va tizimda 0,25 MPa bosim hosil qilinadi. Shu bilan birga EBBga tirsakli valning aylanish chastotasi, drossel to'siqchasining holati va sovituvchi suyuqlik harorati datchiklaridan signallar keladi.

EBB dvigatelni ishga tushirish va qizitish uchun zarur bo'ladigan yonilg'i miqdorini hisoblaydi (forsunkalarni ishlash tezligi va davomiyligi aniqlanadi).

Silindrlarni shamollatish rejimi

Yonuvchi aralashma me'yordan ortiq boyitilib, dvigatelning ishga tushishi qiyinlashgan hollarda EBB silindrlarni shamollatish hisobiga ortiqcha yonilg'i chiqarib yuborilishini va o't oldirish chaqmoqlari quritilishini ta'minlaydi. Drossel to'siqchasi to'la ochiq bo'lganda va tirsakli valning aylanishlari chastotasi taxminan 400min^{-1} bo'lganda EBB silindrlarga yonilg'i uzatilishini to'xtatadi. Agar drossel to'siqchasi bir oz yopilsa (drossel to'siqchasining ochilishi darajasi 80% dan oshmasligi kerak) EBB ko'p nuqtali yonilg'i purkash tizimini (KNYoPT) dvigatelni ishga tushirish rejimiga qaytaradi.

Akkumulyatorlar batareyasining razryadlanganligini qoplash rejimi

Akkumulyatorlar batareyasining razryadlanishi natijasida kuchlanish pasaysa, EBB o't oldirish chaqmoqlarining elektrodleri orasidagi razryad energiyasini kamayishini quyidagicha qoplaydi:

- forsunkalarning ochiq turishi davomiyligini oshirish;
- salt aylanishlar chastotasini oshirish;
- uchqunli razryad energiyasini oshirish maqsadida o't oldirish blokining ishiga o'zgarish kiritish.

Yonilg'i uzatilishini to'xtatish rejimi

O't oldirish kaliti o'chirilganda EBB yonilg'i uzatilishini to'la to'xtatadi. Bu o't oldirish kaliti

o'chirilgandan keyin dvigatel cho'g'dan o't olib ketishini oldini oladi. Tirsakli val aylanmayotganda, ya'ni EBBga o't oldirish blokidan signal kelmagan hollarda ham yonilg'i uzatilishi to'xtatiladi. Bu, silindrlarga ortiqcha yonilg'i yuborilishini va o't oldirish chaqmoqlarining ish rejimi buzilishini oldini oladi.

Salt ishlash rejimi

EBB dvigatelning salt ishlash rejimi drossel to'siqchasi korpusiga o'rnatilgan salt yurish klapani (SYuK) vositasida boshqariladi. SYuK tirsakli valning aylanish chastotasi drossel to'siqchasiga paralell bo'lgan qo'shimcha truba orqali yuborilgan havo miqdorini me'yorlash hisobiga rostlaydi.

SYuK yordamida EBB salt ishlash aylanishlar chastotasini belgilangan qiymatlarda ushlab turadi. Bu qiymatlar sovitish suyuqligining harorati, avtomobil tezligi, akkumulyatorlar batareyasining kuchlanishi va havoni sovitish tizimidagi bosimiga (agar avtomobilga kondisioner o'rnatilgan bo'lsa) bog'liq bo'lgan funksiya ko'rinishida EBBning doimiy xotirasida saqlanadi.

EBB qizitilgan dvigatelning turli rejimlardagi ishlash sharoitlari uchun (masalan, avtomat uzatma qutisining selektori «to'xtab turish» va «harakat» holatlari, kondisioner ulangan yoki ulanmagan va hokazo) zarur bo'lgan salt ishlash chastotasiga ko'ra SYuKning berkituvchi elementi holatini belgilaydi. Dvigatelning salt ishlash chastotasi qiymatlari doimiy xotira qurilmasida saqlanib, bu ma'lumot o't oldirish kaliti o'chirilgandan keyin ham o'chmaydi. Bu ko'rsatkichlar SYuKning joriy holatini hisoblashda EBB uchun dastlabki ta'sir nuqtalar vazifasini bajaradi.

Bu salt yurish chastotasini drossel to'siqchasining holati tasodifan yoki sistematik ravishda chetlashish

hollariga bog'liqligini istisno qiladi (akselerator tepkisi qo'yib yuborilgan hollarda).

EBB salt yurish chastotasini belgilangan qiymat doirasida avtomatik tarzda ushlab turadi. EBBning elektr ta'minoti o'chirilganda dvigatelning salt ishlash rejimi buzilishi mumkin. Shuning uchun dvigatel ishga tushirilayotgan vaqtda EBB salt ishlash rejimini avtomatik ravishda boshqarish jarayoni boshlanguncha, akselerator tepkisini qisman bosib turishga to'g'ri keladi.

Dvigatelning salt yurish chastotasi kiritish trubaiga uzatilayotgan havo miqdoriga bog'liq. Havoning umumiy sarfi SYuK, qisman yopilgan drossel to'siqchasi orqali o'tgan havo miqdori hamda kiritish trubaini turli xil vakuum qurilmalar bilan bog'lovchi vakuum shlanglaridagi havo sarflarining yig'indisi bilan belgilanadi.

Yonilg'i purkash tizimining boshqa rejimlardagi ishi

Ishlash vaqtining ko'p qismida dvigatel qisman yuklama rejimlarida ishlaydi. EBBga kiritilgan dastur bu rejimlarda ham yonilg'ini imkon boricha kam sarflanishini hamda chiqindi gazlardagi zaharli moddalarni miqdoriga bo'lgan talablarni bajaradi.

Yonilg'i tarkibini chiqindi gazlardagi erkin kislorod miqdoriga ko'ra rostlash tashqariga chiqarilayotgan zaharli moddalarni kamaytirish imkonini beradi. «O'zDEU avto» zavodining «Nexia» va «Matiz» avtomobillariga o'rnatilayotgan dvigatellarda kislorod datchigini o'rnatish ko'zda tutilmagan.

Dvigatel to'la yuklama bilan ishlaganda (drossel to'siqchasi to'la ochiq), EBB boyitilgan yonuvchi aralashma tayyorlashga yo'naltirilgan boshqaruvchi signal beradi.

Majburiy salt ishlash rejimida EBB silindrlarga yonilg'i uzatilishini to'xtatadi. EBBni bunday boshqaruvchi signal berilishi uchun 3 ta shart bajarilishi lozim: akselerator

tepkisi butunlay qo'yib yuborilgan bo'lishi kerak; tirsakli valning aylanishlar chastotasi ma'lum chyegaradan yuqorida bo'lishi kerak (odatda $1200...1400.\text{min}^{-1}$); sovitish tizimidagi suyuqlik harorati 60°S dan yuqori bo'lishi shart.

Agar yuqorida keltirilgan shartlardan birontasi bajarilmasa, silindrlarga yonilg'i uzatilishi yana tiklanadi.

Majburiy salt ishlash rejimini elektron boshqarish yonilg'i sarfini taxminan 2...3% ga tashqariga chiqarilayotgan zaharli moddalar miqdorini esa 25...30% gacha kamaytiradi.

«Matiz» avtomobili dvigatelining yonilg'i purkash tizimi

«Matiz» dvigatelining yonilg'i uzatish tizimida «Nexia» dvigatelidagi purkash jarayonini boshqarish tamoyili ishlatilgan. Har ikkala avtomobil dvigatellaridagi yonilg'i purkash tizimlarida yonilg'i va havo miqdorini EBB uchta datchikdan kelgan signal asosida: drossel to'siqchasining holati, tirsakli valning aylanish chastotasi va kiritish trubaidagi bosimning qiymatini bir-biriga moslashtiradi.

Har ikkala avtomobilda ham yonilg'i purkash va o't oldirish tizimlari bitta elektron blok yordamida boshqariladi.

Shu bilan birga «Matiz» dvigatelining yonilg'i purkash tizimi ancha takomillashtirilgan.

«Nexia» va «Matiz» avtomobillari dvigatellaridagi yonilg'i purkash tizimidagi farqlar quyidagilardan iborat:

- «Matiz» avtomobilining yonilg'i uzatish tizimida ortiqcha yonilg'ini bakka qaytarish trubai yo'q (bosim rostlagichi bakning o'zida, benzonasos yoniga joylashtirilgan va tizimdagi bosimni kirish trubaidagi siyraklanishga bog'liq bo'lmagan holda rostlaydi);

- dvigatelni detonatsiyadan saqlash tizimi o'rnatilgan. Dvigatel detonatsiya bilan ishlay boshlasa, detonatsiya datchigidan kelgan signal asosida EBB o't oldirish onini yoki yonuvchi aralashma tarkibini o'zgartirishga

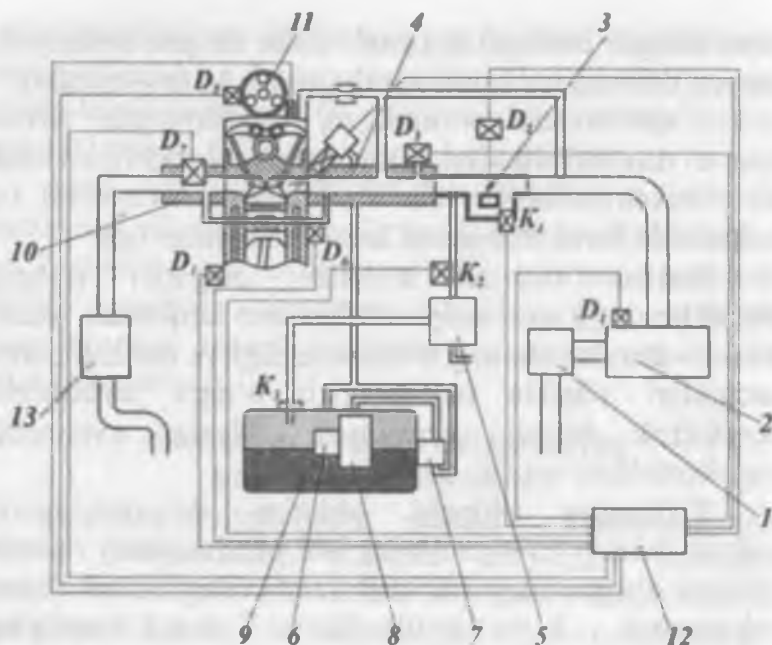
yo'naltirilgan boshqarish signal ishlab chiqara boshlaydi. Bu jarayon detonatsiya bartaft etilmagunicha davom etadi:

- qo'shimcha o'rnatilgan, so'rilayotgan havoning harorati datchigi silindrga kirayotgan havo zichligini hisobga olish imkoniyatini beradi. Bu, ayniqsa, avtomobil tog'li hududlarda harakatlanganda katta ahamiyatga ega.

Bundan tashqari «Matiz» dvigateli ishlatilgan datchiklarning konstruksiyasi bilan ham farqlanadi. Masalan, tirsakli val aylanishining burchak tezligi va burilish burchagi datchiklari sifatida taqsimlagich o'qiga joylashtirilgan fotoelektrik datchik o'rnatilgan («Nexia» avtomobilida magnitoelektrik datchik ishlatilgan).

Tizimning ishlashi. «Matiz» dvigateli yonilg'i purkash tizimi (7.33-rasm)ning ishi barcha asosiy rejimlarda «Nexia» dvigatelidagi purkash tizimi bilan bir xil. Yonilg'i elektronasos - 8 yordamida filtr - 7 orqali taqsimlagich tubaiga o'rnatilgan (sxemada ko'rsatilmagan) forsunkalar - 14 ga uzatiladi. Taqsimlash trubai kiritish kollektoriga o'rnatilgan forsunkalar esa yonilg'ini bevosita kiritish klapanlari atrofiga purkaydi. Yonilg'i bosimi rostlagichi - 6 purkash tizimidagi bosimni belgilangan qiymatda ushlab turadi. U bevosita nasos korpusiga o'rnatilgan va filtr - 7 dan keyin yonilg'i tubaiga tutashtirilgan. Ortiqcha yonilg'i qisqa yo'l bilan bakka qaytariladi. Avval qayd qilinganidek, bu - yonilg'i isib ketishi va bug'lanishini kamaytiradi.

Purkalayotgan yonilg'i miqdori datchiklardan kelayotgan quyidagi ma'lumotlar asosida EBB tomonidan belgilanadi: havo filtriga kirish joyidagi havo harorati (D_1), sovitish suyuqligi harorati (D_2), tirsakli valning aylanish chastotasi va holati (D_3), detonatsiya datchigi (D_6), chiqarish gazlaridagi kislorod miqdori (D_7). Bu ko'rsatkichlarning ba'zilar purkash tizimida hisobga olinmasligi mumkin («Matiz» dvigateliga chiqindi gazlardagi kislorod miqdorini o'lchovchi kislorod datchigi o'rnatilmagan).



7.33-rasm. «Mazda» avtomobilining yonilg'i ta'minlash tizimi:
 1-radiator; 2-havo filtri; 3-drossel to'sig'i korpusi; 4-kiritish
 trubasi; 5-adsorber; 6-bosim rostlagichi; 7-filtr; 8-nasos;
 9-yonilg'i filtri; 10-chiqarish trubasi; 11-yondirish
 taqsimlagichi; 12-elektron boshqarish bloki; 13-so'ndirgich

Yonilg'i purkash tizimidagi datchiklarni tekshirish

Drossel-to'smaqopqoqning holat datchigi. Drossel-to'smaqopqoq ochiq bo'lganda datchikning qarshiligi 5,5...7,5k, potensiometrga kirish joyida kuchlanish 4,5...5,0 V, yopiq holatda esa qarshilik 1,0...3,0 k, kuchlanish 0,4...0,8 V chyegasarida bo'lishi kerak.

Sovitish suvuqligining harorati datchigi. Dvigatel harorati me'yorida bo'lganda (80°...100°S) datchik qisqichlaridagi kuchlanish 1,5...2,0 V ni, harorat 10°S bo'lganda datchik qisqichlari orasidagi qarshilik 16180 Om, harorat 20°S da 3520 Om, harorat 80°S da - 332 Om ni tashkil qilishi kerak.

Kiritish trubasidagi havoning harorati datchigi. Dvigatel harorati me'yorida bo'lganida ($80^{\circ} \dots 100^{\circ}\text{S}$) datchik qisqichlaridagi kuchlanish $0,8 \dots 1,5 \text{ V}$, qarshiligi esa 10°S da 9200 Om , harorat 20°S da - 2500 Om ni tashkil qilishi kerak.

Kiritish trubasidagi havoning absolyut bosimi datchigi. Dvigatel salt ishlaganda datchik qisqichlaridagi kuchlanish $1,0 \dots 1,5 \text{ V}$, drossel to'siqchasi to'la ochiq holatida $4,5 \dots 5,0 \text{ V}$ ni tashkil qilishi kerak.

Kislород datchigi (-zond). Dvigatel salt ishlaganda datchik qisqichlaridagi kuchlanish $0,01 \dots 0,45 \text{ V}$, drossel to'siqchasi to'la ochiq holda - $0,45 \dots 0,90 \text{ V}$ bo'lishi kerak.

Dvigatel tirsakli valining aylanish chastotasi datchigi. O't oldirish kaliti ulangan holatda datchik qisqichlaridagi kuchlanish 0 yoki 5 V bo'lishi mumkin, dvigatel ishlayotganda - $2,0 \text{ V}$.

Elektromagnit forsunka. Forsunka qisqichlari orasidagi qarshilik $13,75 \dots 15,25 \text{ Om}$ bo'lishi kerak. Bir marta ulangandagi yonilg'i sarfi $1,35 \text{ gs}$.

Salt yurish klapani. Elektrodvigatel o'ramining A-V va S-D qisqichlari orasidagi qarshilik $40 \dots 80 \text{ Om}$ atrofida bo'lishi kerak. A, V, S, D qisqichlari va «massa» orasidagi kuchlanish $0,5 \dots 1,2 \text{ V}$ chyegasida bo'lishi kerak.

Adsorberning elektromagnit klapani. Qisqichlar orasidagi qarshilik $40 \dots 44 \text{ Om}$. Dvigatelning sovitish suyuqligining harorati $35 \dots 40^{\circ}\text{S}$ bo'lganda, klapan yopiq, 40°S dan yuqori bo'lganda - ochiq.

Yonilg'i bosimining rostlagichi. Rostlagich yonilg'i bosimini $372 \dots 380 \text{ kPa}$ atrofida ushlab turishi kerak.

VIII BOB. DIZELLARNING YONILG'I BERISH APPARATURASI

8.1. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Avtomobil va traktor dizellarida yonilg'i berish apparaturasining asosan ikki turi qo'llaniladi.

1. Ajratilgan yonilg'i berish apparaturasi. Bunda yonilg'i alohida yuqori bosimli nasosdan quvurlar orqali forsunkaga beriladi.

2. Ajratilmagan yonilg'i berish apparaturasi. Bunda yuqori bosimli yonilg'i nasosi va forsunka yagona moslama tarzida yasalgan bo'lib, u nasos-forsunka deyiladi.

Yonilg'ini dozalash usuli bo'yicha zolotnikli dozalash va kiritishda drossellash sxemasi ishlatiladi. Yonilg'i berish apparaturasiga quyidagi talablar qo'yiladi:

1) yonilg'ini silindrga yuqori bosim ostida purkash, yonish kamerasining shakliga bog'liq bo'lgan yonilg'i to'zonini hosil qilish va yonish jarayonining samarali kechishini ta'minlaydigan purkash tavsifini hosil qilishi lozim;

2) yonilg'ini mayda zarrachalarga to'zitishi va havo bilan aralashib, optimal yonuvchi aralashma hosil qilishi kerak;

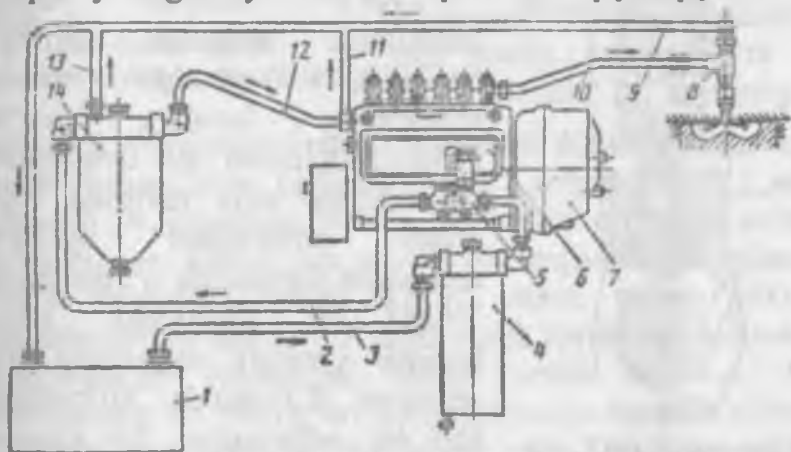
3) avtomobilning barcha rejimlarida kerakli quvvat bilan ishlay olishini ta'minlaydigan miqdorda yonilg'i berishi, dizelning yuklamasi o'zgarganda, qisqa vaqt ichida silindrlarga purkalayotgan yonilg'ining miqdorini yuklamaga qarab o'zgartira olishi zarur;

4) hamma silindrlarga bir xil purkash tavsifida va bir xil miqdorda yonilg'i uzatishi lozim. Bundan tashqari, yonilg'i berish apparaturasining tayyorlanishi va ekspluatatsiya qilinishi oson bo'lishi va uzoq muddat ishlashi ta'minlanishi lozim.

Yonilg'i berish apparaturasi quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan: 1) yonilg'i baki, dag'al tozalash filtri, past bosimli yonilg'i haydash nasosi va quvurlar; 2)

mayin tozalash filtri; 3) purkash onini va yonilg'i miqdorini rostlash tuzilmalari bilan jihozlangan yuqori bosimli yonilg'i nasosi; 4) yuqori bosimli quvurlar; 5) forsunkalar; 6) regulyator (tirsakli valning aylanishlar chastotasiga mos ravishda yonilg'i purkashning ilgarilatish burchagini rostlagich).

To'rt taktli dizelning ajratilgan turdagi yonilg'i tizimi 8.1-rasmda ko'rsatilgan. Yonilg'ining silindrga tushguncha bo'lgan harakat yo'li strelkalar bilan ko'rsatilgan. Yonilg'i yordamchi nasos 5 orqali 0,15...0,17 MPa bosim ostida yuqori bosimli nasos 6 ga beriladi. Purkalmay qolgan ortiqcha yonilg'i naychalar 11 orqali bakka qayta quyiladi.

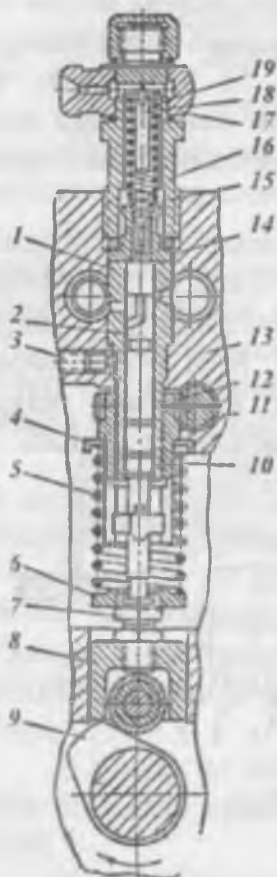


8.1-rasm. Dizelni yonilg'i bilan ta'minlash tizimi

Silindrga purkalishi lozim bo'lgan yonilg'i mayda mexanik abraziv zarralardan tozalangan bo'lishi shart. Shu maqsadda dag'al va mayin filtrlar o'rnatiladi.

8.2. YUQORI BOSIMLI YONILG'I NASOSI

Nasosning tuzilishi. Yuqori bosimli yonilg'i nasosi juda murakkab tuzilgan bo'lib, u dvigatelning yuklamasiga mos holda hamma silindrlarga forsunkalar orqali bir xil miqdorda yonilg'i berish uchun xizmat qiladi.



**8.2-rasm. YAMZ-236
dizelining yuqori
bosimli yonilg'i nasosi
seksiyasi**

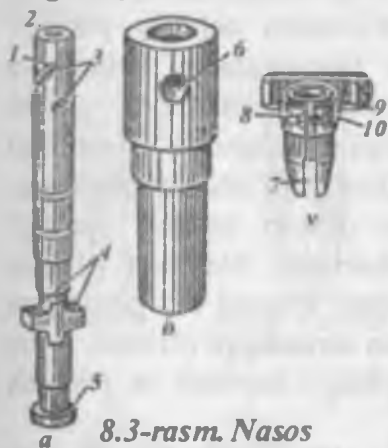
juftdan iborat. Nasos seksiyasi quyidagicha ishlaydi.

Yonilg'i nasosining vali tirsakli val yordamida harakatga keltiriladi, u ikki marta sekin aylanadi. Yonilg'i nasosining kulachok 9 li vali aylanganda turtkich 8 ko'tariladi. Turtkich o'z navbatida plunjer 2 ni ko'taradi. Turtkichning roligi kulachokning o'zgarmas radiusli qismiga kelganda plunjer prujina 5 ta'sirida boshlang'ich holatiga qaytadi. Burish vtulkasi 10 gilza 1 ga erkin o'rnatilgan.

Yuqori bosimli yonilg'i nasoslarining ko'p seksiyali va taqsimlovchi turlari ishlatiladi. Ko'p seksiyali nasoslarda har bir ish seksiyasi yonilg'ini faqat bir silindrga yetkazib beradi. Taqsimlovchi nasoslarda esa bitta ish seksiyasi bir nechta silindrga yonilg'i yetkazib beradi. Bunday nasoslar bir yoki ikki plunjerli bo'lishi mumkin.

Ko'p seksiyali yonilg'i nasoslarida dvigatel silindriga berilayotgan yonilg'i miqdori plunjerning holatiga bog'liq. Plunjerning holati esa dvigatelning yuklamasiga mos ravishda reyka orqali markazdan qochirma regulyator yordamida o'zgartiriladi. YAMZ-236 dizelidagi yuqori bosimli yonilg'i nasosining bitta seksiyasi 8.2-rasmda ko'rsatilgan. Har bir seksiyaning ish elementi plunjer 2 va gilza 1 dan tuzilgan plunjerli .

Yonilg'i nasosi korpusining yuqori qismiga-o'rindiq 14 ga haydash klapani 15 o'rnatilgan.



8.3-rasm. Nasos seksiyasining detallari

Nasos seksiyasining detallari 8.3-rasmda alohida-alohida ko'rsatilgan. Plunjer-ning yuqori qismida ikkita vintsimon ariqcha 3 bor. Ular plunjer toretsi (ko'ndalang yuzasi) bilan markaziy (2) va ko'ndalang kanallar orqali birlashgan. Ariqchalardan birining qirradi 2 juda aniq ishlangan. Silindrga beriladigan yonilg'i miqdori qirra 1 ning holatini o'zgartirib

rostlanadi. Plunjerning pastki qismidagi ikkita chiqiq 4 uni burish vtulkasi bilan biriktirish uchun, aylana chiqiq 5 esa, qaytarish prujinasining pastki tarelkasini o'rnatish uchun mo'ljallangan. Juftlar juda aniq tayyorlangan bo'lib, gilza-plunjer orasidagi tirqish 0,8-1,5 mkm. nina-to'zitkich orasidagi tirqish esa 2,5...5 mkm oralig'ida bo'ladi. Gilzada qarama-qarshi joylashgan ikkita teshik 6 bor. Bu teshiklarning biri yonilg'ini plunjer tepasiga haydash uchun, ikkinchisi esa ortiqcha yonilg'ini qayta haydash uchun xizmat qiladi. Burish vtulkasining tishli gardishi reyka bilan birlashgan, chuqurlar 7 ga esa plunjerning chiqiqlari 4 kirgiziladi.

Nasos seksiyasining ishlashi. Nasos seksiyasining ishini uchta jarayonga bo'lish mumkin: to'ldirish, siqish va qayta chiqarish. Plunjer pastga harakat qilganda (8.4-rasm, a) kiritish teshigi ochiladi va plunjerning ustki bo'shlig'i yonilg'i bilan to'ldiriladi. Plunjer yuqoriga harakat qilganda yonilg'ining bir qismi avval gilzadagi kiritish teshigi orqali yonilg'i keladigan kanalga qaytib chiqadi. Yonilg'ining qaytib chiqishi plunjerning toretsi gilzadagi kiritish teshigini

berkitganda tugaydi (3-sxema). Plunjer yuqoriga harakat qilishda davom etganda yonilg'ining bosimi tez ko'tariladi. Natijada haydash klapani 15 (8.2-rasm) ochilib, yonilg'i katta bosimli naychalar orqali forsunkalarga keladi va silindrlarga purkaladi. Plunjerning vintsimon qirrasi gilzadagi qayta chiqarish teshigini ochganda (4-sxema) nasosdan forsunkaga yonilg'i yuborish to'xtaydi va plunjer yuqoriga harakat qilishni yana davom ettirsa, yonilg'i qaytarish kanaliga chiqarib yuboriladi. Natijada plunjer ustidagi bosim tez pasayadi, haydash klapani esa prujina va nasos shtutseridagi bosim ta'sirida o'rindiqqa o'tiradi. Ayni vaqtda nasos bilan forsunkaga yonilg'i haydash va purkash to'xtaydi.

Kiritish teshigi yopilgan paytdan boshlab gilzadagi qayta chiqarish teshigi ochilguncha bo'lgan davr ichida plunjerning o'tgan yo'li faol yo'l S_a deb ataladi. Bu yo'lni plunjer yuzasi f_{pl} ga ko'paytirsak, plunjer bilan siqib chiqarilgan yonilg'ining nazariy miqdorini topamiz:

$$V_{yo} = S_a \cdot f_{pl}.$$

Sikl davomida yonish kamerasiga purkaladigan haqiqiy yonilg'ining miqdori quyidagicha hisoblanadi:

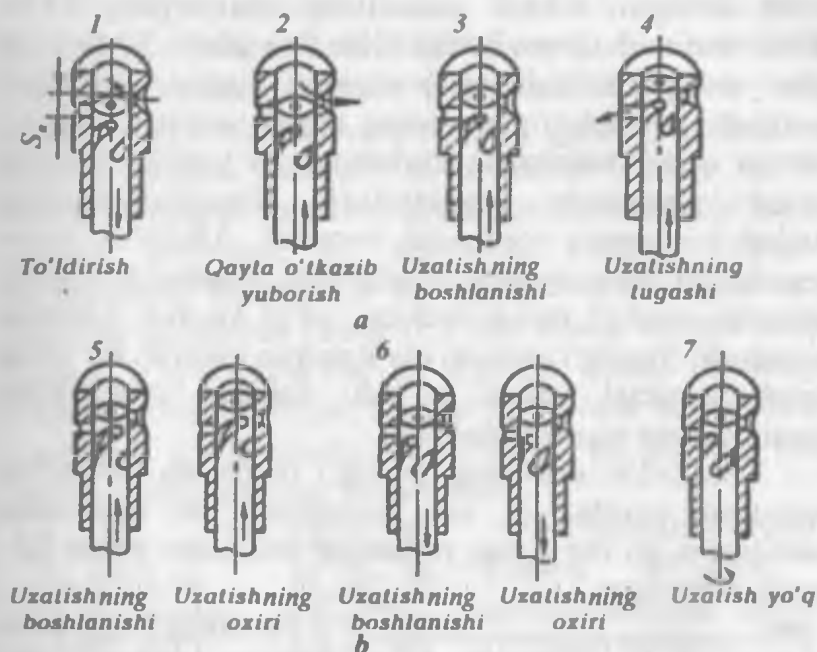
$$V_{haq} = V_{yo} \cdot \eta_h = S_a \cdot f_{pl} \cdot \eta_h;$$

bu yerda η_h - yonilg'i berish koeffitsiyenti, $\eta_h = 0,75 \dots 0,9$. Bu koeffitsiyent plunjerli juftdagi va to'zitgichdagi tirqishlar orqali yonilg'ining sizishini, uning siqiluvchanligini hamda yonilg'i berish tizimining deformatsiyasini hisobga oladi.

Dvigatelning yuklamasi o'zgarishi bilan silindrga uzatilayotgan yonilg'ining miqdori ham o'zgarishi kerak. Buning uchun plunjer reyka va markazdan qochirna regulyator yordamida buriladi, natijada uning faol yo'li (8.4-rasm, b) va yonilg'i miqdori o'zgaradi.

Tezyurar dizellarda qo'llaniladigan plunjerlarda yonilg'i bera boshlash vaqti juda kam o'zgaradi. Dvigatelga

siklda ko'proq yonilg'i berish uchun plunjerning faol yo'li kattalashtiriladi. Bunda chiqarish teshigi kech ochiladi (5-sxema).



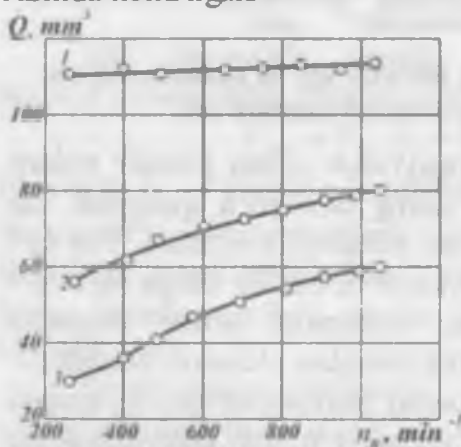
84-rasm. Plunjer juftining ishlashi (a) va purkalayotgan yonilg'i miqdorini roslash sxemasi (b)

Yonilg'i miqdorini kamaytirish uchun plunjer teskari tomonga buraladi, natijada uning faol yo'li qisqaradi. Bu holda chiqarish teshigi barvaqt ochiladi (6-sxema). Yonilg'i berishni to'xtatish uchun reyka to'la tortilib chiqarilishi kerak. Bu holda plunjerning vintsimon qirrasi chiqarish teshigini kiritish teshigi berkitilishidan oldinroq ochadi (7-sxema). Natijada forsunka orqali purkash to'xtaydi, chunki plunjerning ustki hajmi bir vaqtning o'zida ham chiqarish, ham kiritish teshiklari bilan bog'langan bo'ladi.

Dizellarda beriladigan yonilg'ining maksimal miqdori chegaralangan bo'lib, regulyatordagi boshqarish richagining siljishini cheklash bilan amalga oshiriladi.

Nasos-forsunkalarda zolotnik tipidagi yuqori bosimli nasos va klapan-soplo to'zitgichli forsunka bir agregatga birlashtirilgan bo'ladi. Nasos-forsunkaning plunjeri yuqorida ko'rib o'tilgan YAMZ nasosining plunjeridan ikkita ishchi vintsimon qirra borligi bilan farq qiladi. Yuqoridagi qirra yonilg'i purkashning boshlanish vaqtini, ikkinchisi (pastkisi) esa yonilg'i purkashning tugash vaqtini reykaning holatiga qarab boshqaradi. Purkalayotgan yonilg'i miqdori qirralar yordamida o'zgartiriladi. Nasos-forsunkaning plunjeri ham reyka yordamida buraladi. AR-20A₃ nasos-forsunkadan purkalayotgan yonilg'ining miqdori kamayishi natijasida yonilg'i berish kechroq, ya'ni yu.ch.n. yaqinida boshlanadi. Yonilg'i purkash esa ilgariroq tugaydi. Bu holda yonish samarasi yaxshi bo'ladi, natijada dvigatelning tejamliligi ham yomonlashmaydi.

YAMZ-236 dizelining yonilg'i nasosidan har siklda beriladigan yonilg'i Q_s ning kulachokli val aylanishlar chastotasi n_k ga bog'liqligi reykaning uch holati uchun 8.5-rasmda keltirilgan.



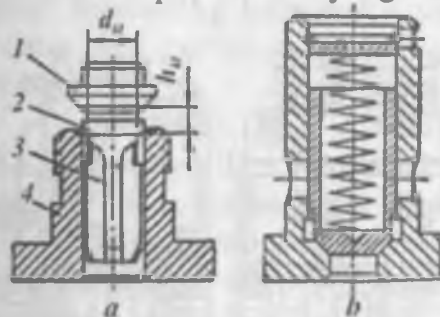
8.5-rasm. YAMZ-236 dizeli yonilg'i nasosining tavsifi

Grafiklarning ko'rsatishicha, kam yuklamalarda aylanishlar chastotasining oshishi bilan siklda beriladigan yonilg'i miqdori to'la yuklamadagiga qaraganda ko'proq oshadi (2 va 3 egri chiziqlar). Bu kamchilikni yo'qotish maqsadida nasosga korrektorlar o'rnatiladi.

Yonish jarayonining optimal kechishi uchun yonilg'ini purkash to'xtaganda yuqori bosimli yonilg'i naychasida bosim tez kamayishi kerak. Aks holda qayta purkash

jarayoni sodir bo'lib, u kichik bosimlarda davom etadi. Natijada yonilg'ining tomchilari yaxshi parchalanmasdan, chala yonadi va koks hosil qiladi.

Yonilg'i berishni keskin tugallash hamda yuqori bosimli naychalarda bosimni tez pasaytirish uchun yonilg'i nasosiga haydash klapani o'rnatiladi. Chiqarish teshigi ochilishi bilan bu klapan o'z o'rindig'iga o'tirib, plunjer usti hajmini yuqori bosimli naychalardan ajratib qo'yadi. Natijada purkash keskin tugaydi. qo'ziqorinsimon haydash klapani (8.6-rasm, a) zichlovchi konusli qalpoq 1, bo'shatuvchi belbog' 2 va yonilg'i o'tkazuvchi to'rtta ariqchali «dumcha» (sterjen) 3 dan iborat. Klapan maqbul holatda o'z o'rindig'iga 4 da o'tiradi. Uning ish jarayoni yuqorida ko'rib o'tilgan. Klapan va o'rindiq birgalikda aniq geometrik o'lchamlarda tayyorlanadi va ulardan bittasi ishdan chiqsa, ikkalasi yangilanadi.



8.6-rasm. Yonilg'i haydash klapanlari:

a-qo'ziqorinsimon; b-zolotnikli

Zolotnikli haydash klapani (8.6-rasm, b) qo'ziqorinsimon klapaniga o'xshash ishlaydi.

YAMZ-236

dizelining yonilg'i nasosi. YAMZ-236 dizeligga o'rnatiladigan yuqori bosimli olti seksiyali zolotnikli yonilg'i nasosi (8.7-rasm) quyidagicha tuzilgan.

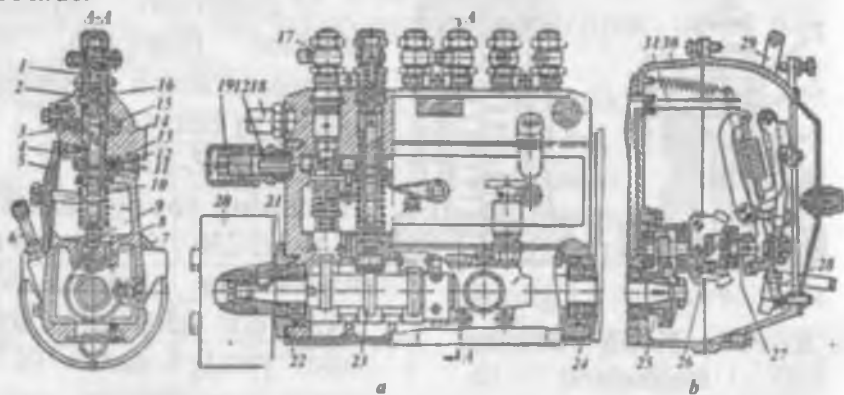
Oltita seksiya - nasos korpusi 14 ning yuqori qismidagi uyalarda joylashgan. Gilzalar stoporlash vintlari 11 yordamida bir xil holatda o'rnatiladi. Gilzalardagi kiritish va chiqarish teshiklari joylashgan sathda korpusning uzunligi bo'ylab ikkita gorizontall kanal o'tgan: kanal 3 orqali yonilg'i plunjer seksiyalariga yuboriladi, kanal 15 orqali

esa yonilg'i purkash tugaganidan so'ng plunjer seksiyalaridan qayta olib ketiladi.

Korpusning yon tarafidagi kanalda vtulkalar vositasida reyka 12 o'rnatilgan. Nasosning reykasi har bir seksiyaning tishli gardishi bilan ilashgan.

Gilzalar o'rnatiladigan uyalar ostida chuqurchalar bo'lib, bu chuqurchalarga burish vtulkalarinipg tishli gardishi 13 kiritiladi. Chuqurchalarning pastki qismiga o'tkazish belbog'lari yasalgan bo'lib, ularga prujinalarning yuqori tarelkalari tayanadi.

Nasos seksiyalari bo'shlig'ini kulachokli val bo'shlig'idan ajratadigan to'siqda turtkichlar 8 ni o'rnatish uchun maxsus uyalar yasalgan. Nasosning kulachokli vali 23 da oltita tangensial profilli kulachok va ekssentrik bor. Kulachoklar turtkichlarni harakatga keltiradi, ekssentrik esa yonilg'i haydaydigan yordamchi porshenli nasosni ishga soladi.



8.7-rasm. YAMZ-236 dizelning yuqori bosimli yonilg'i nasosi:

a-nasosning kesimlari; b-regulyator

Nasosning kulachokli valiga purkashni ilgarilatish muftasi 20 o'rnatilgan, uning qarama-qarshi tomoniga regulyatorni harakatlantiruvchi yetakchi shesternya 25 ning gupchagi mahkamlangan. Regulyator esa nasos korpusiga birlashtirilgan.

V-simon to'rt taktli, olti silindrli dizelda yonilg'i nasosi seksiyalarining ish tartibi 1-4-2-5-3-6 tartibida bo'ladi va yonilg'i berish kulachokli val har 45° va 75° burchakka burilganda takrorlanadi, bu esa dvigatelda ish jarayonlarining takrorlanishiga mos keladi.

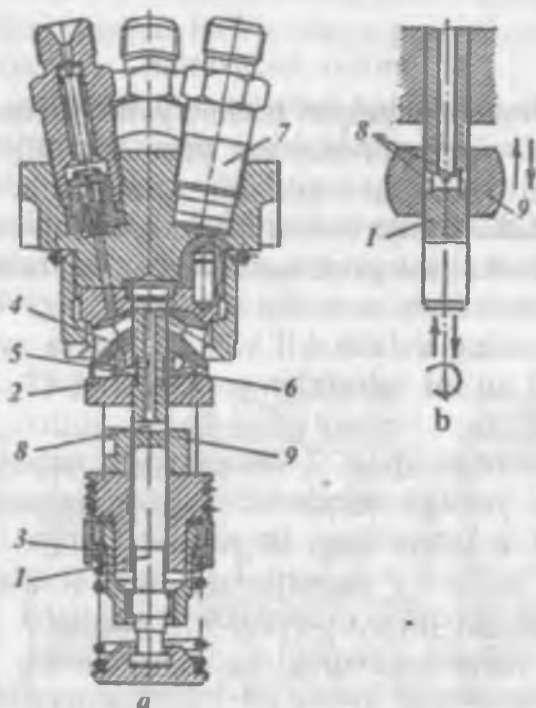
Ko'rib chiqilgan yuqori bosimli yonilg'i nasoslarida haydash seksiyalarining soni dvigatel silindrining soniga teng.

Taqsimlovchi yuqori bosimli yonilg'i nasosi

Keyingi vaqtlarda tezyurar kam quvvatli dizellarda taqsimlovchi nasoslar ishlatila boshlandi. Bunday nasoslarda bitta seksiya yonilg'ini dvigatelning ish tartibiga mos holda 2...4 silindrga yetkazib beradi. Bu nasoslar ko'p plunjerli nasoslardan arzonligi va ixchamligi bilan farq qiladi. Nasosning kulachokli vali bir marta aylanganda plunjer faol yo'lni silindrlar soniga teng (2...4) marta takror o'tadi.

Taqsimlovchi ND-22 nasosining yuqori bosimli seksiyasi va yonilg'i miqdorini o'zgartirish sxemasi 8.8-rasm, *a* va *b* da ko'rsatilgan. Bu nasosda plunjer 1 kulachok ta'sirida o'z vtulkasi 2 da borib-kelib harakat qiladi. Undan tashqari, plunjer o'z o'qi atrofida ichki tishli gardish 3 yordamida aylanib, yonilg'ini forsunkalarga taqsimlab beradi. Forsunkalarga yonilg'ini berish plunjerning yuqoriga harakatida, uning qirrasini to'ldirish darchalari 4 ni berkitgandan so'ng boshlanadi. Taqsimlash ariqchasi 5 plunjerdagi ko'ndalang teshik 6 ga mos kelganda plunjerning tepa hajmida siqilgan yonilg'i bosim ostida forsunkaning shtutseri 7 ga haydaladi. Yonilg'i yuqori bosimli trubkalar orqali forsunkaga boradi va purkaladi. Yonilg'ini purkash plunjerdagi teshik 8 dozator 9 dan chiqishi bilan tugaydi. Bu holda plunjerning yuqori qismidagi bosim keskin pasayadi va yonilg'i berish

to'xtaydi. Silindrga berilayotgan yonilg'ining miqdori dozator yordamida rostlanadi. Buning uchun dozator plunjerning o'qi bo'ylab barcha rejimli regulyator yordamida suriladi. Siklda beriladigan yonilg'ining maksimal miqdoriga dozator yuqorida joylashganda erishiladi.



88-rasm. Taqsimlovchi tipdagi ND-22 nasosining yuqori bosimli seksiyasi (a) va yonilg'i miqdorini o'zgartirish sxemasi (b)

8.3. FORSUNKALAR

Dizellarda asosan ochiq va yopiq forsunkalar ishlatiladi.

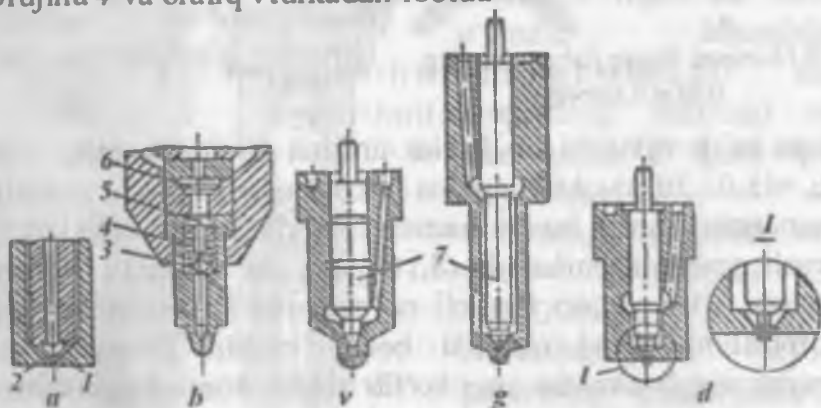
Ajratilmagan kamerali to'rt taktli dizellarda yopiq to'zitgichli forsunkalar ishlatiladi. Forsunka ninasi prujinasining siqilishi 15...22 MPa ga mo'ljallangan. Ikki

taktli YAAZ dizellarida klapan-soploli forsunka ishlatiladi. Klapan 4...5 MPa bosimda ochiladi va bunda purkash boshlanadi.

Ajratilgan kamerali dizellarda ochiq forsunkalar ishlatiladi. Ularda ochiq shtifli to'zitgich o'rnatiladi. Shtift ninasi prujinasining siqilishi 10...15 MPa ga mo'ljallangan.

To'zitgichlarning konstruksiyasi 8.9-rasmda ko'rsatilgan. Ochiq to'zitgichli forsunkadan (8.9-rasm, *a*) yonilg'i purkash, to'zitgich ichidagi va silindrdagi bosimlar farqi soplo teshiklarining qarshiligini yenga olganda boshlanadi.

Nasos-forsunkada qo'llaniladigan yopiq klapan-soploli to'zitgich 8.9-rasm, *b* da ko'rsatilgan. Bu to'zitgich plastinasimon klapan 6, nazorat klapan 5, cheklagich 3, prujina 4 va oraliq vtulkadan iborat.

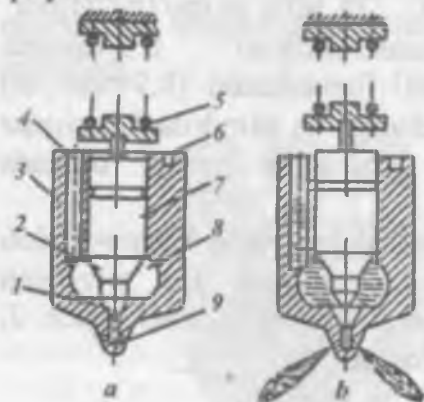


8.9-rasm. Forsunka to'zitgichlarining konstruksiyasi

Plastinasimon klapan forsunkadagi bosim silindrdagi bosimdan kam bo'lganda gazlarni o'tkazmaydi. Nazorat klapani esa ochiq forsunkaga xos kamchilikni (purkash oxirida yonilg'ining tomchilashini) yo'qotadi va u bosim 4,5...6,5 MPa bo'lgandagina ochiladi.

Klapaning ochilish bosimi maksimal purkash bosimidan ancha kam bo'lganligi uchun ko'pincha bunday forsunka ochiq forsunka deyiladi.

Yopiq to'zitgichlarning sxemasi 8.9-rasm, v va g da ko'rsatilgan. Nina yopiq to'zitgichning asosiy elementi bo'lib, har gal silindrga yonilg'i purkalgandan so'ng yuqori bosimli yonilg'i berish yo'lini yonish kamerasidan ajratib qo'yadi.



8.10-rasm. Yopiq forsunkaning ishlash sxemasi

Maqbul holatda nina 7 ning konusi 1 prujina 5 ta'sirida to'zitgich korpusidagi o'rindiqqa siqilgan bo'ladi (8.10-rasm, a). Nasosdan yonilg'i kelishi bilan yuqori bosimli naychada, shuningdek, to'zitgichning ichida bosim juda tez ko'tariladi. Ninaning konussimon sirti

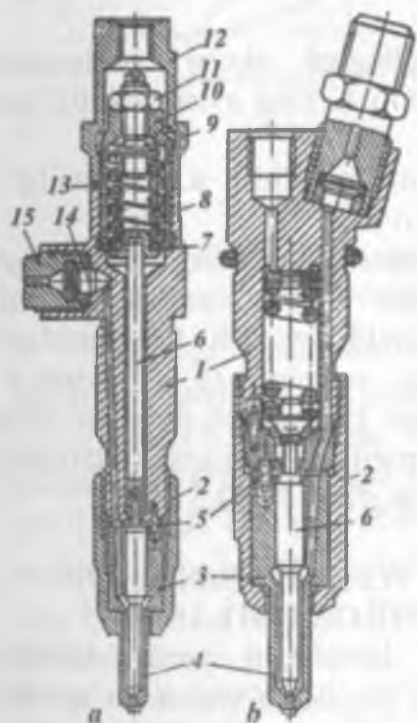
2 ga ta'sir qiluvchi bu bosim prujina kuchidan oshganda $R_{pr}=15,0...20,0$ MPa nina ko'tariladi va yonish kamerasiga katta bosim hamda tezlikda soplo teshiklari 9 orqali yonilg'i purkaladi (8.10-rasm, b). Yonilg'i berish tugashi bilan yuqori bosimli naychalarda hamda to'zitgich korpusining ichki qismida bosim keskin pasayadi va prujinaning bosimidan kam bo'lib qoladi. Natijada ninaning konussimon sirti to'zitgichning konus sirtiga zich o'tiradi va silindrga yonilg'i purkash keskin tugallanadi. Nina o'z uyasiga tez o'tirgandagina purkash oxirida silindrga yonilg'i oqib ketishini va soplo teshiklarining kokslanib qolishini yo'qotish mumkin. Bu vazifani esa haydash klapani bajaradi.

Ajratilgan kamerali dizellarda qo'llaniladigan forsunkaning shtiftli to'zitgichi 8.9-rasm, d da ko'rsatilgan.

Purkashning boshlanish bosimini nina prujinasining tarangligini rostdash yo'li bilan o'zgartirish mumkin.

Ninaning ishlash sharoitini yaxshilash va muddatini oshirish maqsadida nina hamda to'zitgichning korpusi uzunroq qilib yasaladi, chunki bu holda detallarni sovitish sharoiti ancha durust bo'ladi.

Ajratilmagan kamerali dizellarda 2...11 ta teshikli to'zitgichlar ishlatiladi. Teshiklar diametri 0,15...0,45 mm bo'ladi. Ajratilgan kamerali dizellarda bir teshikli yoki shtiftli to'zitgichlar ishlatiladi. Teshikning diametri nisbatan katta 1...2 mm bo'ladi.



8.11-rasm. YAMZ dizellariga o'rnatiladigan yopiq forsunkalar:

a - YAMZ-236 dizeli uchun;
b - YAMZ-740 dizeli uchun

Yopiq to'zitgichlarda ninaning yurish yo'li 0,3...0,45 mm, nina bilan to'zitgich korpusining orasidagi tirqish 2,5 mkm, o'rindiq konusining burchagi 59° ... 60° , nina konusining burchagi esa mos holda 1° katta qilib tayyorlanadi.

Misol tariqasida to'rt taktli YAMZ-236 va YAMZ-740 dizellarda ishlatiladigan forsunkalarning konstruksiyasi 8.11-rasm, a, b da ko'rsatilgan.

Nina 4 li to'zitgich 3 gayka 2 yordamida forsunka korpusi 1 ga mahkamlanadi, nina esa prujina 8 va turtkich 6 vositasida o'rindiqqa siqiladi.

Prujinaning pastki qismi tarelka 7 ga, yuqori qismi esa rostlash vinti 9 ga tayanadi. Rostlash vinti 11 stakan 10 ga buralib, kontrgayka 11 bilan mahkamlanadi. Stakanga buraladigan qalpoq 12 bilan korpus orasida qistirma 13 bor. Prujinaning tarangligini rostlash vinti yordamida o'zgartirish mumkin.

Yonilg'i yuqori bosim ostida forsunkaga shtutser 15 va sim to'rlardan tuzilgan filtr 14 orqali keladi. So'ngra u to'zitgichga tushadi va nina ko'tarilganda silindrga purkaladi.

Forsunka silindrlar kallagiga skoba yordamida mahkamlangan, skoba esa qalpoq 12 ning aylana chiqig'iga tiraladi.

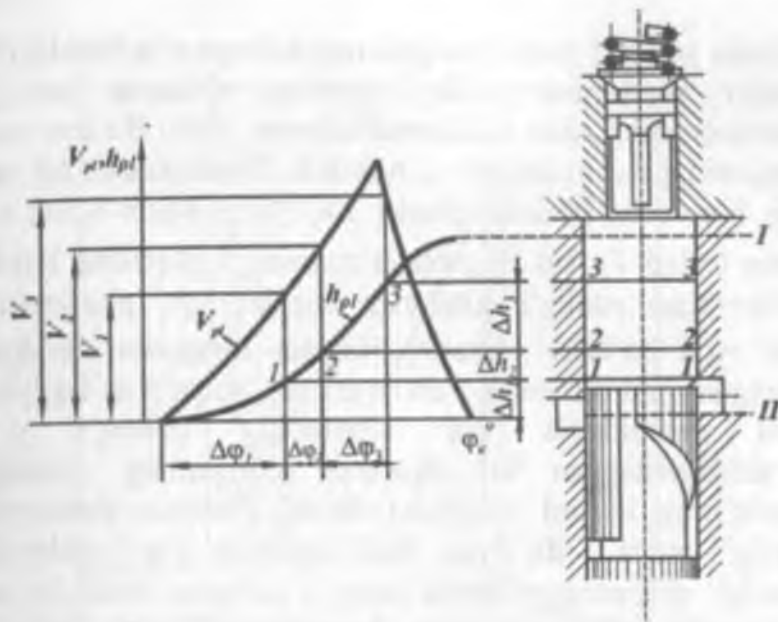
Nina va purkagich korpusi oralig'idan sizgan yonilg'i shtutser orqali yig'ish kanaliga o'tadi.

YAMZ dizellariga o'rnatiladigan forsunkalarning to'zitgichida diametri 0,34 mm li to'rtta teshik har xil burchak ostida joylashgan bo'lib, yonish kamerasidagi havodan to'la foydalanishni ta'minlaydi. To'zitgich forsunkaning korpusida yonish kamerasiga nisbatan aniq holatda ikkita shtift 5 bilan o'rnatiladi. Ninaning ko'tarilishi 0,28...0,38 mm, prujinaning tarangligi $15,0 \pm 0,5$ MPa.

8.4. YUQORI BOSIMLI YONILG'I NASOSI VA FORSUNKANING BIRGA ISHLASHI

Plunjerning faol yo'li ko'ndalang yuzasi kiritish teshiklarini berkitgan paytidan boshlanib vintsimon qirasi qaytarish teshigini ochgan paytgacha davom etadi. Haqiqatda esa yonilg'i tizimida shunday jarayonlar sodir bo'ladiki, bunda yonilg'ini silindrga purkashning boshlanishi va tugashi plunjer faol yo'lining boshlanishi va tugashiga to'g'ri kelmaydi.

Yonilg'i nasosidagi plunjer va haydash klapanining birga ishlashi 8.12-rasmda ko'rsatilgan.



8.12-rasm. Plunjer va haydash klapanining birga ishlashi:
I va II plunjerning yuqori hamda pastki chekka holatlari

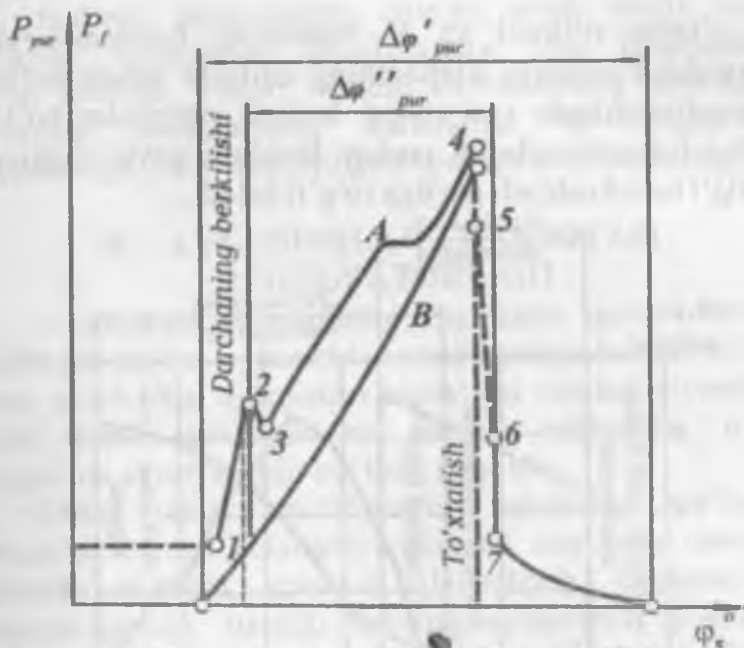
Grafikda abssissalar o'qiga yonilg'i nasosi valining burilish burchagi φ , ordinatalar o'qiga esa plunjer yo'li h_{pl} va tezligi V_{pl} qo'yilgan. Plunjerning koordinata boshidan nuqta 1 gacha bosib o'tgan yo'lida ish bajarilmaydi va u salt yo'li deyiladi. Bu davr ichida kulachokli val $\Delta\varphi_1$ burchakka buriladi. Plunjer Δh_1 yo'lni bosib o'tadi va uning tezligi 0 dan V_1 gacha o'zgaradi. Kiritish teshiklari berkilgan vaqtdan boshlab haydash klapani ko'tarila boshlaydi. Lekin bu davrda bo'shatuvchi belbog' yo'naltiruvchi kanaldan chiqmagani uchun yonilg'i plunjerning ustidagi bo'shliqdan haydash klapanining shtutseriga o'tmaydi. Bu davr ichida (2 nuqtagacha) kulachokli val $\Delta\varphi_2$ burchakka buriladi, plunjer Δh_2 yo'lni bosib o'tadi, uning tezligi esa V_2 ga yetadi.

Plunjer 2-2 holatga kelganda haydash klapanining bo'shatuvchi belbog'i yo'naltiruvchi kanaldan to'la chiqadi.

natijada yonilg'i yuqori bosimli naychalarga o'ta boshlaydi. Plunjer yordamida yonilg'i haydash chiqarish teshigi vintsimon qirra bilan ochilguncha davom etadi. Bu davr esa plunjerning 3-3 holatiga to'g'ri keladi. Bunda kulachokli val $\Delta\varphi_3$ burchakka buriladi, plunjer Δh_3 yo'lni bosib o'tadi va uning tezligi V_2 dan V_3 gacha o'zgaradi. 3 nuqtaning holati berilayotgan yonilg'i miqdoriga bog'liq. Δh_3 plunjerning faol yo'li bo'ladi. Nazariy jihatdan olinganda silindrga yonilg'ini purkash nuqta 2 da boshlanib, nuqta 3 da tugaydi. Real sharoitlarda esa klapaning belbog'i o'z yo'naltiruvchisidan sal ilgariroq (plunjerning ustidagi yonilg'ining bosimi ta'sirida) chiqadi. Natijada shtutserga yonilg'i nuqta 2 da emas, balki ilgariroq o'ta boshlaydi. Yonilg'i uzatishning tugashi nuqta 3 da emas, balki bir oz keyin sodir bo'ladi (gilzadagi chiqarish teshiklarida yonilg'i oqimining drossellanishi natijasida). Plunjer ustidagi yonilg'i bosimi plunjerning o'lchamlariga (d_{pl} , h_{pl}) va tezligiga, ya'ni ish rejimiga bog'liq.

Yonilg'ining purkash tavsifi $P_{pur} = f(\varphi_k)$ to'zitgichining teshigi oldidagi bosim p_c va purkash davrida silindrdagi bosim p_s ning ayirmasi bilan aniqlanadi, ya'ni $P_{pur} = P_{c1} - P_{s1}$. Buning uchun $P_c = f(\varphi_k)$ va $P_s = f(\varphi_{1,1} b)$ yozib olingan bo'lishi kerak.

YAMZ dizellarida qo'llaniladigan forsunkalar uchun purkash tavsifi 8.13-rasmda keltirilgan. Gorizontall shtrixlangan chiziq yuqori bosimli naychadagi oldingi sikldan qolgan yonilg'ining bosimini tavsiflaydi, nuqta 1 haydash klapani ochilishi natijasida yuqori bosimli naychadagi yonilg'i bosimining ko'tarilish paytini tavsiflaydi; nuqta 2 bosimning oshishi natijasida forsunka ninasining ko'tarilish paytiga mos keladi.

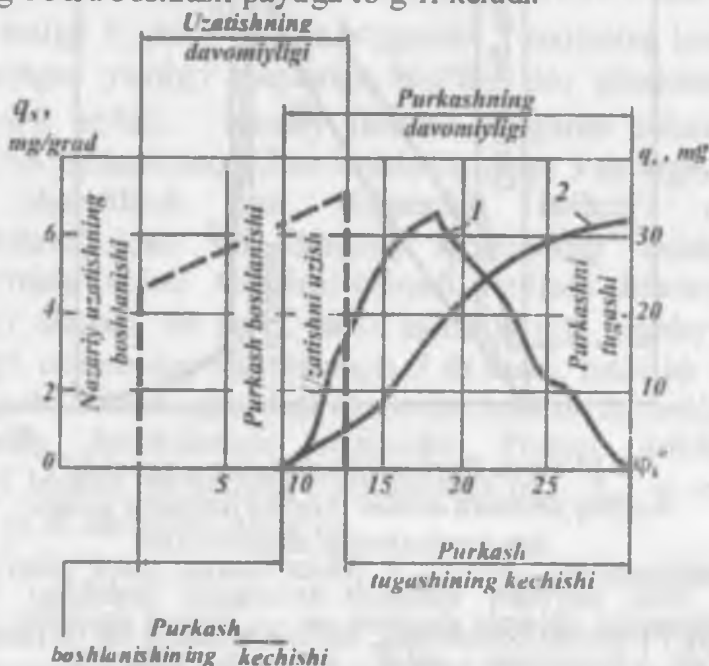


8.13-rasm. Purkash bosimining o'zgarishi:
A-yopiq forsunka uchun; B-ochiq forsunka uchun;
 $\Delta\phi$ -purkashning davom etishi

Shu paytdan boshlab to'zitgich teshiklari orqali yonilg'i purkash boshlanadi, lekin bosimning bir oz pasayishi kuzatiladi (nuqta 3). Silindrga yonilg'ini purkash asosan 3-4 egri chiziq bilan tavsiflanadi. Bu uchastkada purkash jarayonining rivojlanishi plunjerning tezligiga bog'liq. Plunjerning tezligi qancha katta bulsa, p_f ning qiymati shuncha katta bo'ladi.

Nuqta 4 da yonilg'i berish uziladi, ya'ni gilzadagi chiqarish teshigi ochiladi. Natijada bosim tez pasayadi, haydash klapani o'rindiq tomonga harakat qiladi. Nuqta 5 da bo'shatuvchi belbog' yo'naltiruvchi kanalga kiradi va yuqori bosimli naycha plunjer usti bo'shlig'idan ajratiladi. Lekin ma'lum vaqt davomida yonilg'i berish to'xtatib qo'yilganiga qaramay, yuqori bosimli naychada qolgan yonilg'i forsunka orqali silindrga purkaladi. Nuqta 6 da forsunkaning ninasi

o'z o'rniga o'tiradi va P_f bosimning bundan keyingi pasayishiga haydash klapanining ishlashi sabab bo'ladi. Nasos-forsunkada esa yuqori bosimli naychalar bo'lmaganligi uchun yonilg'ini purkay boshlash payti plunjerdan yonilg'i bera boshlash paytiga to'g'ri keladi.



8.14-rasm. Yonilg'i purkash tavsifi:

1-berilgan yonilg'i miqdori mg/grad. 2-berilgan yonilg'ining umumiy miqdori, mg

Ajratilgan yonilg'i tizimlarida yonilg'i nasosi va forsunka soplosida bosimning o'zgarishi bir vaqtda sodir bo'lmaydi, chunki yonilg'i yuqori bosimli naychalarda yo'lni ma'lum vaqt ichida bosib o'tishi lozim.

Ajratilgan yonilg'i tizimi uchun nazariy va real purkash tavsiflar 8.14-rasmda ko'rsatilgan.

Grafiklardan ko'rinib turibdiki, purkashning boshlanishi va tugallanishi nasos orqali yonilg'i berish fazalaridan keyin sodir bo'ladi.

Purkash jarayonining davom etish vaqti nasos valining aylanishlar chastotasiga, nina prujinasining siqish kuchiga, yuqori bosimli naychalarning uzunligiga, to'zitgich teshiklarining kattaligiga va dvigatelning yuklamasiga, ya'ni berilayotgan yonilg'i miqdoriga bog'liq.

8.5. AYLANISHLAR CHASTOTASI REGULYATORLARI

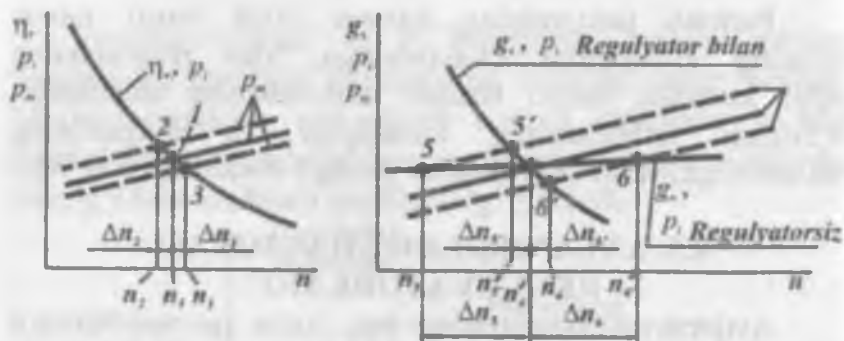
Avtotraktor dizellarining eng katta quvvati tirsakli valning nominal aylanishlar chastotasiga to'g'ri keladi. Biror sabab bilan aylanishlar chastotasi nominal qiymatidan oshib ketsa, mexanik va termik yuklamalar oshib, dvigatelda avariya sodir bo'lishi mumkin.

Dizel tezlik tavsiflarining tahlilidan ma'lumki, reykaning barcha holatlarida dvigatel eng katta quvvatga nominal tezlikda erishadi. Dizellarda yuklama tez pasaytirilganda, tirsakli valning aylanishlar chastotasi keskin oshib ketadi, bunda agar regulyator bo'lmasa, yonilg'i ko'p kelib dizel haddan tashqari tez ishlaydi, shu sababli dizellarga maksimal aylanishlar chastotasini cheklaydigan regulyator o'rnatiladi.

Transport dvigatelining salt rejimda turg'un ishlashi katta ahamiyatga ega. Dvigatel salt ishlaganda uning indikator ishi mexanik isroflar ishiga teng ($p_i - p_m$) bo'lsa, u ravon ishlaydi.

Karbyuratorli dvigatel va dizel uchun minimal aylanishlar chastotasida turg'un ishlash shartlari 8.15-rasmda keltirilgan. Karbyuratorli dvigatel uchun η_m , p_i va p_m larning n ga bog'liqlik grafigi, dizel uchun esa q_s , p_i va p_m larning n ga bog'liqlik grafiklari ko'rsatilgan.

Dvigatelning yuklamasiz ravon ishlagandagi aylanishlar chastotasi uning issiqlik holatiga bog'liq. Karbyuratorli dvigatel uchun $p_m = p_i$ holat nuqta 1 da, ya'ni n_1 da hosil bo'ladi. Agar dvigatelning issiqlik rejimi o'zgarsa, mexanik bosim p_m kattalashadi (nuqta 2) yoki kamayadi (nuqta 3).



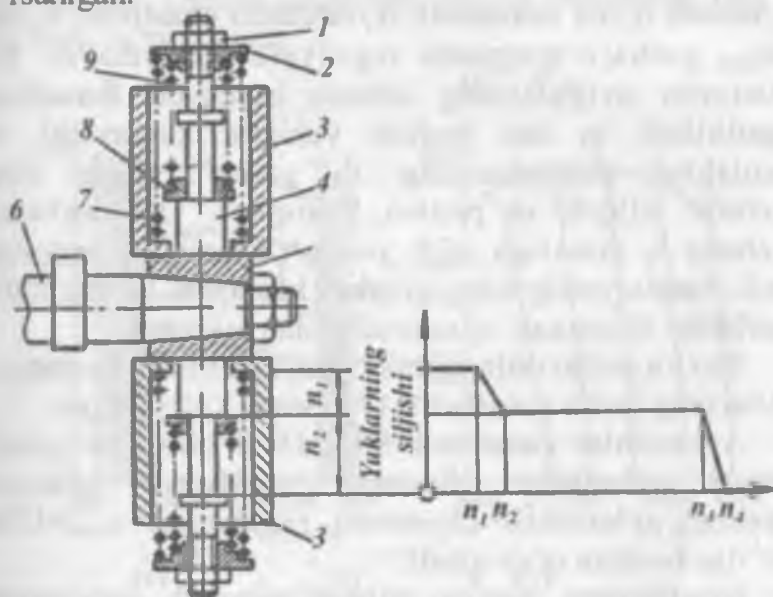
8.15-rasm. Minimal aylanishlar chastotasida turg'un salt ishlash shartlari:

a-karbyuratorli dvigatel; b-dizel

$p_i = p_m$ tenglik holat hosil bo'lishi uchun dvigatelning aylanishlar chastotasi Δn_2 yoki Δn_1 qadar o'zgarishi kerak. Demak, karbyuratorli dvigatelda tenglik holat aylanishlar chastotasining kichik o'zgarishlarida hosil bo'ladi. Bu esa η_m , p_i ning o'zgarishiga bog'liq.

Ma'lumki, dizelda havo miqdori rostlanmaydi. Shuning uchun salt ishlash rejimidagi o'rtacha indikator bosim silindrga berilgan yonilg'i miqdori q_s ning tavsifi bilan aniqlanadi. 8.15-rasm, *b* da dizelning regulyatorsiz va regulyator bilan ishlagandagi tavsiflari ko'rsatilgan. Yuklamasiz ishlashdagi aylanishlar chastotasi nuqta 4 ga to'g'ri keladi. Dizel regulyatorsiz ishlaganda mexanik isroflar o'zgarsa (masalan, dvigatel sovutilganda yoki qiziganda), muvozanat 5 va 6 nuqtada bo'ladi. Bu vaqtda tirsakli valning aylanishlar chastotasi ko'p, ya'ni Δn_5 yoki Δn_6 qadar o'zgaradi va dizel juda notekis ishlaydi. Demak, dizel turg'un ishlashi uchun yuklamasiz ishlashdagi minimal aylanishlar chastotasini cheklaydigan regulyator kerak. Regulyatorning reyka ta'sir qilishi 7.15-rasm, *b* da (5' va 6' nuqtalar) ko'rsatilgandek, yonilg'i berish tavsifini ta'minlab beradi. Bu holda dvigatelning aylanishlar chastotasi kam, ya'ni Δn_5 yoki Δn_6 miqdorga o'zgaradi. Avtomobil

dizellarida ikkala regulyator bir agregatga birlashtirilib, yaxlit yasalgan bo'ladi va ikki rejimli regulyator deb ataladi. Bunday markazdan qochirma regulyatorning sxemasi 8.16-rasmda ko'rsatilgan.



8.16-rasm. Ikki rejimli regulyatorning sxemasi

Yonilg'i nasosining kulachokli vali 6 oxiriga regulyatorning vtulkasi 5 o'rnatilgan. Vtulkaga esa yukchalar 3 bilan jihozlangan ikkita sterjen 4 burab kirgizilgan. Yukchalar vtulka bilan birga aylanib sterjenlar bo'ylab siljishi mumkin. Sterjenlarga prujinalar 7 va 9 o'rnatilgan, ular tarelkalar 2 yordamida gaykalar 1 bilan siqilgan. Prujinalar 7 pastki ko'ndalang yuzasi bilan yukchalarining chiqiqlariga tegib turadi, prujinalar 9 esa tarelkalar 8 ga tayanadi. Regulyatorning yukchalari tortqilar vositasida yonilg'i nasosining reykasini siljitadi. Kulachokli val aylanganda regulyatorning yukchalari markazdan qochirma kuch ta'sirida siljishga harakat qiladi.

Prujina 7 ning tarangligi shunday tanlab olinadiki, u yukchalar ta'sirida salt ishlash rejimining minimal

aylanishlar chastotasida siljiy boshlasin. Aylanishlar chastotasi n_1 dan n_2 ga qadar oshganda yukchalar siljib tarelka 8 gacha bo'lgan masofa h_1 ni bosib o'tadi. Yukchalar siljishi natijasida reykaning holati o'zgaradi va salt ishlash rejimi rostanadi. Aylanishlar chastotasi n_2 dan $n_3=n_{nom}$ gacha o'zgarganda regulyator ishlamaydi. Bu rejimlarda dvigatelning ishlashi haydovchi tomonidan o'zgartiriladi. n_3 dan boshlab yuklama kamayishi va aylanishlar chastotasining n_4 gacha oshishi bilan yukchalar siljiydi va prujina 9 siqiladi. O'z navbatida yukchalar h_2 masofaga siljib yonilg'i nasosining reykasini suradi, bunda yonilg'ining miqdori kamayadi va eng katta aylanishlar chastotasi n_3-n_4 oralig'ida rostanadi.

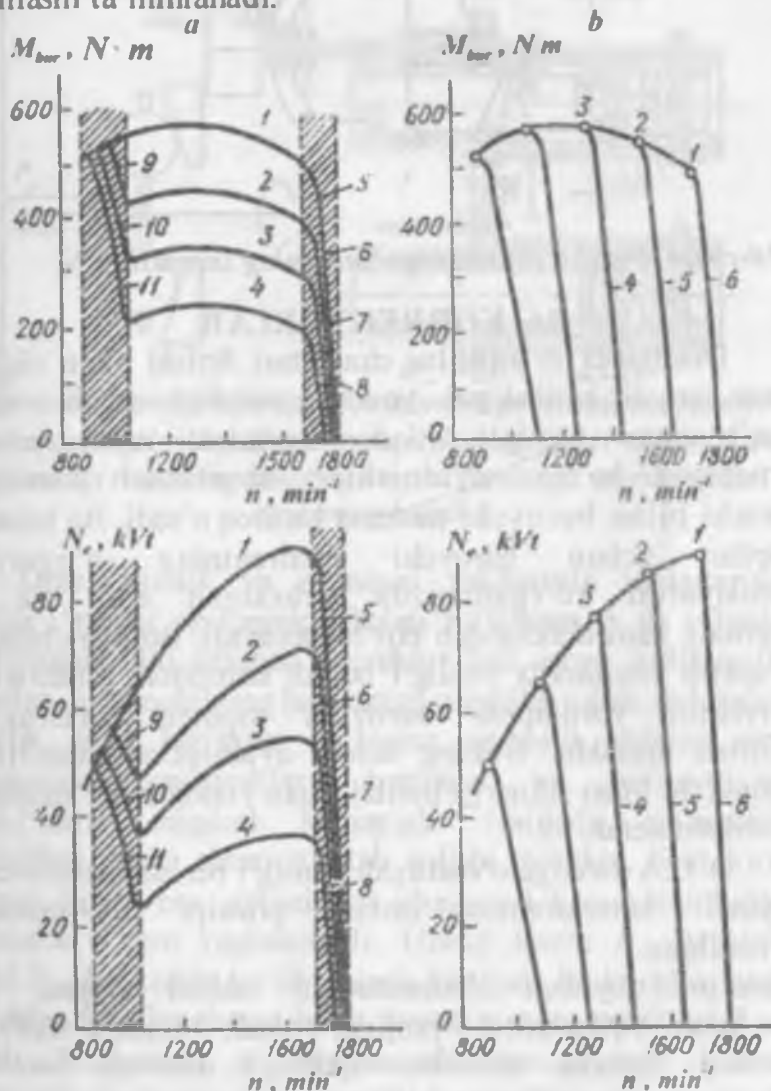
Ikki va undan ortiq rejimli regulyator bilan jihozlangan dizellarning tezlik tavsiflari 8.17-rasmda ko'rsatilgan.

Aylanishlar chastotasi 800...1000 min⁻¹ bo'lganda minimal aylanishlar chastotasi regulyatori ishlaydi. Maksimal aylanishlar chastotasi regulyatori $n_{nom}=1700$ min⁻¹ dan boshlab ta'sir qiladi.

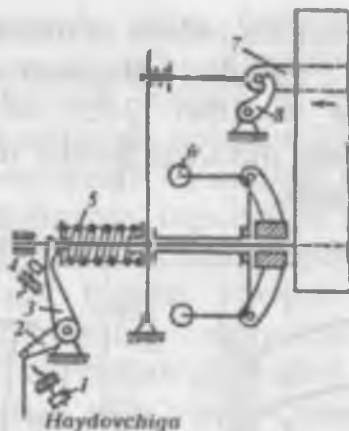
Dizellarning barcha rejimli mexanik regulyatori (8.18-rasm) ularning barcha rejimlarda turg'un ishlashini ta'minlaydi. Bu jarayon prujina 5 ning tarangligini haydovchi tomonidan o'zgartirib amalga oshiriladi. Demak, rejimda berilayotgan yonilg'ining miqdori prujina yordamida boshqariladi.

Dizelning barcha rejimli regulyator bilan ishlagandagi tashqi tezlik tavsifi va uning regulyator tarmoqlari 8.17-rasm, b da ko'rsatilgan. Nuqta 1 dizelning nominal aylanishlar chastotasidagi eng katta quvvatiga to'g'ri keladi. Agar dizel bu rejimda ishlaganida biror sabab bilan uning yuklamasi kamaysa, tirsakli valning aylanishlar chastotasi ortib, regulyator yukchalari ochila boshlaydi. Natijada prujinaning tarangligi o'zgarib, reyka tortiladi va yonilg'ining miqdori kamayadi. Bu holda effektiv quvvat 1-6 chiziq bo'ylab o'zgaradi va dizelning

to'la yuklamada turg'un ishlashi ta'minlanadi. Dizel oraliq yuklamalarda (2, 3 nuqtalar) ishlaganda yuklama kamaysa, dizelning quvvat tavsiflari 2-5; 3-4 chiziqlar bilan ifodalanadi. Demak, dizelning barcha rejimlarda turg'un ishlashi ta'minlanadi.



8.17-rasm. Ikki (a) va barcha rejimli (b) regulyator bilan jihozlangan dizellarning texnik tavsiflari



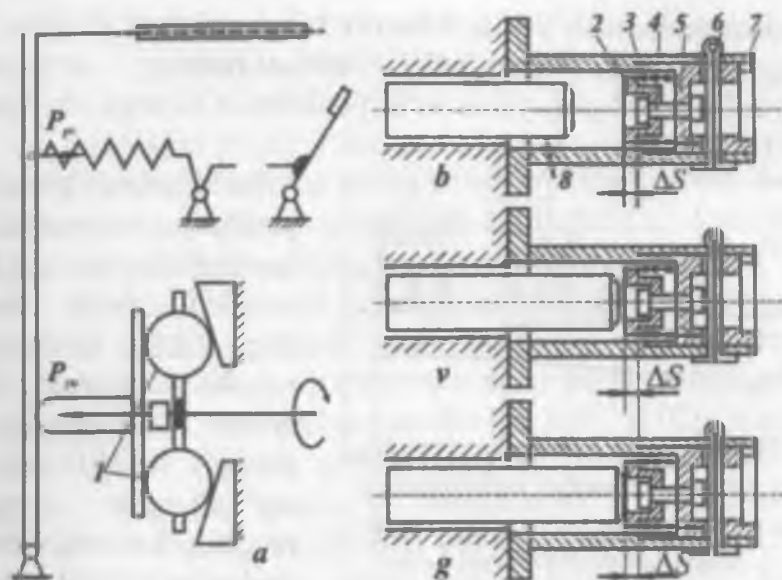
8.18-rasm. Barcha rejimli regulyatorning sxemasi

8.6. KORREKTORLAR

Dizellarda aylanishlar chastotasi ortishi bilan siklda nasos orqali beriladigan yonilg'i miqdori ortadi. Agar uzatilayotgan yonilg'i miqdori nominal rejim uchun o'rnatilgan bo'lsa, aylanishlar chastotasi kamaya borishi bilan burovchi moment kamroq o'sadi. Bu holatni dizellar uchun burovchi momentning o'zgarish xususiyatini ko'rganimizda uchratgan edik va u dizelning kamchiliklaridan biri hisoblanadi. Bu kamchilikni yo'qotish maqsadida yonilg'i berish korrektori ishlatiladi. Korrektor yordamida burovchi moment zaxirasini oshirish mumkin. Buning uchun aylanishlar chastotasi kamayishi bilan silindrga berilayotgan yonilg'ining miqdori oshirilishi kerak.

D-12A dizeliga o'rnatilgan yonilg'i berishni rostlovchi prujinali korrektorning ishlash prinsipi 8.19-rasmda ko'rsatilgan.

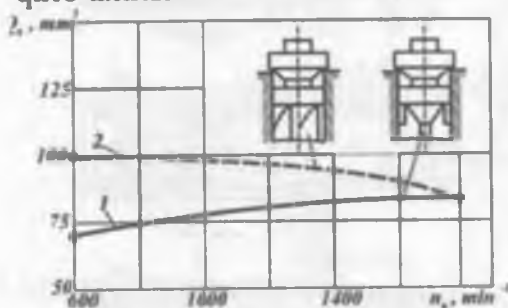
Korrektor quyidagi elementlardan tashkil topgan: 1-yukchalar; 2-qalpoqcha; 3-prujina; 4-tirak; 5-tiqin; 6-shplint; 7-stakan; 8-reyka. Korrektor qalpog'i stakanda harakat qilishi mumkin. Qolgan detallar esa (reykadan tashqari) harakat qilmaydi.



8.19-rasm. Yonilg'i berishni rostlovchi prujinali korrektor:
a-sxemasi; b-kichik yuklamalarda reykaning holati; v-nominal rejimdagi reykaning holati; g-eng ko'p yonilg'i uzatilganda reykaning holati

Dizel kichik va nominal yuklamada ishlaganda yonilg'i nasosi reykasining holati 8.19-rasm, *b* va *v* larda tasvirlangan. Bu rejimda korrektor hali ishga tushmaydi. Masalan, avtomobilning harakatiga qarshilik oshdi, deb faraz qilaylik, agar korrektor bo'lmasa, qarshilik oshgan sari dvigatelning aylanishlar chastotasi va berilayotgan yonilg'ining miqdori kamayadi. Natijada avtomobil qarshilikni yenga olmay to'xtab qolishi mumkin. Korrektor bo'lgan holda esa, aylanishlar chastotasi kamayishi bilan yukchalar o'zaro yaqinlashadi. Uning kuchi P_{pu} prujina kuchi P_{pr} dan kichik bo'lib qoladi. Natijada bu kuchlar farqi ta'sirida reyka harakatga kelib, korrektorning prujinasi 3 ni siqadi (8.19-rasm, *g*). Bunda silindrga yonilg'i berish ko'payadi va dvigatelning quvvati hamda burovchi momenti ortib, qarshilikni yengish uchun imkon tug'iladi. Reyka

tirakka tekkuncha yonilg'i berish ko'payaveradi. Prujina 3 ning bikrligi yonuvchi aralashmaning ortiqcha quyuqlashmasligini, ya'ni to'la yonishini e'tiborga oladigan qilib tanlanadi.



8.20-rasm. Yonilg'i miqdorining tezlik rejimiga qarab o'zgarishi:

1-oddiy haydash klapani bilan;
2-klapan-korrektor va prujinali korrektor bilan

Ba'zi yuqori bosimli yonilg'i nasoslarida haydash klapani ikkita vazifani, ya'ni ham klapan, ham korrektor vazifasini bajaradi. Bu holda klapaning yonilg'i o'tishi uchun mo'ljallangan o'zgaruvchan kesimli ariqchalari bo'ladi. Bunday

klapanli nasosning tezlik tavsifi 8.20-rasmda egri chiziq bilan ko'rsatilgan. Prujinali korrektor ishlatilganda ham yonilg'i miqdorining o'zgarishi shu kabi bo'ladi.

IX BOB. DIZELLARDA YONUUVCHI ARALASHMA HOSIL QILISH

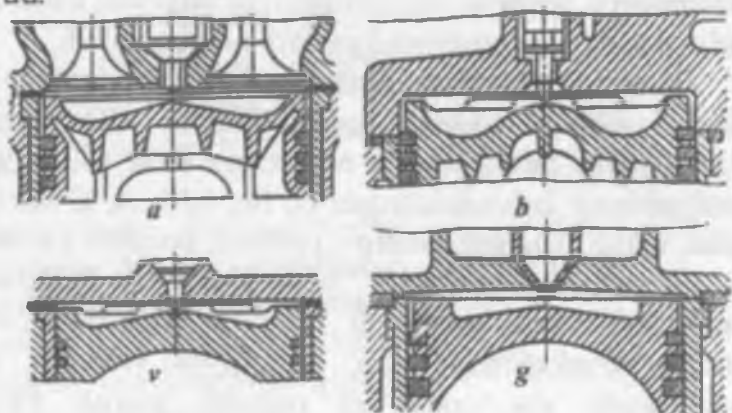
Dizellarda yonilg'i tez va to'la yonishi kerak. Bu esa yonilg'i aralashmasining tayyorlanish sifatiga bog'liq. Katta yuklamalarda, ya'ni α ning kichik qiymatlarida, katta tezlik rejimlarida aralashma sifatiga yuqori talab qo'yiladi.

Dizelda yonuvchi aralashma siqish jarayonining oxirida, silindr ichida hosil qilinadi. Karbyuratorli dvigatellardan farqli dizelda aralashma hosil qilish uchun ajratilgan vaqt juda cheklangan bo'lib, 0,01...0,02 sekundni tashkil qiladi. Dizelda yonilg'i purkash porshen yu.ch.n.ga bir necha gradus yetmasidan boshlanadi. Alangalanishning kechikish davriga teng vaqt ichida silindrga yonilg'ining faqat bir qismi tushadi. Katta yuklamalarda esa yonilg'ini purkash yonish jarayoni boshlangandan keyin ham davom etadi. Bu holda aralashma hosil qilish qiyinlashadi. Shu sababli dizellarda purkashga ajratilgan vaqt juda cheklangan bo'lib, tirsakli valning 15...30° burilishiga to'g'ri keladi. Yonish jarayoni yaxshi rivojlanishi uchun kameradagi havoning harakat tezligi nisbatan katta bo'lishi va purkalayotgan yonilg'i zarralari kameraning hamma hajmi bo'ylab tekis taqsimlanishi lozim. Yonilg'ini purkash, ya'ni mayda zarrachalarga to'zitish va yonuvchi aralashma hosil qilish usuli yonilg'i berish apparaturasiga hamda yonish kamerasiga ko'p jihatdan bog'liq.

9.1. YONISH KAMERALARI

Avtomobil va traktor dizellarida ikki xil yonish kameralari qo'llaniladi: ajratilmagan (bir bo'shliqli) va ajratilgan (ikki bo'shliqli). Ajratilmagan kameralar asosan porshenda, ajratilgan kameralarning bir qismi porshenda, qolgan qismi silindr kallagida joylashgan bo'ladi.

Ajratilmagan yonish kameralari sifatida porshen tubida joylashgan kamera va silindr kallagi hamda porshen tubi tekisligi orasiga joylashgan hajm xizmat qiladi. Bunday kameralarda yonuvchi aralashma hosil qilishning hajmiy, hajmiy-pardali va pardali usullari mavjud.



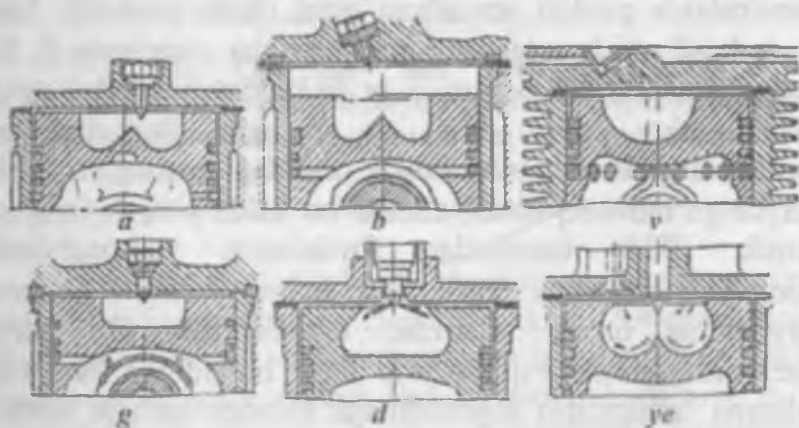
9.1-rasm. Hajmiy yonuvchi aralashma hosil qiluvchi kamerasi bor dizelning yonish kameralari:

a-YAAZ-204, 206; b-D-12A; v-DB-67; g-Kammins V-6-140

Yonuvchi aralashmani hajmiy usulda tayyorlash (9.1-rasm). Yonuvchi aralashma kameraning butun hajmida hosil qilinadi. Bunday kameralarda siqilgan havoning harorati kamera devorlari haroratidan ancha yuqori bo'ladi. Yonilg'i nisbatan «sovuq» kamera devorlariga urilganda yonish jarayoni yomonlashadi, qurum hosil bo'ladi va dizel tutun chiqarib ishlaydi. Bunday kameralarning shakli va o'lchami forsunkaning purkagichidan chiqayotgan yonilg'i to'zonining uzunligi va konusiga mos bo'lishi shart. Forsunka silindr o'qi bo'ylab o'rnatilgan dizellarda, yonilg'i uning soplosidagi kichik ($d_s=0,15$ mm) teshiklardan purkaladi, soplo teshiklari 5...11 ta bo'lishi mumkin va ular aylana bo'ylab tekis joylashadi.

O'z-o'zidan alangalanish yonilg'i to'zonlarining chekkalaridan boshlanadi, chunki u yerda mayda

zarrachalar ko'p bo'ladi va alangalanish uchun kerakli konsentratsiyada yonuvchi aralashma hosil bo'ladi. Bu aralashma issiqlik ta'sirida yona boshlaydi. So'ngra alanga butun to'zonni qamrab oladi va kameraning chekka qismlariga ham tez tarqaladi, Yonuvchi aralashma hosil qilishda, asosan, yonilg'i to'zonining kinetik energiyasidan va qisman siqilgan havoning energiyasidan foydalaniladi. Bunday kameralarning diametri katta bo'lganligi sababli havoning harakat tezligi kichik bo'ladi. Shuning uchun yonilg'ini purkash bosimi katta (100,0... 140,0 MPa) bo'lishi kerak. Bunday katta bosim nasos-forsunkada hosil bo'ladi.

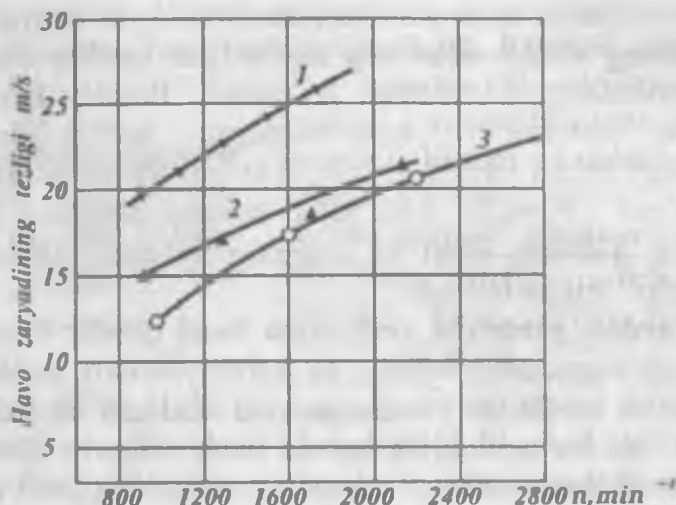


9.2-rasi. Hajmiy-pardali yonuvchi aralashma hosil qiluvchi dizelning yonish kamarakuri:

a-YAMZ-236, 238 dizellarida; b-YAMZ-740, 741 dizellarida; v-D37M dizelida; g-YAMZ-810 dizelida; d-SNIDI kamerasida; ye-Zaurer dizelida

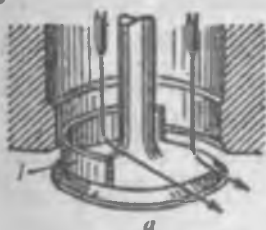
Hajmiy-pardali yonuvchi aralashma hosil qilish. Bunda ham yonilg'i kameraning barcha hajmiga purkaladi. Kamera devorlariga parda shaklida qoplanadigan yonilg'ining miqdori kamera bo'g'zining diametriga, yonilg'i uzatish apparaturasining ko'rsatkichlariga (purkash bosimi, soplo teshiklarining diametri), kameradagi havoning zichligi va tezligiga, purkagichning kamerasiga nisbatan joylashishiga qarab turlicha bo'ladi. Bundan tashqari,

dvigatelning turli yuklama va tezlik rejimlariga qarab ham kamera devorlariga qoplanayotgan yonilg'ining miqdori o'zgaradi. Avtotraktor dizellarida shunday rejimlar (kichik yuklamalar va kichik aylanishlar chastotasi) ham bo'ladiki, bunda purkalgan yonilg'i kamera devorlariga yetib bormaydi va kamera hajmida to'planadi (bu holda yonilg'i pardasi hosil bo'lmaydi). Bunday sharoitlarda yonish jarayoni yuqorida keltirilgan hajmiy aralashma hosil qilish usulidagidek bo'ladi. Bu guruh dizellarga katta yuklamalarda yonilg'ining ma'lum qismi kamera devorlariga tushadigan kameralar turkumi kiradi. Lekin bunday kameralarda pardali aralashma hosil qilish usulidagi kabi parda hosil qilish uchun maxsus sharoitlar yaratilmaydi. Bu tipdagi kameralar 9.2-rasm, a, y e da ko'rsatilgan. Purkagich teshiklarining soni 3...5 ta bo'ladi. Purkalayotgan yonilg'ining porshen bilan kallak orasidagi tirqishga tushishi maqsadga muvofiq emas, chunki bu holda yonish jarayoni hamda siklda issiqlikdan foydalanish yomonlashadi. Yonuvchi aralashma hosil qilish uchun yonilg'i va havo zaryadining o'zaro ta'siridan foydalaniladi. Bu guruh dizellarida silindr o'qi bo'ylab hosil bo'ladigan havoning aylanma harakatidan foydalaniladi. Bunday harakat kiritish taktida tashkil qilinadi hamda siqish va yonish jarayonlarida saqlanib qoladi. Kamera bo'g'zining diametri silindr diametridan kichik bo'lgani uchun porshen siqish jarayonida yu.ch.n.ga harakat qilganda zaryad silindr va porshen oralig'idan yonish kamerasiga oqib o'tadi. Porshen yu.ch.n.ga yaqinlashishi bilan oqib o'tish tezligi osha boshlaydi va yu.ch.n.ga $10...15^\circ$ qolganda yuqori (25...35 m/s) tezlikka erishadi. Ba'zi dizellar uchun havo zaryadining tezligi 9.3-rasmda ko'rsatilgan. Purkalgan yonilg'ining ko'p qismi yonish kamerasining o'zida, qolgan qismi esa kamera devorlaridan bug'lanib havo bilan keskin aralashadi va yonadi.



9.3-rasm. Yonish kamerasida zaryad aylanish tezligining tirsakli val aylanishlar chastotasiga bog'liqlik grafigi:
1-D-37 M dizeli; 2-YANZ-236 dizeli; 3-tez yurar dizel S/D=96/115 (Gesselman tipidagi kamerali)

Ba'zi to'rt taktli dizellarda havoning uyurma harakatini hosil qilish uchun kiritish klapaniga ekran (9.4-rasm) qo'yiladi yoki kiritish kanallarining ayrim qismlari toraytiriladi yoxud vint shaklida yasaladi. Bunday kameralarda havo za-



9.4-rasm. Havoning uyurma harakatini tashkil qilish usullari:
a-klapanga ekran o'rnatish;
b-teshiklar orqali urinma holda kiritish

ryadining energiyasi katta bo'lganligi sababli yonilg'i berish apparaturasiga bo'lgan talab nisbatan kam. Shuning uchun yonilg'i berish apparaturasini tanlash oson bo'ladi. Bunday kameralarda purkash bosimi 30,0...50,0 MPa ga teng. Demak,

purkash bosimi, yonilg'i to'zonining uzunligi, purkagich teshiklari ning diametri katta ahamiyatga ega emas va ular dvigateling

ko'rsatkichlariga katta ta'sir ko'rsatmaydi. Ayni vaqtda havo zaryadining tezligi bilan bog'liq bo'lgan omillar dvigatel ko'rsatkichlariga katta ta'sir ko'rsatadi. Bunday kamerali dizellar nisbatan ko'p tarqalgan bo'lib, ularning tejamliligi ancha yaxshi $g_e=200...220 \text{ g/(kVt}\cdot\text{soat)}$, effektiv bosimi esa $P_e=0,78...0,82 \text{ MPa}$. Bunday dizellarni ishga tushirish nisbatan oson va ularning aylanish chastotasi 2200 min^{-1} gacha bo'ladi.

Pardali yonuvchi aralashma hosil qilish. Yuqorida qayd qilganimizdek, hajmiy va hajmiy-pardali aralashma hosil qilish usullarida yonish jarayoni shiddatli bo'ladi. Bu kamchilikni bartaraf qilish hamda tutun chiqarib ishlashni kamaytirish maqsadida pardali aralashma hosil qilish usuli qo'llaniladi. Bu usulda aralashma hosil qilish uchun quyidagilar bo'lishi shart: a) birlamchi alangalanishda qatnashadigan yonilg'i miqdorini qisqartirish (5% dan oshmasligi kerak); b) yonilg'ining asta-sekin oksidlanishini va qizishini ta'minlash; v) yonilg'ini issiq havo bilan jadal aralashtirish; bu esa alangalanish paytigacha bir xil tartibli aralashma olishni va aralashmaning shiddatsiz yonishini ta'minlaydi. Asosiy maqsad quyidagidan iborat: Yonish jarayonini boshqarib (birlamchi alangalanishning jadalligini pasaytirib, yonilg'ining havo bilan aralashib, tez va to'la oksidlanishini ta'minlash) siklda issiqlikdan foydalanishning samaradorligini oshirish. Bu usulda aralashma hosil qilish va yonish jarayonini tashkil qilish M-jarayoni nomi bilan mashhur. M-jarayoni ishlatilgan MAN (GFR) dizelining yonish kamerasi 9.5-rasmda ko'rsatilgan. Sfëra shaklidagi kamera porshenda joylashgan bo'lib, nisbatan keng bo'g'izga ega ($d_b / D_c = 0,34...0,38$). Kameradagi havo harakatining tezligi 50...60 m/s ni tashkil qiladi. Porshen yu.ch.n.ga kelganda havoning eng ko'p (70% atrofida) qismi yonish kamerasida bo'ladi. Purkagichda soplo teshiklari ikkita bo'lib, ulardan biri yonilg'ini kamera devorlariga o'tkir burchak ostida, havo oqimiga mos

holda purkab beradi, natijada 15 mkm qalinlikda suyuq yonilg'i pardasi hosil bo'ladi. Ikkinchi teshik orqali



9.5-rasm. Purdali aralashma hosil qilinadigan kamera:

1-yonilg'i fakeli;

2-havoning yo'nalishi

Bu kameralarda ham purkash tavsiflari va ko'rsatkichlari siklda issiqlikdan foydalanishga kam ta'sir ko'rsatganligi uchun yonilg'i berish apparaturasiga qo'yilgan talab katta emas. Purkashning davomiyligi $30...40^\circ$ ni tashkil qiladi. Bunday dizellar tejimli ($g_{\min}=210...215 \text{ g/(kVt}\cdot\text{soat)}$) ishlaydi, effektiv bosimi esa 0.85 MPa ($\alpha_{\min}=1.15...1.20$). Ishlatilgan gazlarning tutuni kam bo'ladi, chunki yonish vaqtida bir xil tarkibli aralashma hosil qilinadi va yonish to'la bo'ladi. Bunday yonish kameralarida turli nav dizel yonilg'ilarini, shuningdek, benzin va kerosinni ham ishlatish mumkin. Bu tipdagi dizellarda kichik oktan sonli benzinlar ishlatganda ham yonish jarayonining shiddati 0.5 Mpa gradusdan oshmaydi. Yonish kamerasining devorlari nisbatan sovuq bo'lganda effektiv aralashma hosil qilish qiyin bo'ladi. Bu esa dvigatelni tutun chiqarib ishlashga olib keladi va uni

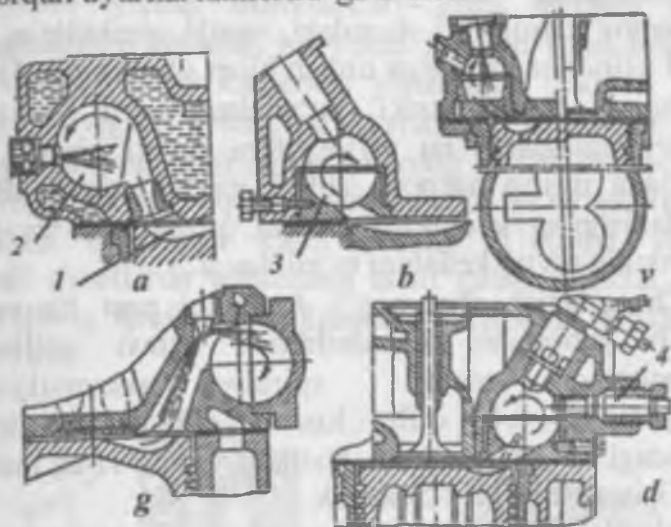
yurgizib yuborish qiyinlashadi. Bunday kamerali dizellar «Ikarus» avtobuslariga o'rnatilgan.

Ajratilgan yonish kameralari. Ma'lumki, ajratilmagan yonish kameralarida dvigatelning ko'rsatkichlari yonilg'i berish apparaturasining tavsiflariga va holatiga ko'proq bog'liq bo'ladi. Bu esa yonilg'i berish apparaturasining konstruksiyasini murakkablashtiradi va tannarxini oshiradi. Yonuvchi aralashma hosil qilish energiyasi yonilg'i va havoning kinetik energiyalarining yig'indisidan iborat, ya'ni $E_{ar} = E_{yo} + E_h$. Demak, yonuvchi aralashma hosil qilishda havo zaryadining energiyasidan to'laroq foydalanilsa, yonilg'i apparaturasiga bo'lgan talab pasayadi. Bunga havo zaryadining tezligini oshirib va ajratilgan yonish kameralarini qo'llab erishish mumkin. Bu holda yonish kamerasi ikkita o'zaro birlashtirilgan asosiy va yordamchi kameralardan iborat bo'ladi. Yordamchi kamera asosan silindr kallagida yoki blokda joylashgan bo'lib, o'zgarmas hajmga ega. Siqish jarayoni oxirida havo zaryadining asosiy kameradan yordamchi kameraga kanal orqali o'tishida uning tezligi va energiyasi ortadi. Bu energiya siklning foydali indikator ishidan olinadi, natijada siklda issiqlikdan foydalanish bir oz yomonlashadi. Bunda zaryadning uyurma harakatini tashkil qilish uchun kiritish tizimiga hech qanday moslamalar o'rnatilmaydi. Zaryadning tezligi va xususiyati kamera hajmlarining nisbatiga, birlashtiruvchi kanalning o'lchamiga va dvigatelning ish rejimiga bog'liq.

Avtomobil va traktorlarda uyurmali yonish kameralari (uyurma kamerali dizellar) va old kameralar (old kamerali dizellar) ishlatiladi. Bu kameralarda aralashma hosil qilish turlicha bo'lgani uchun ularni alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

Uyurma kamerali dizellar. Bu turdagi kameralar 9.6-rasm, *a*, *b*, *v*, *g* va *d* larda tasvirlangan.

Porshen yu.ch.n.ga tomon harakat qilganda zaryadning bir qismi porshenning ustidagi bo'shliqdan birlashtiruvchi kanal orqali uyurma kamera 2 ga o'tadi.



9.6-rasm. Uyurma kameralarning turlari

Kanalning yo'nalishi, shuningdek, uyurma kameraning shakli uning ichida havo zaryadining aylanma harakatga kelishini ta'minlaydi. Oqib o'tayotgan zaryadning tezligi siqish paytida ortadi va porshen yu.ch.n.ga $10...15^\circ$ yetmasdan tezlik eng katta ($100...200$ m/s) qiymatga erishadi. Bu esa oddiy shtift-soploli bir teshikli to'zitgich qo'llash imkonini beradi. Siqish oxirida uyurma kameraga purkalgan yonilg'i uyurmali harakatga kelgan havo bilan aralashadi, bug'lanadi va qisman yonadi, natijada uyurma kameradagi bosim oshadi. Bu bosim porshenning yuqori qismidagi bosimdan ancha ($0,4...0,6$ MPa) katta bo'ladi va yonib ulgurmagan yonilg'i hamda yonish mahsulotlari katta tezlikda asosiy kamera 1 ga o'tadi. Natijada yonilg'i bilan havoning aralashishiga, ish aralashmasining yaxshi yonishiga qulay sharoit yaratiladi. Asosiy kamera 1 birlashtiruvchi kanal tagida maxsus chuqurcha shaklida vasaladi. Uyurma kameradan oqib tushayotgan yonilg'i va

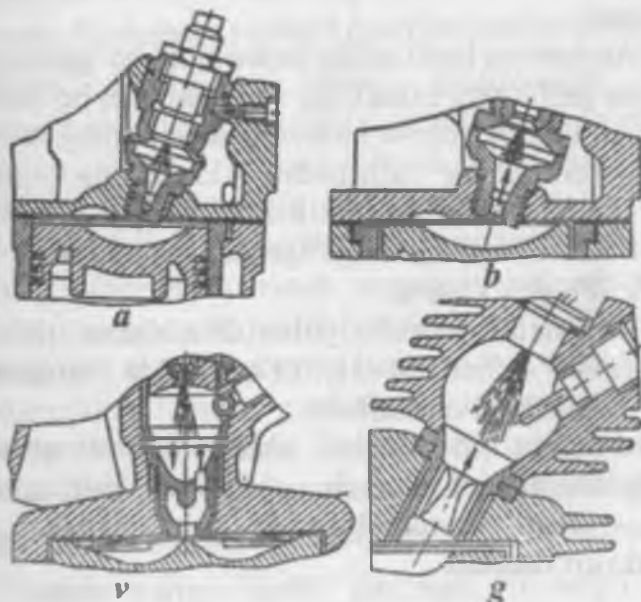
havo aralashmasi shu chuqurchaga tushadi, bu joyda havoning ko'p qismi to'plangani uchun yonilg'i - havo aralashmasining tez yonib ketishi ta'minlanadi. Bu kameraning xususiyati shundaki, pastki ajraladigan yarim sfera 3 silindrlar kallagiga tirqish bilan o'rnatilgan. Uyurma kameraning faqat pastki ko'ndalang sirti zichlangan. Dvigatel ishlaganda bu yarim sfera kuchli qiziydi, to'la yuklamada uning harorati 700°S gacha yetadi. Bu esalanganishning kechikish davrini qisqartiradi va yonish jarayonining ravon ketishini ta'minlaydi.

Cho'g'lanish chaqmog'i 4 dizelni past haroratlarda yurgizib yuborishni osonlashtirish uchun qo'llaniladi. Chaqmoqning metall spirali akkumulyatorlar batareyasidan tok olib, kuchli qiziydi va uyurma kameradagi havoni qizdiradi. Natijada yonilg'i bug'lanadi va dizelni ishga tushirish tezlashadi.

Dizellarning ma'lum konstruksiyalaridagi uyurma kameraning hajmi yonish kamerasi umumiy hajmining 0,4...0,55 qismini tashkil etadi. Bu kameralarda aralashma tayyorlash jarayoni mukammal bo'lganligi sababli $\alpha_{m,m}=1,15...1,25$ oraliqida bo'ladi va dizel bu holda tutun chiqarmay ishlaydi, effektiv bosimning qiymati katta bo'lishi ta'minlanadi.

Old kamerali dizellarda (9.7-rasm) old kameraning hajmi yonish kamerasining 25...40% ini tashkil qiladi. Old kamera u asosiy yonish kamerasi bilan bitta yoki bir nechta kanal orqali birlashadi. Siqish jarayonida havoning bir qismi porshenning ushbu qismidan old kameraga oqib o'tadi hamda uning tezligi 200 m/s va undan yuqori bo'ladi. Zaryad bu tezlikka porshen yu.ch.n.ga yaqinlashganda erishadi. Taxminan shu paytda old kameraga bir soploli ($d_s=1$ mm) yoki shtiftli to'zitgich orqali havo oqimiga qarshi yonilg'i purkaladi. Alanganish jarayoni old kameraning issiq zonasida boshlanadi. Old kameraning hajmi nisbatan kichik bo'lgani uchun unda yonilg'ining bir qismi yonadi.

natijada bu kamerada bosim tez ko'tariladi va kameralardagi bosimlar farqi 1,2 1,5 MPa ga yetadi, yonib tugamagan yonilg'i va yonish mahsulotlari katta tezlikda asosiy kameraga o'tilib chiqadi, bu yerda u havo bilan aralashib to'la yonadi. Asosiy kamerada yonishning shiddati kichik bo'ladi va dvigatel «yumshoq» (tovushsiz) ishlaydi. Bunday kameralarda yonuvchi aralashmaning sifati dvigatelning tezlik rejimiga bog'liq emas, shu sababli bu dvigatellarning aylanishlar chastotasi katta bo'ladi. Uyum va old kamerali dizellarda aralashma hosil qilish turlicha bo'lsa ham ularning ajratilmagan kameraga nisbatan afzalliklari umumiydir.



9.7-rasm. Old kameralar

1. Ajratilgan yonish kameralari ishlatilganda, ularda havoning tezligi juda katta bo'lganligi uchun yonilg'i bilan havo yaxshi aralashadi. Bu esa ajratilmagan yonish kameralaridagiga nisbatan yonilg'ini past bosimda purkashga, shuningdek, bitta katta teshikka ega bo'lgan to'zitgichli forsunka ishlatishga imkon beradi.

2. Ajratilgan yonish kamerali dizellarning yordamchi kameralarida issiq zonalar borligi sababli alangalanishning kechikish davri ajratilmagan kamerali dizellarga nisbatan ancha kam bo'ladi. Bu esa hech qanday qiyinchiliksiz bunday dizellarda har xil yonilg'ilar ishlatishga imkon beradi.

3. Bu dizellarning asosiy kamerasidagi siklning eng yuqori bosimi nisbatan kichik bo'lib, old kameralar uchun 5,0...6,0 MPa, uyurma kameralar uchun 6,0...7,0 MPa bo'ladi. Yonish jarayonining shiddati $dP / d\varphi = 0,2...0,4$ MPa/grad atrofida o'zgaradi. Bu esa krivoship shatunli mexanizmga tushayotgan kuchni kamaytiradi.

4. Aralashma hosil qilish mukammal bo'lganligi uchun ishlatilgan gazlarning zaharliligi va tutuni kam bo'ladi.

5. Ajratilgan yonish kamerali dizellarning tejamliiligi havo zaryadining bir kameradan ikkinchisiga oqib o'tish paytida issiqlikning yo'qotilishi tufayli, ajratilmagan kamerali dizellarnikiga qaraganda yomonroq bo'ladi ($g_e = 258...288$ g/(kVt-soat)).

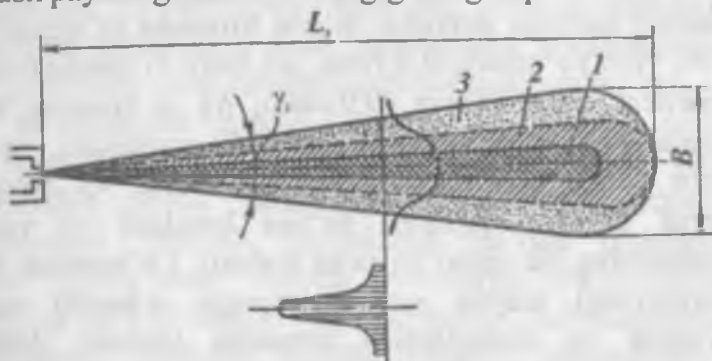
6. Dvigatelni yurgizib yuborish nisbatan qiyin. Buni osonlashtirish uchun $\varepsilon = 18...21$ oralig'ida tanlanadi va qizdirish chaqmog'i o'rnatiladi.

Uyurma va old kamerali aralashma hosil qilish usuli yuqori aylanishlar chastotasiga ($n = 4000...4500$ min⁻¹) ega bo'lgan yengil avtomobillarda, shuningdek, traktor dizellarida qo'llaniladi.

9.2. YONILG'INI PURKASH

Yonilg'i yonish kamerasiga forsunkadagi to'zitgich (purkagich) soplosining teshigi orqali yuqori bosim ostida purkaladi. Natijada yonilg'i mayda zarralarga parchalanib, yonilg'i to'zonini hosil qiladi. Purkalgan yonilg'ining to'zishi va to'zonning yonish kamerasiga kirishi yonilg'ining qovushoqligiga, sirt taranglik kuchiga,

purkash bosimiga, soplo teshigining o'lchamlariga, shakliga va tayyorlanish sifatiga hamda siqilgan havoning purkash paytidagi harakat tezligiga bog'liq.



9.8-rasm. Purkalgan yonilg'i fakel (to'zon)ining sxemasi

Soplo teshigidan o'tilib chiqayotgan yonilg'i harakatlanuvchi juda ko'p ($5 \cdot 10^5 \dots 20 \cdot 10^6$) mayda zarralarga parchalanib, yonilg'i to'zonini hosil qiladi. Bu jarayonni fotosuratga olish, to'zonda zarralarning son va o'lchami jihatidan juda notekis taqsimlanganligini ko'rsatadi. Bunday to'zonning tuzilishini purkash jarayonini juda qisqa vaqtlar oralig'ida rasmga olib chizish mumkin. Yonilg'i to'zoni (9.8-rasm) uch qismdan iborat: 1-qism o'zak deb ataladi va u yirik tomchilar hamda parchalanib ulgurmagan yonilg'i oqimlaridan tashkil topadi; 2-qism yirik zarralardan iborat; 3-qism mayda zarralardan iborat. To'zon kengligi - B , uzunligi L_1 va konus burchagi γ yonish kamerasining shakli hamda turiga qarab tanlanadi. Yonilg'i purkash teshiklarining soni kameralardagi havo zaryadining energiyasiga, kamera turiga bog'liq. Zaryadning energiyasi qancha yuqori bo'lsa, soplo teshiklarining soni shuncha kam bo'ladi. 9.9-rasm, a da ko'rsatilgan yonilg'i to'zonining tuzilishi havo zaryadi harakatsiz bo'lganda olingan. Agar yonilg'i harakatdagi zaryadga purkalsa, uning shakli va trayektoriyasi o'zgaradi (9.9-rasm, v va b).

9.9-rasmda yuqorida ko'rib o'tilgan yonish kameralariga purkalgan yonilg'i to'zonining fotosuratlari ko'rsatilgan. Fotosuratlarning ko'rsatishicha, yonilg'i harakatsiz muhitga purkalsa, to'zon forsunka to'zitgichining o'qi bo'ylab yo'naladi (9.9-rasm, *a*); havo to'zonga nisbatan tik harakat qilganda esa (9.9-rasm, *b*), to'zonning tashqi qatlamlari havoning harakati bo'ylab yo'naladi; uyurma kamera uchun shu narsa xoski (9.9-rasm, *v*), havoning aylanma harakati ta'sirida to'zon buraladi va yonilg'i zaryadlarining bir qismi devorga tushadi. To'zonning tashqi qatlamlaridagi mayda zarralar havoga ergashib qisman bug'lanadi va alangalanish zonasiga tushadi. Natijada alangalanish boshlanadi.



9.9-rasm. Har xil muhitga purkalgan yonilg'i to'zonining tuzilishi:

a-harakatsiz havoli muhitga; *b*-15 m/s tezlikdagi havoli muhitga;
v-35 m/s tezlikdagi havoli muhitga

Yonilg'i berish apparaturasi yonilg'ining yaxshi purkalishini, ya'ni bir xil o'lchamdagi mayda zarralarga parchalanishini ta'minlashi kerak. Zarralarning kattaligi havoning uyurma harakat tezligiga va yonish kamerasining konstruksiyasiga mos bo'lishi lozim. Agar purkash bosimi katta (140 MPa) bo'lsa, yonilg'i juda mayda zarralarga parchalanadi, lekin to'zonning uzunligi qisqaradi. Mayda

zarralar tezda bug'lanib, to'zitgich atrofida to'planib qoladi va aralashma hosil qilish yomonlashadi, natijada dvigatelning ko'rsatkichlari pasayadi, purkash oxirida hosil bo'ladigan tomchilar yonish jarayonining yomonlashishiga va dvigatelning tutun chiqarib ishlashiga sabab bo'ladi.

Ajratilmagan yonish kameralariga yonilg'i nisbatan katta bosimda (40...140 MPa) purkaladi. Shu sababli yonilg'i forsunkadan chiqa boshlashi bilan mayda zarralarga parchalanadi. Purkash bosimining ma'lum qiymatgacha o'sishi yonilg'ining mayda zarralarga parchalanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, dvigatelning ko'rsatkichlarini yaxshilaydi. Purkash bosimi yonilg'i apparaturasi tuzilishiga, yonish kamerasining turiga, dvigatel valining aylanishlar chastotasiga va bir sikl davomida beriladigan yonilg'i miqdoriga bog'liq. Aylanishlar chastotasi va sikl davomida beriladigan yonilg'i miqdori qancha katta bo'lsa, purkash bosimi ham shuncha katta bo'ladi. Bu esa yonilg'ining bir xil va mayda zarralarga parchalanishiga olib keladi. Dizel salt ishlaganda purkash bosimi nisbatan past bo'lgani uchun, yonilg'ining purkalish sifati ancha yomonlashadi. Yuqorida aytganimizdek, nasos-forsunka ishlatiladigan dizellarda (YAAZ) purkashning maksimal bosimi 125...150 MPa ga yetadi. Ajratilgan tipdagi yonilg'i apparaturasi ishlatiladigan dizellarda esa (YAMZ, AMZ, SMD, D37E, D-12) purkashning maksimal bosimi 40...50 MPa dan oshmaydi.

Yonilg'i purkash ma'lum vaqt davomida sodir bo'lgani uchun uning bosimi o'zgaruvchan bo'ladi.

Purkash bosimiga mos ravishda yonilg'ining parchalanish sifati ham purkash paytida o'zgarib turadi. Maksimal bosim purkash davrining o'rtalariga to'g'ri keladi. Demak, mayda yonilg'i zarralari yonish kamerasiga purkash davrining o'rtalarida tushadi. Purkash boshlanishi va tugashida bosimning pasayishi natijasida yonilg'ining to'zish sifati keskin yomonlashadi. Purkash bosimining

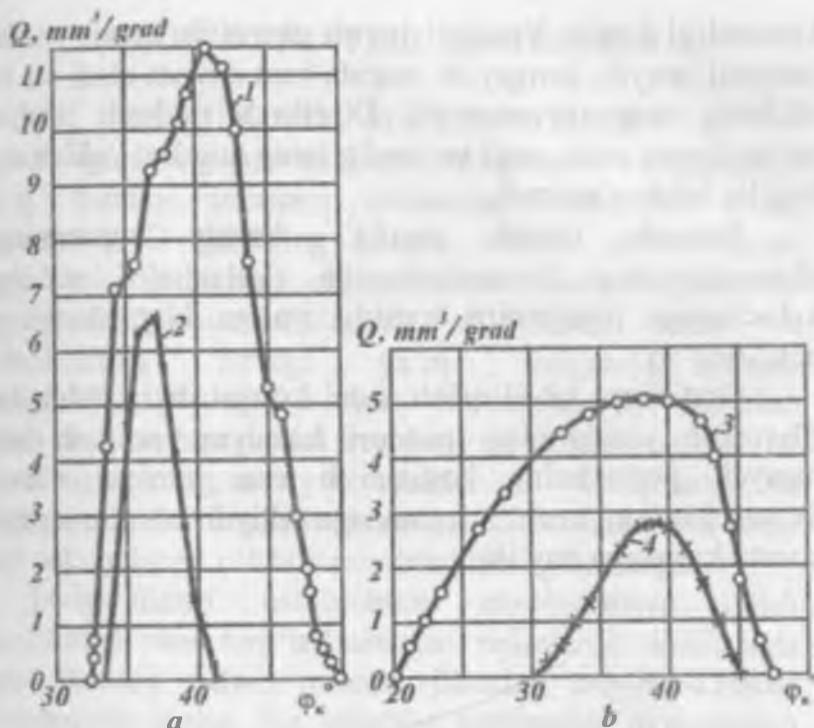
bunday o'zgarishi yonilg'i tomchilarining har xil diametrda (0,01...0,03 mm) parchalanishiga sabab bo'ladi.

Yonilg'ining to'zish sifati purkashning boshlanishi va oxiridagi bosimlarga bog'liq. Bu bosimlar qancha yuqori bo'lsa, yonilg'ining parchalanish sifati shuncha yaxshi bo'ladi, ya'ni yonilg'i mayda tomchilardan iborat bo'ladi. Natijada dizel tejamli va tutun chiqarmasdan ishlaydi. Bu maqsadda yonilg'i nasosida tangensial profilli kulachoklar ishlatiladi.

9.3 PURKASH TAVSIFI

Purkash tavsifi yonilg'i berish apparaturasining ish sifatini belgilaydigan asosiy ko'rsatkichlardan biridir. u yonish kamerasiga berilayotgan yonilg'i miqdorining vaqtga yoki kulachokli valning burilish burchagiga bog'liqlik grafigi bilan belgilanadi (9.10-rasm, *a* va *b*). Bunday grafiklar tajriba yo'li bilan olinadi. Buning uchun maxsus moslamada forsunkadan purkalayotgan yonilg'ini kulachokli valning 1° burchakka burilishiga mos miqdori aniqlanadi. So'ngra har bir darajaga mos holda yonilg'i miqdorini qo'yib, purkash tavsifini qurish mumkin. Bu tavsifdan alangalanishning kechikish davrini va purkash davrida berilgan yonilg'ining umumiy miqdorini, purkashning davom etish vaqtini, boshlanish va tugash paytlarini aniqlash mumkin. Bu tavsif yonilg'ini to'zitish sifatini, to'zonning rivojlanishi va yonish jarayonining borishini belgilaydi.

Yonish jarayoni shiddatsiz kechishi uchun alangalanishning kechikish davrida yonish kamerasiga yonilg'ini kam berish kerak. Shu sababli purkash boshlanishida yonilg'i berishning tezligi kichikroq bo'lishi kerak. Yonilg'i berish tezligi kichik bo'lsa, purkash bosimi ham past bo'ladi. Natijada yonilg'ining to'zish sifati juda yomonlashadi, to'zonning uzunligi qisqaradi va alangalanishning kechikish davri uzayib ketadi.



9.10-rasm. Yonilg'i purkash tavsifi:

a-YAMZ-236 dvigateli uchun; b-YAAZ-204 dvigateli uchun;

1-sikl davomida purkalgan yonilg'i miqdori $Q_1 = 115.5 \text{ mm}^3$;

2- $Q_2 = 39.6 \text{ mm}^3$; 3- $Q_3 = 83.6 \text{ mm}^3$; 4- $Q_4 = 34.3 \text{ mm}^3$

Yonilg'i miqdorining asosiy qismi katta tezlikda va katta bosimda berilishi kerak, chunki bu holda yonilg'i zarralari yonish kamerasining chekka qismlariga ham borib yetadi va bu zonadagi havodan to'la foydalaniladi. Barcha tezyurar dizellarda purkash keskin tugatiladi. Purkashni kichik tezlikda tugallash maqsadga muvofiq emas, chunki bu holda yonilg'i to'zitgich atrofida to'planib qolib, yonish jarayonini yomonlashtiradi va dvigatel tutun chiqarib ishlaydi.

Nadduvsiz dizellarda yonilg'i berishning davom etish vaqti to'la yuklanalarda tirsakli valning $26...30^\circ$, nadduvli dizellarda esa $35...45^\circ$ burchakka burilishidan oshib

ketmasligi kerak. Yonilg'i berish cho'zilib ketsa, yonish jarayoni uzayib, kengayish vaqtida ham davom etadi va ish siklining samarasi pasayadi. Dizellarda purkash bosimi, uning davom etish vaqti va yonilg'ining miqdori yuklamaga bog'liq holda o'zgaradi.

Purkash tavsifi yonilg'i berish apparaturasi elementlarining konstruksiyasiga (kulachokli valning kulachogiga; plunjerning konstruksiyasiga, klapanlariga va h. k.) bog'liq.

Grafiklarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, siklda berilayotgan yonilg'ining miqdori kamaysa, purkash erta tugaydi, purkashning boshlanishi esa, ayniqsa nasos-forsunka uchun, kechikish tomonga siljiydi, bu plunjerning konstruksiyasiga bog'liq.

X BOB. DVIGATELLARNI SINASH

10.1. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Dvigatelning quvvati, burovchi momenti va tejamliligi uning qanday transport vositasiga o'rnatilishi bilan belgilanadi. Dvigatelning issiqlik hisobi, konstruksiyasi yuqoridagilarni hisobga olib tanlanadi. Avval dvigatelning eksperimental nuxsasi ishlab chiqariladi. Sinov va rostlashlardan so'ng, ya'ni dvigatel yaxshi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan holdagina uni ko'plab ishlab chiqarishga davlat komissiyasi ruxsat etadi.

Dvigatelning asosiy ko'rsatkichlari - tashqi tezlik va yuklama tavsiflari maxsus sinash stendida olinadi. Bu stend zarur uskunalar va o'lchov asboblari bilan jihozlangan.

Dvigatellarni avtomobilni ekspluatatsiya qilish sharoitlariga mos turg'unlanmagan rejimlarda sinash juda qiyin. Buning uchun maxsus jihozlar, asbob-uskunalar tayyorlanishi lozim. Bu asboblarni yordamida dvigatelning vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tezlik va yuklama rejimlarining parametrlari yozib olinadi. Bundan tashqari, dvigatel maxsus ekspluatatsiya sharoitlarini imitatsiya qiluvchi tormoz bilan ulangan bo'lishi shart.

Dvigatellarning barcha tavsiflarini sinash stendida olish vaqtida berilgan turg'un rejim uchun quyidagi qiymatlar o'lchanadi va maxsus bayonnomalarga yoziladi:

- burovchi moment - M_e yoki tormozlash kuchi - P_t ;
- tirsakli valning τ (sek) vaqt ichidagi aylanishlar chastotasi Δn yoki minutiga aylanishlar chastotasi - n ;
- τ (sek) vaqt ichida sarflangan yonilg'i va havoning miqdori ΔG_{m} , V_h va ΔV_h ;
- tashqi havoning, dvigatelga kirayotgan va undan chiqayotgan suyuqlikning, dvigatel moyining, chiqarish

quvuridagi ishlatilgan gazlarning haroratlari

$S(t_h, t_k, t_{ch}, t_m \text{ va } t_r)$;

– tashqi muhitning, moy magistralidagi moyning bosimi, kiritish quvuridagi siyraklanish ($p_0, p_m \text{ va } \Delta p_u$);

– yonishni yoki yonilg'ini purkay boshlashni ilgarilash burchaklari (θ_p, φ_{yo}) va boshqalar.

Ko'pgina hollarda yonish jarayonining xususiyatini o'rganishga to'g'ri keladi, bu holda dvigatelning indikator diagrammasi maxsus asbob yordamida vozib olinadi.

Bayonnomaga yozilgan yuqoridagi parametrlar asosida dvigatelning ko'rsatkichlari formulalar orqali hisoblab aniqlanadi, so'ngra mos tavsiflarni grafik tarzda tasvirlash mumkin. Grafiklarda o'lchangan parametrlarning qiymati diametri 2 mm li nuqtalar qo'yib belgilab chiqiladi. hisoblangan parametrlar esa nuqtalar bilan belgilanmaydi.

10.2 DVIGATELNING QUUVVATINI ANIQLASH

Dvigatelning effektiv quvvati (agar tormoz burovchi momentni o'lchashga mos bo'lsa) quyidagicha aniqlanadi:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{716.2}, \text{ o.k}$$

bu yerda n - tirsakli valning aylanishlar chastotasi, min^{-1} . Tormozning yelkasi $l=716.2$ mm qilib olinadi.

Dvigatelning effektiv quvvati (tormoz kuchni o'lchashga mos bo'lsa) esa quyidagicha aniqlanadi:

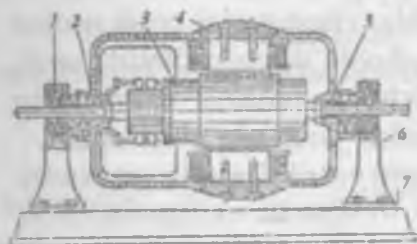
$$N_e = \frac{P_{br} \cdot n}{1000}, \text{ kVt.}$$

Dvigatelni sinash vaqtida unga yuklama berish har xil konstruksiyadagi gidravlik va elektr tormozlar orqali amalga oshiriladi.

Gidravlik tormozlarning tuzilishi oddiy bo'lib, ular chidamli va turg'un ishlaydi. Elektr tormozlar esa o'zgarmas va o'zgaruvchan tokli bo'ladi. Ular tuzilishi

jihatdan gidravlik tormozlarga nisbatan murakkab, ammo bir qancha afzalliklarga ega. Elektr tormozlar ikki vazifani bajarish imkoniyatiga ega: 1) elektr dvigatel sifatida dvigatelning tirsakli valini aylantirib berish; 2) dvigatel ishlaganida hosil bo'ladigan mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirib elektr tarmog'iga uzatish.

Gidravlik tormozlarda dvigatelning mexanik energiyasi suvni isitishga sarflanadi. Tormozning ish rejimlari shunday tanlanishi kerakki, sinash vaqtida suvning harorati $50-60^{\circ}\text{S}$ dan oshib ketmasligi kerak. aks holda, tormoz tez ishdan chiqadi.



10.1-rasm. Balansirli dinamomashina

Elektr tormoz (balansirli dinamomashina) oddiy elektr dvigateldan stator stanina ustunidagi podshipniklarga o'rnatilganligi va o'z o'qi atrofida erkin burila olishi bilan farq qiladi (10.1-rasm). Elektr tormoz ikki

rejimda, ya'ni elektr dvigatel va generator rejimlarida ishlaydi. Tormoz sifatida o'zgaruvchan tok generatori ishlatilganda, bunday tormoz generator rejimida 1460 min^{-1} dan yuqori aylanishlar chastotasida ishlaydi. Shu sababli bu tormozlar yordamida dvigatelning tashqi tezlik tavsifini olib bo'lmaydi.

Dvigatel odatda elastik mufta yordamida tormoz yakorining valiga ulanadi. Dvigatelni tormozlash yakor va stator magnit maydonlarining o'zaro ta'siri natijasida amalga oshiriladi. Elektr tormozlarda aylanishlar chastotasi va yuklama tormozning uyg'otish cho'lg'amlaridagi tok kuchini o'zgartirish hisobiga rostanadi. Reaktiv burovchi moment tormoz statoriga mahkamlangan mayatnikli mexanizm yordamida o'lchanadi. Dvigatel yuklama bilan ishlaganida mexanik energiya hosil bo'ladi. Bu energiya odatda maxsus uskuna

yordamida (generatorida) elektr energiyasiga aylantirilib, elektr tarmog'iga uzatiladi. Bu holda ma'lum iqtisodiy tejamkorlikka erishiladi.

Aylanishlar chastotasini o'lchash. Aylanishlar chastotasi, asosan, elektr taxometrlar yordamida o'lchanadi. Ayrim hollardagina markazdan qochirma yoki magnitli taxometrlar ishlatiladi. Odatda, elektr taxometr datchik va qabul qilgichdan iborat bo'lib, datchik (taxogenerator) dvigatel yoki tormozning valiga ulanadi, qabul qilgich esa boshqarish pultiga o'rnatiladi. Bu mexanizm sekondomer bilan bir vaqtda ishlashi lozim.

Keyingi vaqtlarda aylanishlar chastotasini optik usulda o'lchash keng tarqalmoqda. Bu holda datchik sifatida optik element ishlatiladi, qabul qilgich esa raqamli voltmetrdan iborat. Bu usulda aylanish chastotasi juda aniq hisoblanadi.

Indikator va effektiv quvvatni hamda mexanik isroflar quvvatini aniqlash. Yuqorida aytganimizdek, elektr tormoz ikki rejimda, ya'ni ham elektr dvigatel, ham generator rejimida ishlaydi. Tormoz elektr dvigatel rejimida ishlagan holda dvigatelning mexanik isroflar quvvatini aniqlash mumkin. Buning uchun dvigatel yuklama bilan ishlagandan so'ng, undan yuklamani olib, moy va sovituvchi suvning harorati pasaymasdan, darhol tirsakli valni tormoz yordamida aylantirishning o'zi kifoya. Bu holda tirsakli valning tormoz bilan aylantirishga sarflanadigan quvvatini mexanik isroflar quvvati N_m ga teng deb olish mumkin, ya'ni

$$N_m = \frac{P'_{tor} \cdot n}{1000}.$$

Dvigatelning effektiv quvvatini o'lchash yuqorida ko'rib chiqilgan edi, indikator quvvati esa quyidagicha aniqlanadi:

$$N_e = N_c + N_m = 10^{-3} (P_{tor} + P'_{tor}) \cdot n.$$

Agar dvigatelning indikator quvvati ma'lum bo'lsa, uning o'rtacha indikator bosimi quyidagicha aniqlanadi:

$$p_i = C(P_{kor} + P'_{kor}); \quad C = \frac{30 \cdot \tau}{i \cdot V_h \cdot n};$$

bu yerda $i \cdot V_h$ - dvigatelning ish hajmi, l. Effektiv bosim: $p_e = C p_{kor}$ bo'ladi.

O'rtacha mexanik yo'qotishlar bosimi esa $p_m = C p'_{kor}$.

Bu holda mexanik F.I.K. quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad \text{yoki} \quad \eta_m = \frac{p_e}{p_i}.$$

10.3. YONILG'I VA HAVO SARFINI O'LGHASH

Dvigatel ishlaganda sarflanayotgan yonilg'ining soatli sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$G_{\text{yo}} = \frac{\Delta G_{\text{yo}}}{\tau} \cdot 3,6, \text{ kg/soat};$$

bu yerda: ΔG_{yo} - yonilg'i dozasi, g; $\tau - \Delta G_{\text{yo}}$ gramm yonilg'ining sarflanish vaqti, s; 3,6-g/s ni kg/s ga aylantirish ko'effitsiyenti.

Yonilg'i sarfini massa yoki hajm usulda hisoblash mumkin. Hozir asosan massa orqali o'lchash usuli qo'llaniladi (10.2-rasm). Bu sxemada tarozining bir pallasiga idish 2 o'rnatilib, u bak 7 dan keladigan yonilg'i bilan to'ldiriladi. Yonilg'i nasos 5 bilan trubka 4 bo'ylab dvigatelga beriladi. Dvigatel ishlab turgan vaqtda yonilg'i sarfi o'lchanmasa, ma'lum miqdordagi yonilg'i sarflangandan so'ng elektr magnitli klapan 1 uzgich 3 yordamida ishga tushadi va idishga bakdan yonilg'i oqib tushadi, natijada uning sathi bir xilda saqlanadi. Yonilg'i sarfini o'lchash uchun bakdan yonilg'i berish to'xtatiladi va boshqarish pultidagi o'lchash tugmasi bosiladi. Tarozining strelkasi hisobni boshlash kerak bo'lgan shkalaga kelganda sekundomer avto-matik ravishda, masalan, fotoelement yordamida ishga tushadi. Ma'lum miqdordagi (50, 100, 150 gramm) yonilg'i sarf bo'lgandan so'ng sekundomer yana

yordamida (generatorda) elektr energiyasiga aylantirilib, elektr tarmog'iga uzatiladi. Bu holda ma'lum iqtisodiy tejamkorlikka erishiladi.

Aylanishlar chastotasini o'lchash. Aylanishlar chastotasi, asosan, elektr taxometrlar yordamida o'lchanadi. Ayrim hollardagina markazdan qochirma yoki magnitli taxometrlar ishlatiladi. Odatda, elektr taxometr datchik va qabul qilgichdan iborat bo'lib, datchik (taxogenerator) dvigatel yoki tormozning valiga ulanadi, qabul qilgich esa boshqarish pultiga o'rnatiladi. Bu mexanizm sekundomer bilan bir vaqtda ishlashi lozim.

Keyingi vaqtlarda aylanishlar chastotasini optik usulda o'lchash keng tarqalmoqda. Bu holda datchik sifatida optik element ishlatiladi, qabul qilgich esa raqamli voltmetrdan iborat. Bu usulda aylanish chastotasi juda aniq hisoblanadi.

Indikator va effektiv quvvatni hamda mexanik isroflar quvvatini aniqlash. Yuqorida aytganimizdek, elektr tormoz ikki rejimda, ya'ni ham elektr dvigatel, ham generator rejimida ishlaydi. Tormoz elektr dvigatel rejimida ishlagan holda dvigatelning mexanik isroflar quvvatini aniqlash mumkin. Buning uchun dvigatel yuklama bilan ishlagandan so'ng, undan yuklamani olib, moy va sovituvchi suvning harorati pasaymasdan, darhol tirsakli valni tormoz yordamida aylantirishning o'zi kifoya. Bu holda tirsakli valning tormoz bilan aylantirishga sarflanadigan quvvatini mexanik isroflar quvvati N_m ga teng deb olish mumkin, ya'ni

$$N_m = \frac{P_{\text{tar}} \cdot n}{1000}.$$

Dvigatelning effektiv quvvatini o'lchash yuqorida ko'rib chiqilgan edi, indikator quvvati esa quyidagicha aniqlanadi:

$$N_e = N_s + N_m = 10^{-3} (P_{\text{tar}} + P'_{\text{tar}}) \cdot n.$$

Agar dvigatelning indikator quvvati ma'lum bo'lsa, uning o'rtacha indikator bosimi quyidagicha aniqlanadi:

$$p_i = C(P_{kor} + P_{kor}'); \quad C = \frac{30 \cdot \tau}{i \cdot V_h \cdot n};$$

bu yerda $i \cdot V_h$ - dvigatelning ish hajmi, l. Effektiv bosim: $p_e = C p_{kor}$ bo'ladi.

O'rtacha mexanik yo'qotishlar bosimi esa $p_m = C p'_{kor}$.

Bu holda mexanik F.I.K. quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad \text{yoki} \quad \eta_m = \frac{p_e}{p_i}.$$

10.3. YONILG'I VA HAVO SARFINI O'LCHASH

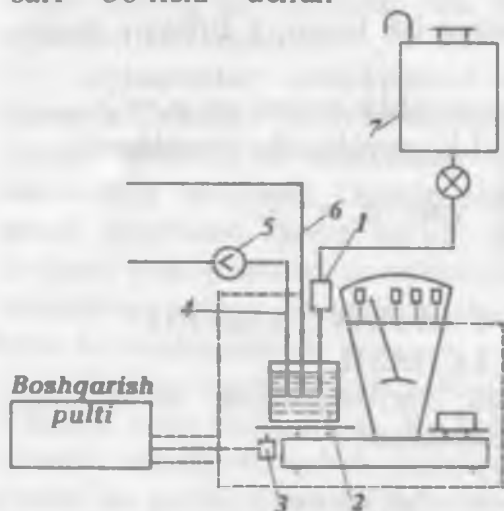
Dvigatel ishlaganda sarflanayotgan yonilg'ining soatli sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$G_{yw} = \frac{\Delta G_w}{\tau} \cdot 3,6, \text{ kg/soat};$$

bu yerda: ΔG_w - yonilg'i dozasi, g; $\tau - \Delta G_w$ gramm yonilg'ining sarflanish vaqti, s; 3,6-g/s ni kg/s ga aylantirish koeffitsiyenti.

Yonilg'i sarfini massa yoki hajm usulda hisoblash mumkin. Hozir asosan massa orqali o'lchash usuli qo'llaniladi (10.2-rasm). Bu sxemada tarozining bir pallasiga idish 2 o'rnatilib, u bak 7 dan keladigan yonilg'i bilan to'ldiriladi. Yonilg'i nasos 5 bilan trubka 4 bo'ylab dvigatelga beriladi. Dvigatel ishlab turgan vaqtda yonilg'i sarfi o'lchanmasa, ma'lum miqdordagi yonilg'i sarflangandan so'ng elektr magnitli klapan 1 uzgich 3 yordamida ishga tushadi va idishga bakdan yonilg'i oqib tushadi, natijada uning sathi bir xilda saqlanadi. Yonilg'i sarfini o'lchash uchun bakdan yonilg'i berish to'xtatiladi va boshqarish pultidagi o'lchash tugmasi bosiladi. Tarozining strelkasi hisobni boshlash kerak bo'lgan shkalaga kelganda sekundomer avto-matik ravishda, masalan, fotoelement yordamida ishga tushadi. Ma'lum miqdordagi (50, 100, 150 gramm) yonilg'i sarfi bo'lgandan so'ng sekundomer yana

avtomatik ravishda to'xtaydi, u ΔG gramm yonilg'ining sarf bo'lishi uchun



10.2-rasm. Yonilg'i sarfini o'lchash moslamasining sxemasi

ketgan vaqt τ ni ko'rsatadi. Dizellar uchun qo'shimcha trubka 6 o'rnatilishi lozim, chunki forunkadan purkalmay qolgan yonilg'i idishga qaytib tushirilishi shart. Bu holda dizel sarflagan yonilg'ining sof miqdori o'lchanadi. Ayrim hollarda esa yonilg'ining sarfi qo'l sekundomeri yordamida o'lchanadi.

Yonilg'i sarfi hajm usulda hisoblanganda dvigatelnig bir soatda sarflagan yonilg'isi quyidagiga teng bo'ladi:

$$G_{yn} = 3,6 \cdot \frac{\Delta V_{yn} \cdot \rho_{yn}}{\tau_{yn}}, \text{ kg/soat};$$

bu yerda: ΔV_{yn} - τ (sek) vaqt ichida sarflangan yonilg'i hajmi, sm^3 ; ρ_{yn} - yonilg'ining zichligi, g/sm^3 .

Yonilg'ining soatli sarfini, effektiv va indikator quvvatlarini hamda yonilg'ining quyi yonish issiqligi H_u ni bilgan holda yonilg'ining solishtirma sarfini, indikator va effektiv F.I.K. larni aniqlash mumkin:

$$g_i = \frac{G_{yn} \cdot 10^3}{N_i}, \text{ g/(kVt} \cdot \text{soat)}; \quad g_e = \frac{G_{yn} \cdot 10^3}{N_e};$$

$$\eta_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \cdot g_i} \text{ va } \eta_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \cdot g_e}$$

bu yerda: H_u - MJ da ; g_i - $\text{g/(kVt} \cdot \text{soat)}$ da.

Havoning soatli massa sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$G_h = \frac{V_h \cdot \rho_h}{\tau} \cdot 3600 \text{ , kg/soat,}$$

bu yerda: V_h - o'lchash asbobi orqali τ (sek) vaqt ichida o'tgan havoning hajmi, m^3 ; ρ_h - havoning zichligi, kg/m^3 .

$$\rho_h = 0,465 \frac{B_0}{273 + t_0},$$

bu yerda: B_0 - barometrik bosim, mm simob ustuni; t_0 - atrof-muhitning harorati, $^{\circ}S$.

Havoning sarfi drossel asboblari (maqbul diafragmalar, soplo va Venturi nayi) yoki hajmiy sarfini o'lchagichlar bilan hisoblanadi. Dvigatellarni sinashda, asosan, aylanadigan rotorli hajm o'lchagichlar ishlatiladi (10.3-rasm). Uning korpusi cho'yandan yasalgan bo'lib, ichida alyuminiydan yasalgan ikkita ichi bo'sh rotor joylashgan.



10.3-rasm. Havoning hajmiy sarfini o'lchovchi asbob sxemasi

Rotorga kirish va chiqishdagi bosimning farqi (15...30 mm suv ustuni) ta'sirida rotorlar aylanadi. Natijada korpus ichki yuzasi bilan rotorning yuzasi oralig'i hajmidagi havo siqib chiqariladi.

Havo hajmini hisoblash mexanizmi rotor o'qining biriga o'rnatiladi. Bu asbob juda puxta bo'lib, uzoq muddat aniq ishlaydi. Rotor o'qiga fotodatchik

o'rnatib, havoning sarfini masofada turib o'lchash mumkin.

Bu holda ko'rsatish asboblari (voltmetrlar) pultga o'rnatiladi.

Mamlakatimiz sanoatida 40...2000 m^3 /soat gacha havo sarfini o'lchaydigan asboblari chiqariladi. Bunday asboblari

havo sarfini statsionar rejimlarda o'lchash uchun mo'ljallangan.

Ichki yonuv dvigatellari uchun xos bo'lgan, tebranishli harakatdagi havo sarfini o'lchash uchun dvigatel va o'lchash asbobi orasiga receiver qo'yiladi. Receiver hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{rm} = \frac{200 \cdot V_h}{i}, l;$$

bu yerda: V_h - dvigatel silindrlining ish hajmi, i - silindrlar soni.

Agar havoning soatli sarfi ma'lum bo'lsa, unda to'rt taktli dvigatel uchun to'ldirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_v = \frac{G_h}{G_0} = \frac{G_h}{iV_h \frac{n}{2} \cdot 60 \cdot \rho_h};$$

G_0 - dvigatelga bir soat davomida berilishi mumkin bo'lgan havoning nazariy miqdori.

Havoning ortiqlik koeffitsiyentini aniqlash uchun yonilg'ining soatli sarfi bilan uning elementar tarkibini bilish kerak:

$$\alpha = \frac{G_h}{G_m \cdot l_0};$$

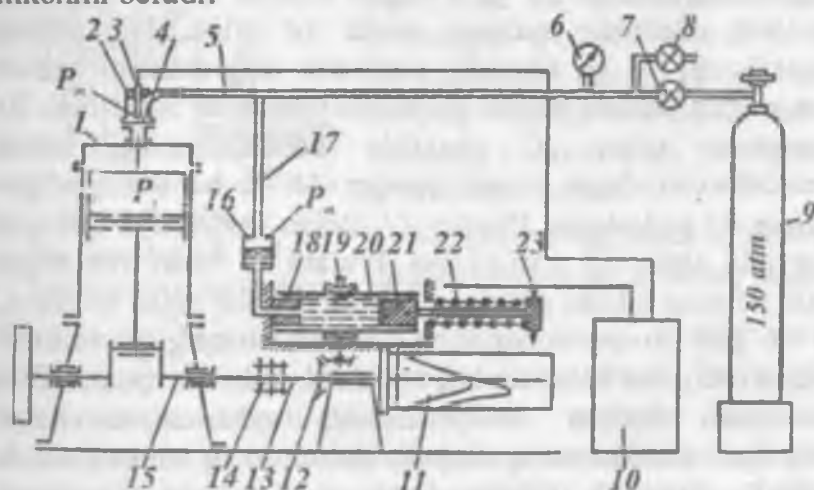
bu yerda: l_0 - 1 kg yonilg'ining to'la yonishi uchun kerak bo'lgan havoning nazariy miqdori, kg; benzin uchun $l_0 = 14,9$ kg; dizel yonilg'ici uchun esa $l_0 = 14,3$ kg.

Haroratni o'lchash. Dvigatellarni sinash vaqtida suv, moy, ishlatilgan gazlar va detallarning harorati o'lchanadi. Bu maqsadda, asosan qarshilik termometrlari ishlatiladi. ekspluatatsiyaga jo'natiladigan dvigatellarga manometrik termometrlar o'rnatiladi. Detallar va ishlatilgan gazlarning harorati termoparalar (temir-konstantan, mis-konstantan, xromel-kopel va boshqalar) yordamida o'lchanadi. Termoparalar $^{\circ}S$ ga darajalangan milliy o'lchovga ulanadi. Bu holda termoparaning kavsirlangan qismi keramik qobiqqa joylashtirilib.

chiqarish quvurining ichiga yoki detallarning devoriga o'rnatiladi.

10.4 DVIGATELNING INDIKATOR DIAGRAMMASINI OLISH

Dvigatelning yonish va ish jarayonlarini tavsiflovchi ko'rsatkichlarni tahlil qilish uchun uning indikator diagrammasi yozib olingan bo'lishi kerak. Bu maqsadda bosim indikatori deb ataluvchi maxsus asbob ishlatiladi. Indikator silindrlar bosimini tirsakli valning burilish burchagi bo'yicha o'zgarishini $p-\varphi$ koordinatalar tizimida yozadi va bu diagramma $p-V$ koordinatalar tizimida qayta quriladi. Indikator ikki guruhga bo'linadi: dvigatelning bir sikli davomida sodir bo'ladigan jarayonlarni indikator diagramma holatida qayd qiladigan indikatorlar: ketma-ket keladigan sikllarning ustma-ust yoki o'rtacha qiymatini yozib oladigan indikatorlar. Ustma-ust yozilgan diagrammalarning o'rtacha qiymati juda ko'p sikllar uchun dvigatel parametrlarining o'rtacha miqdorini tahlil qilish imkonini beradi.



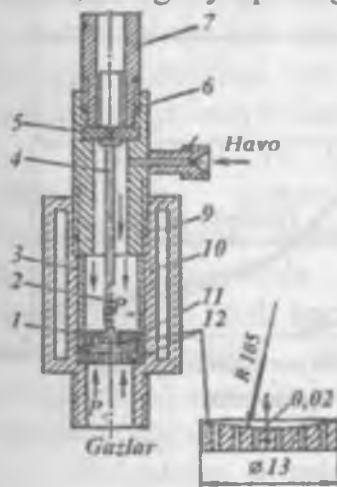
10.4-rasm. MAI-2 tipidagi pnevmoelektrik indikatorning sxemasi

Indikator sifatida kichik vaznli, shuningdek, harakatlanuvchan detallari kam inersiyaga ega bo'lgan mexanik indikatorlar yoki amaliy jihatdan inersiyasiz bo'lgan pezoqvarsli datchiklar ishlatiladi. Pezoqvarsli datchiklar katodli yoki shleyfli ossillograflar bilan birga ishlatiladi va ular yordamida bir siklli diagrammalar olinadi.

Pnevmoelektrik indikatorlar ko'p siklli diagrammani olish uchun ishlatiladi. Bunday indikatorning ishlash prinsipi va tuzilishini tushuntiruvchi sxema 10.4-rasmda ko'rsatilgan.

Silindrlar kallagi 1 ga sezgir elementli bosim qabul qilgich (pnevmoelektrik datchik) 2 o'rnatiladi. Sezgir element yupqa po'lat membrana 4 dan iborat bo'lib, ballon 9 ga havo magistrali 5 vositasida ulangan datchikning yuqori qismini silindrga qo'shilgan pastki qismidan ajratib turadi. Havo magistraliga manometr 6, to'ldirish jo'mragi 7 va bosimni pasaytiruvchi jo'mrak 8 o'rnatilgan. Magistral 5 da hosil bo'lgan bosim shohobcha 17 orqali suyuqlik bilan to'ldirilgan kengaytirish bachogi 16 ga uzatiladi. Indikator diagramma baraban 11 ga o'ralgan maxsus termik qog'ozga yoziladi. Baraban maxsus mufta 14 bilan dvigatelning tirsakli vali 15 ga ulanadi. Indikator diagrammani yozish mexanizmi sifatida prujina-porshenli manometr ishlatiladi. Bu manometr gilza 20 shaklida bo'lib, uning ichida harakatlanmaydigan kovak plunjer 18 va harakatlanadigan plunjer 21 joylashgan. Plunjer 21 o'qiga izolyatsiya qilingan razryadli shtift 23 o'rnatilgan. Prujina 22 bilan yuklangan shtift 23 ning siljishi plunjer 21 ga ta'sir qilayotgan bosim r_m ga to'g'ri proporsionaldir. O'lchash aniqligini oshirish maqsadida gilza barabanning vali 13 dan shesternyalar 12 va chervyakli uzatma 19 yordamida aylanma harakatga keltiriladi. Indikatorning elektrik tizimi qo'zg'almas kontakt 3 dan iborat bo'lib, u elektr simlar orqali tiratron o'zgartgich 10 va razryadli shtift 23 ga ulangan. Dvigatelning indikator

diagrammasini yozib olish uchun mufta 14 ulanadi va jo'mrak 8 yopiq bo'lgani holda ballon 9 dan asta-sekin ochilayotgan jo'mrak 7 orqali magistral 5 ga havo beriladi, shunda manometr 6 orqali bosim p_m ning o'zgarishi kuzatiladi. Bunday bosim datchik membranasi ustidagi bo'shliqda ham bo'ladi. Agar bosim p_m silindrdagi maksimal bosim p_s dan katta bo'lsa, membrana pastki o'rindiq 12 ga siqiladi (10.5-rasm). Jo'mrak 8 ni ochib (10.4-rasm) magistraldagi bosim kamaytirilsa (jo'mrak 7 berk), shunday holat hosil bo'ladiki, bunda bosim p_m birmuncha vaqt bosim p_s ga teng yoki undan bir oz kichik bo'ladi. Bu holda membrana avval pastki o'rindiqdan ko'chadi va neytral holatni oladi, so'ngra yuqoridagi o'rindiq 12 ga qisiladi (10.5-rasm).



10.5-rasm.
Pnevmoelektrik qabul
qilgichning tuzilishi

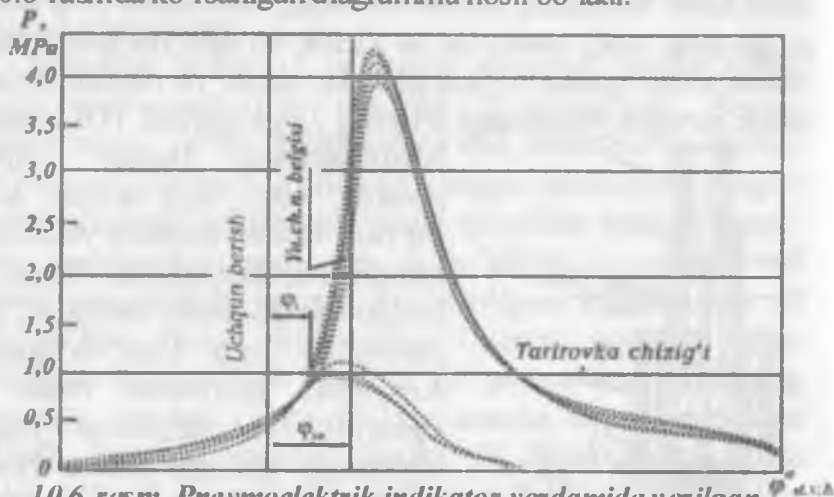
Membrananing bunday siljishi, amalda, oniy vaqt ichida sodir bo'ladi, chunki porshen yu.ch.n.ga tomon harakatlenganda bosim p_s keskin oshadi, ammo bosim p_m sikl davomida juda kam o'zgaradi. Kengayish jarayonida bosim p_s kamayadi va membrana yuqori o'rindiqqa qisilishi hamda bosim p_m silindrdagi bosim p_s dan katta bo'lishi bilanoq membrana teskari tomonga harakat qilib, yana pastki o'rindiqqa siqiladi.

Membrananing yuqori o'rindiqqa siqilish paytini qo'zg'almas kontakt

4 bildiradi. Membrana, bosimlar p_s va p_m farqiga qarab kontaktga urinadi yoki undan uzoqlashadi. Bu paytda elektr zanjir ulanadi yoki uziladi, natijada kontaktida elektr impuls hosil bo'ladi. Impuls tiratronli rele-o'zgartgich orqali 12...18 kv gacha kuchaytirilib, razryadli shiftga uzatiladi, natijada uchqunli razryad hosil bo'ladi. Bu

uchqun aylanayotgan baraban mahkamlangan qog'ozda nuqta qoldiradi. Nuqtaning holati ham bosimni, ham burilish burchagini bildiradi.

Shunday qilib, bu indikator yordamida bir ish sikli davomida (magistraldagi bosim p_m o'zgarmas bo'lganda) indikator diagrammaning faqat ikki nuqtasini olish mumkin: biri siqish chizig'ida, ikkinchisi esa kengayish chizig'ida. Indikator diagrammaning boshqa nuqtalarini olish uchun bosim p_m jo'mrak 8 orqali sekin-asta o'zgartiriladi. Natijada 10.6-rasmda ko'rsatilgan diagramma hosil bo'ladi.



10.6-rasm. Pnevmoelektrik indikator yordamida yozilgan dvigatelning indikator diagrammasi

$p-\varphi$ koordinatalar tizimida olingan indikator diagrammadan siklning maksimal bosimi p_z , bosimning o'sish tezligi $\Delta p / \Delta \varphi$, siqish bosimi p_c o't oldirishning ilgarilash burchagi φ_m larni va ish siklining ketishini tavsiflaydigan boshqa parametrlarni aniqlash mumkin. $p-V$ koordinatalar tizimida qayta qurilgan diagrammalardan esa o'rtacha indikator bosim, indikator quvvat va F.I.K. larni aniqlash mumkin.

10.5. DVIGATELNING TAVSIFLARI

Avtomobil va traktorlarni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatadiki, ular ish vaqtining 80 foizi davomida tezlik va yuklama keng diapazonda o'zgarib turadigan rejimda ishlaydi. Tirsakli valning har qanday aylanishlar chastotasida ham dvigatel barcha yuklamalarda turg'un ishlashi bilan birga, turli ekspluatatsiya sharoitlarida tejimli ishlashi kerak.

Odatda dvigatelning konstruksiyasi, turi, quvvati va aylanishlar chastotasi avtomobil va traktor uchun qo'yiladigan talablarga javob bera oladigan qilib tanlanadi. Dvigatelning tavsifi traktor va avtomobilning har xil sharoitda ishlashiga mos kelishi kerak, aks holda avtomobil yoki traktor ma'lum qarshiliklarni yenga olmasligi mumkin. Dvigatel tavsiflari har xil turdagi dvigatellarni o'zaro solishtirishga ham imkon beradi.

Avtomobil va traktor dvigatellari ekspluatatsiya sharoitlarida, asosan uzluksiz o'zgarib turuvchi turg'unlashmagan rejimda ishlaydi. Lekin dvigatelning bunday rejimlarda ishlashini tavsiflovchi to'liq ma'lumotlarni olish ancha murakkab bo'lib, buning uchun maxsus asboblarni yasash talab qilinadi. Amalda dvigatelning tavsiflarini GOST 14846-81 ga binoan, sinash stendida turg'un rejimda ishlatib, sinash paytida olinadi.

Dvigatelni sinash paytida tezlik, yuklama, rostlash va maxsus tavsiflari olinadi.

Tezlik tavsiflari

Tezlik tavsiflari ikki turga: tashqi va qisman tezlik tavsiflariga bo'linadi.

Tashqi tezlik tavsifi. Dvigatelning tashqi tezlik tavsifi deb, aylanishlar chastotasi n ga bog'liq bo'lgan effektiv quvvat N_e , effektiv burovchi moment M_e , yonilg'ining soatli sarfi G_{vo} va effektiv solishtirma sarfi g_{vo} ning egri

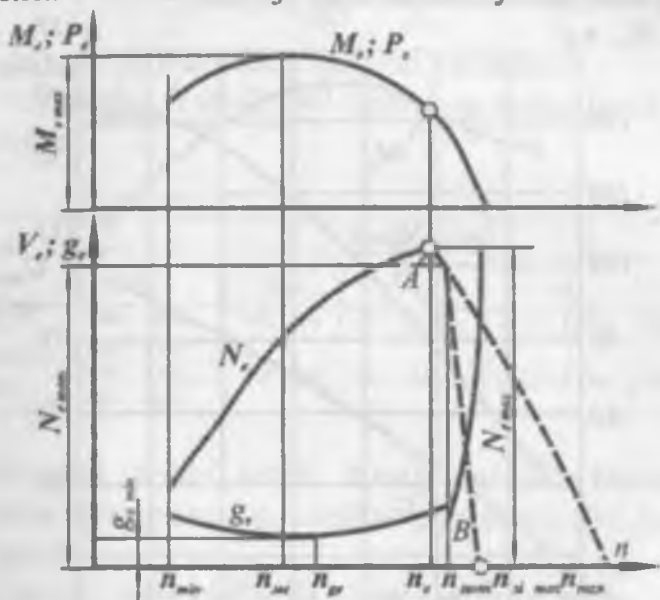
chiziqlariga aytiladi. Bunday tavsif karbyuratorli dvigatellarda drossel zaslonka to'la ochiq yoki dizelda yonilg'i nasosining reykasi eng ko'p yonilg'i berish holatida bo'lganda olinadi. Tavsif olinayotgan paytda dvigatelning boshqa ko'rsatkichlarini ham yozib borish maqsadga muvofiqdir, chunki bu ko'rsatkichlar orqali yuqoridagi parametrlarning kechish xususiyatini tushuntirish mumkin.

Tashqi tezlik tavsiflarini olish shartlari: har bir dvigatel uchun tirsakli val aylanishlar chastotasining quyi chegarasi n_{min} bo'ladi. Bunday aylanishlar chastotasida dvigatel barcha yuklamalarda turg'un ishlaydi. Lekin biror sababga ko'ra aylanish chastotasi n_{min} dan kichik bo'lib qolsa, dvigatel noturg'un ishlaydi (yuklamani qabul qila olmaydi) va to'xtab qoladi. Bunga asosiy sabab to'ldirish koeffitsiyentining keskin pasayib ketishi va natijada, yonish jarayonini turg'un hosil qilib bo'lmazligidir. Tashqi tezlik tavsifida: n_{Me} - maksimal effektiv burovchi momentga mos keluvchi aylanishlar chastotasi; n_{yo} - yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi minimal bo'lgan aylanishlar chastotasi; n_{nom} - dvigatelning nominal effektiv quvvatiga mos aylanishlar chastotasi; n_{max} - dvigatelning regulyator bilan salt ishlash aylanishlar chastotasi va n_{raz} - haddan tashqari katta aylanishlar (raznos) chastotasi bo'ladi.

Yuk avtomobillari dvigatellarida $n_e = n_{nom}$, yengil avtomobillar dvigatellarida esa $n_{nom} > n_e$ bo'ladi.

Dvigatelni sinashdan oldin qizdiriladi, ya'ni suv va moy harorati 80...85°S ga yetkaziladi. So'ngra dvigatelga minimal aylanishlar chastotasida eng katta yuklama beriladi (drossel-to'smaqopqoq to'la ochiladi). Bu holda quyidagi parametrlar: yonilg'i sarfi; dvigatelning effektiv burovchi momenti; aylanishlar chastotasi; havo sarfi va ishqalanishlarga sarf bo'lgan burovchi moment o'lchanadi. Bundan tashqari, tashqi muhit bosimi va harorati ham o'lchanadi. Shundan so'ng dvigatelning aylanishlar

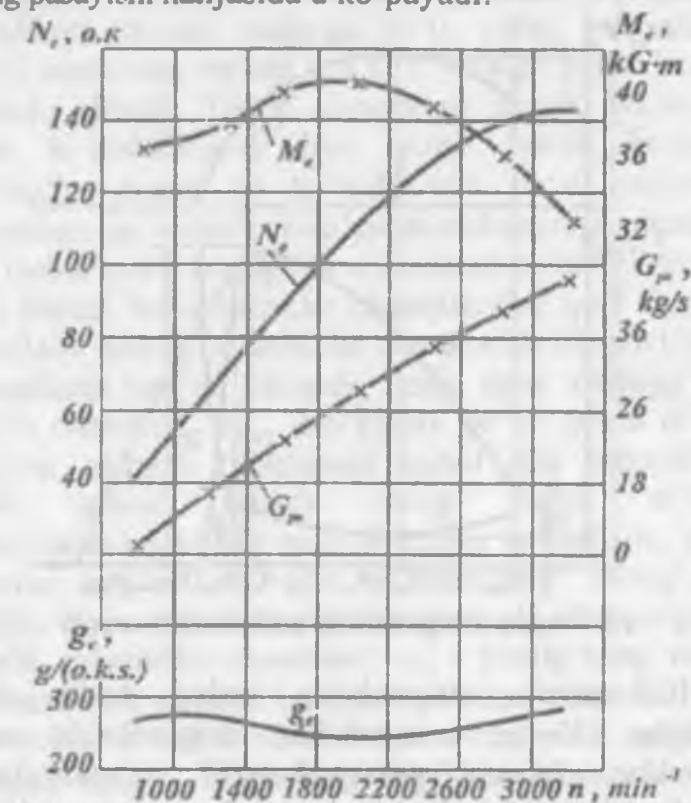
chastotasi o'zgartirilib, bu rejimlarda ham yuqoridagi parametrlar o'lchanadi va jadval shaklida yozib boriladi.



10.7-rasm. Dvigatelning tashqi tezlik tavsifi

10.7-rasmda dvigatelning tashqi tezlik tavsifi keltirilgan. Yengil avtomobillar dvigatellarida $n_{nom} > n_1$ bo'lganidan, dvigatel maksimal tezlik rejimida turg'un ishlaydi. Aylanishlar chastotasi n_{nom} qiymatdan ortishi bilan havoning gidravlik qarshiliklari ham ortib ketadi natijada to'ldirish koeffitsiyenti η_1 va o'rtacha effektiv bosim p_e keskin kamayib, n_{razn} chastotada $p_e = 0$ va demak, $N_e = 0$ bo'ladi. Dvigatellarni bu rejimda ishlashiga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki asosiy detallarga ta'sir qiluvchi dinamik yuklamalar keskin oshib ketadi va dvigatel ishdan chiqishi mumkin. Shu sababli dvigatellarga maksimal aylanishlar chastotasi regulyatori o'rnatiladi. Regulyator rejimida ishlagan dvigatelning tavsifi AV uchastka bilan tavsiflanadi. Bu diapazonda drossel to'smaqopqoq yopilib, α ning o'sishi natijasida yonilg'ining solishtirma sarfi dastlab bir oz

kamayadi, lekin keyinchalik mexanik va indikator F.I.K. larning pasayishi natijasida u ko'payadi.



10.8-rasm. ZIL-130 dvigatelining tashqi tezlik tavsifi

Effektiv burovchi moment M_e ning o'zgarish xususiyatini to'ldirish ko'effitsiyentining o'zgarishi bilan tushuntirish mumkin.

10.8-rasmda ZIL-130 dvigatelining tashqi tezlik tavsifi ko'rsatilgan. Quvvat va burovchi momentning nol indeksli qiymatlari quyidagi tenglamalar bo'yicha maqbul sharoitlarga keltirilgan ($p_0=760$ mm sim.ust. va $t=15^\circ\text{S}$):

$$N_{e,0} = A N_e,$$

$$M_{e,0} = A M_e.$$

Koeffitsiyent A quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\lambda = \frac{530 + t_h}{545} \cdot \frac{p_0}{p_h};$$

bu yerda t_h va p_h muhitning harorati va bosimi.

10.9-rasmda YAMZ-740 dizelining tashqi tezlik tavsifi ko'rsatilgan.

10.1-jadval

Dvigatel turlari	Tezlik rejimi				
	$n_{\max}$	$n_{\min}$	$n_{\lambda/2}$	$n_{\pm 1}$	$n_{\pm 2}$
Dizel	2000 3300	350 700	$(0.4 \dots 0.6)n_0$	$(1.05 \dots 1.07)n_0$	$(1.4 \dots 1.6)n_0$
Karbyuratorli dvigatel	3600 4500** 3600 4200*** 4000 6300	300 600	$(0.4 \dots 0.6)n_0$	$(1.05 \dots 1.1)n_0$	$(1.7 \dots 2.0)n_0$

Dvigatel tashqi tezlik tavsifi bo'yicha ishlaganda aylanishlar chastotasining chekka qiymatlari 10.1-jadvalda keltirilgan.

+ yengil avtomobillarga o'rnatiladigan dizellar;

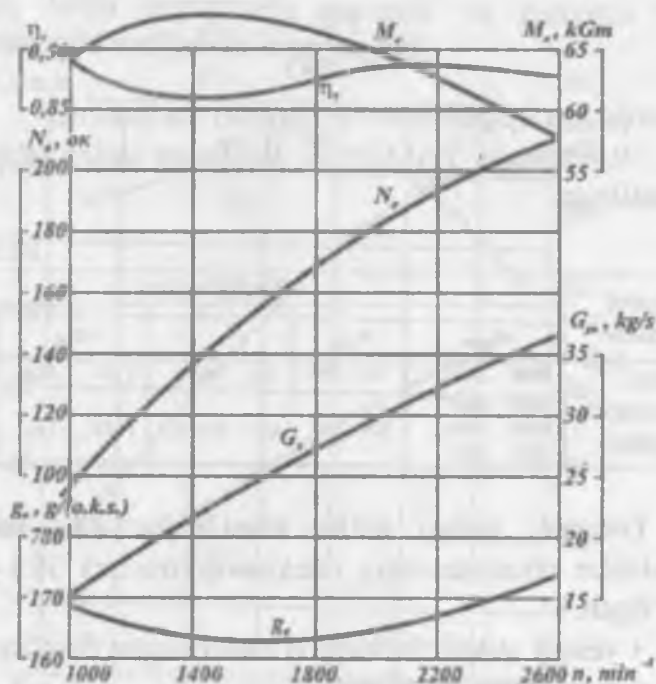
+ + yuk avtomobillari;

+ + + yengil avtomobillar.

Qismaniy tezlik tavsiflari

Drossel-to'smaqopqoqning yoki yonilg'i berishni boshqarish reykasining turli o'zgarmas holatlarida dvigatel ko'rsatkichlari N_e , G_{yo} , M_e va g_e ning aylanishlar chastotasiga bog'liqlik grafiklari qismaniy tezlik tavsiflari deb ataladi.

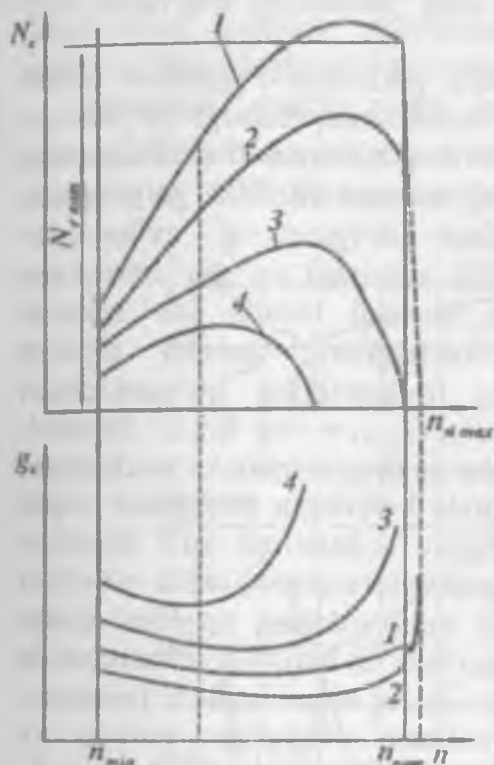
Shu sababli qismaniy tezlik tavsiflarini istalgan miqdorda olish mumkin.



10.9-rasm. YAMZ-740 dizelining tashqi tezlik tavsifi

Karbyuratorli dvigatel va dizel uchun tashqi tezlik tavsiflari o'zaro o'xshash bo'lsa ham, ularning qisman tezlik tavsiflari bir-biridan katta farq qiladi. Shu sababli ularda qisman tavsiflarni olish sharoitlari turlicha bo'ladi.

Karbyuratorli dvigatelda qisman tavsiflar (10.10-rasm) drossel-to'smaqopqoqning har xil holatlarida olinganligi sababli uning to'ldirish koeffitsiyenti keskin o'zgaradi. Natijada effektiv quvvat ham o'zgaradi. Shuni xususiyatliki, effektiv quvvatning maksimumi drossel-to'smaqopqoq yopila borishi bilan kichik aylanishlar chastotasi tomonga siljiydi. Shu sababli karbyuratorli dvigatellarda yuklama kamayganda raznos (tirsakli valning haddan tashqari katta tezlik bilan aylanish hodisasi) bo'lmaydi.



10.10-rasm. Karbyuratorli

dvigatelning qismani tezlik tavsiflari

dizellar salt ishlaganda ularga maksimal aylanishlar chastotasini cheklaydigan regulyator o'rnatiladi. Bunday regulyator dizelni nominal aylanishlar chastotasida ekspluatatsiya qilishni yengillashtiradi.

Dizellarning regulyator tavsifini olish uchun regulyatorning boshqarish organini o'zgarmas holatda ushlab turib, yuklamani salt ishlashdan maksimal qiymatgacha oshiriladi va ma'lum yuklama oralig'ida dvigatel ko'rsatkichlarining (n , N_e , G_{y0} va g_{y0}) o'zgarishi yozib boriladi.

Yuklama tavsiflari

Dvigatelning yuklama tavsifi deb o'zgarmas aylanishlar chastotasida ($n = \text{const}$) yonilg'ining soatli va ef-

Dizellarda yuklamani o'zgartirish uchun yonilg'i nasosining reykasi boshqa holatga qo'yiladi. Yuklama kamayishi bilan to'ldirish ko'effitsiyenti η_v ning qiymati bir oz ortadi.

Buning natijasida effektiv quvvatning maksimal qiymati kichik aylanishlar chastotasi tomonga siljmaydi. Dizellarda yuklamaning kamayishiga qaramasdan yonish jarayoni-ning davom etishi uning haddan tashqari tez ishlashiga cabab bo'ladi. Shuning uchun

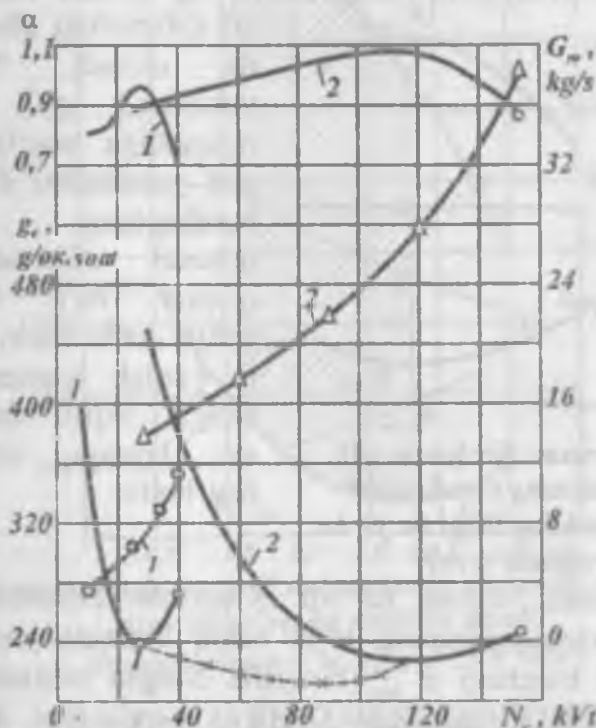
effektiv solishtirma sarflarining yuklamaga bog'liqlik G_{yo} , $g_e = f(N_e)$ grafigiga aytiladi.

Yuqorida aytganimizdek, yuklamani o'zgartirish uchun drossel-to'smaqopqoq yoki reyka boshqa holatga qo'yiladi.

Yuklama tavsifini olish dvigatel maqbul qizdirilgandan so'ng, ya'ni suv va moyning harorati 80...85°S ga yetganda boshlanadi. Buning uchun dvigatelning aylanishlar chastotasini $n=0,5 n_{nom}$ qilib tanlanadi va shu chastotada dvigatelga to'la yuklama beriladi hamda shu rejimda yondirishni ilgarilatish burchagining optimal qiymati tanlanadi. Shundan so'ng dvigatelning ko'rsatkichlari bayonnomaga yoziladi (P , G_{yo} , n va h.k.). Drossel-to'smaqopqoqning 4...5 holatida dvigatelning ko'rsatkichlari qaytadan yoziladi va yuqorida keltirilgan formulalar orqali yonilg'ining soatli va effektiv solishtirma sarfi hisoblab topiladi. Agar dvigatelning tashqi va qisman tezlik tavsiflari ma'lum bo'lsa, ular orqali ham yuklama tavsifini qurish mumkin. Buning uchun ma'lum aylanishlar chastotasida tezlik tavsiflarini biror tik chiziq bilan kesiladi (masalan, 10.10-rasmdagi shtrixli ordinata chizig'iga qarang) va kesishish nuqtasidagi ma'lumotlardan foydalaniladi. Dvigatelning yuklama tavsifini olishdan asosiy maqsad dvigatel to'la, qisman yuklamalarda va salt ishlaganda yonilg'ining soatli va solishtirma sarfi qanday bo'lishini o'rganishdir, chunki avtomobil transporti ko'pincha (75% vaqt davomida) qisman yuklamalarda ishlaydi.

10.11-rasmda sakkiz silindrli ZIL-130 karbyuratorli dvigatelining yuklama tavsifi ko'rsatilgan. Bunda havo ortiqlik koeffitsiyentining o'zgarishi ham tasvirlangan. Grafikning ko'rsatishicha, eng yaxshi tejamlikka havo ortiqlik koeffitsiyentining eng katta ($\alpha > 1$) qiymatida erishiladi, chunki bunday aralashma to'la yonadi. Dvigateldan katta quvvat olish uchun $\alpha = 0,8 \dots 0,9$ bo'lishi kerak, chunki bunday aralashma tez yonadi. Buning uchun silindrga ko'proq yonilg'i uzatish kerak. Bu vazifani

karbyuratoming tezlatish nasosi bajaradi. Shu sababli yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi ortadi. Kichik yuklamalarda esa drossel-to'smaqopqoq berkila borgan sari η kamayadi, qoldiq gazlar ortadi va mexanik F.I.K kamayadi. Natijada yonish jarayoni keskin yomonlashadi va yonilg'ining solishtirma sarfi ortib ketadi.

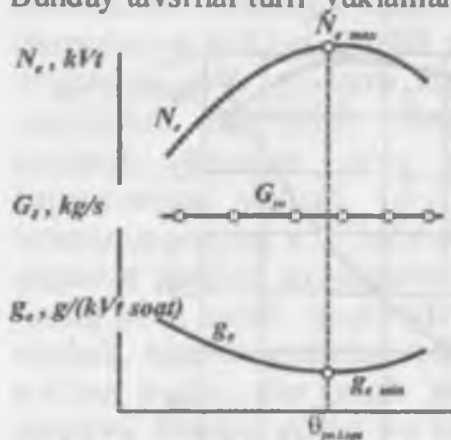


10.11-rasm. ZIL-130 dvigatelining yuklama tavsiflari

Rostlash tavsiflari

Rostlash tavsiflari orqali yonish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar (yondirishni ilgarilash burchagi, yonuvchi aralashma tarkibi, dizellarda esa yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagi va aralashmaning tutunsiz yonishini ta'minlaydigan reykaning holati) tahlil qilinadi. Dvigatelning optimal ko'rsatkichlarini shu parametrga

bog'liq ravishda tanlash uchun olinadigan tavsiflar rostlash tavsiflari deyiladi. Bunday tavsiflar drossel-to'smaqopqoqning yoki reykaning o'zgarmas holatlarida olinadi. Bu sharoitlarda dvigatelning quvvati va tejamliligi yondirishni ilgarilash burchagiga yoki yonilg'i purkay boshlashni ilgarilash burchagiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bunday tavsiflar turli yuklamalarda va tirsakli valning har

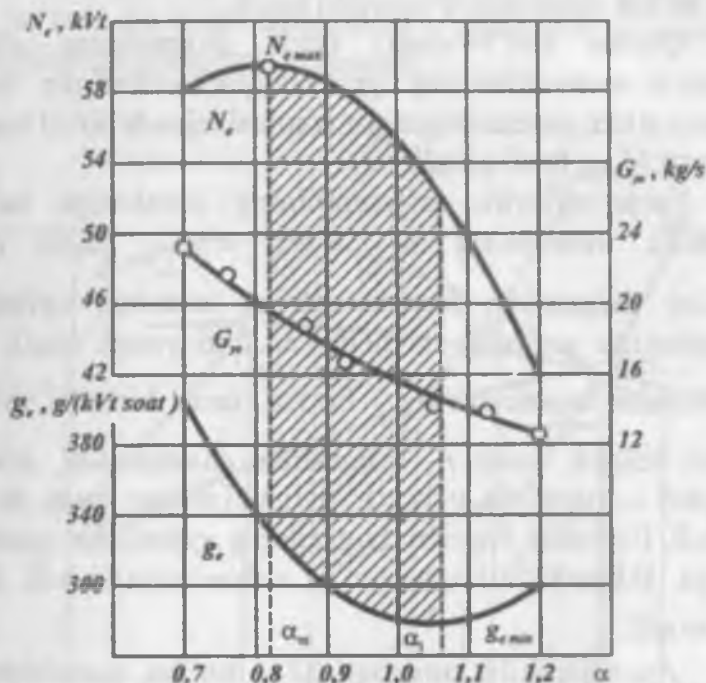


10.12-rasm. Karbyuratorli dvigatelning yondirishni ilgarilash burchagi bo'yicha rostlash tavsifi

xil aylanishlar chastotasi-da olinadi. Natijada yuklama va tezlik rejimlariga bog'liq bo'lgan yondirishni ilgarilash burchagining optimal qiymati tanlanadi. Bu qiymat turli dvigatel uchun turlichadir, chunki u yonish kamerasining turiga, siqish darajasiga va boshqa omillarga bog'liqdir.

Tirsakli valning bir xil aylanishlar chastotasida va drossel-to'smaqopqoqning to'la ochiq holatida yondirishni ilgarilash burchagi θ_{yoi} bo'yicha olingan rostlash tavsifi 10.12-rasmda ko'rsatilgan. Grafikda yondirishni ilgarilash burchagining optimal qiymati $\theta_{yoi, opt}$ shtrix chiziq bilan ko'rsatilgan. Grafikning ko'rsatishicha, aylanishlar chastotasi ortishi va yuklama kamayishi bilan yondirishni ilgarilash burchagining optimal qiymatlari kattalashadi. Bu vazifani markazdan qochirma vakuum regulyatorlar bajaradi. Ish aralashmasi tarkibining dvigatel quvvati va yonilg'ining solishtirma sarfiga ta'sirini ifodalovchi rostlash tavsifi 10.13-rasmda keltirilgan. Grafiklarni tahlil qilish eng katta quvvat $\alpha=0,8...0,9$ bo'lgandagi qiymatga, yonilg'i solishtirma sarfining

minimal qiymati esa $\alpha=1,05\dots 1,15$ qiymatga to'g'ri kelishini ko'rsatadi. α ning boshqa qiymatlarida N_e kamayadi, g_e esa oshib ketadi.



10.13-rasm. Karbyuratorli dvigatelning yonuvchi aralashma tarkibi bo'yicha rostdash tavsifi
(drossel zaslonka to'la ochiq $n=1500$ min⁻¹)

10.6. DVIGATEL ISH REJIMINING TURGUNLIGI

Dvigatel tirsakli valida hosil bo'ladigan effektiv burovchi moment traktor va avtomobilning yurishiga qarshilik qiluvchi momentlar yig'indisiga teng yoki undan bir oz ortiq bo'lishi kerak. Avtomobilga ta'sir qiluvchi qarshiliklar momenti qator omillarga bog'liq (yo'l profili va uning holati, havo qarshiligining o'zgarishi va hokazolar) bo'lib, ular keng ko'lamda o'zgarishi mumkin. Shu sababli dvigatelga qo'yiladigan talablardan biri uning burovchi

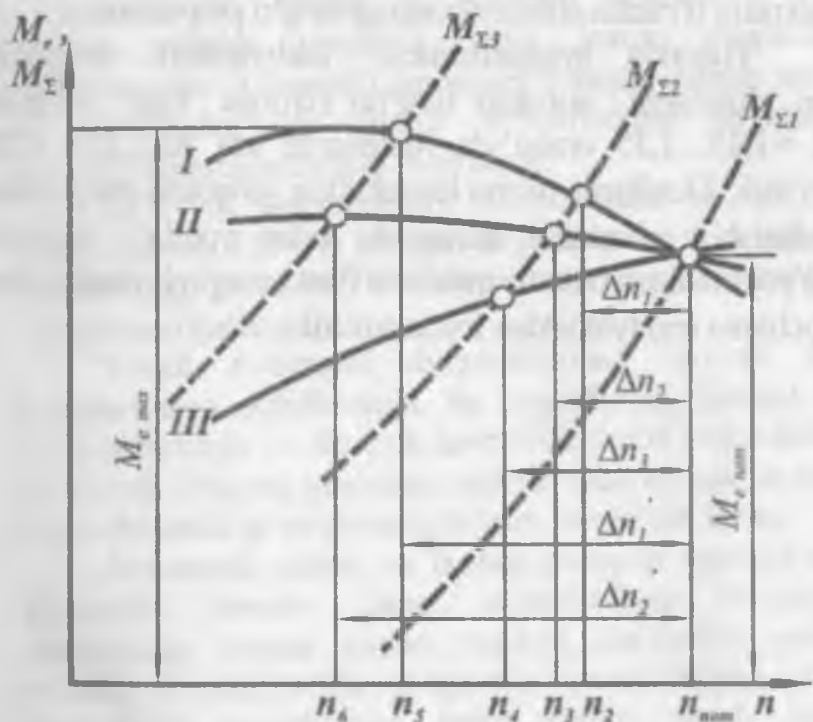
momenti, avtomobilga ta'sir qiluvchi qarshiliklarning qanday o'zgarishidan qat'i nazar, turg'un ishlash rejimi ta'minlanishi lozim. Bu holda dvigatelning tezlik rejimi juda kichik miqdorda o'zgarishi kerak.

Quyida (10.14-rasm) uchta dvigatelning effektiv burovchi momentlarining egri chiziqlari keltirilgan. Shunisi xususiyatliki, barcha dvigatellar nominal rejimda bir xil burovchi moment M_{nom} hosil qiladi.

Faraz qilaylik, avtomobilning harakatiga har xil qarshilik momentlari $M_{\Sigma_1} < M_{\Sigma_2} < M_{\Sigma_3}$ ta'sir qilsin. Barcha dvigatellar tirsakli valning nominal aylanishlar chastotasiga qarshilik momenti M_{Σ_1} ni yenga oladi. Agar qarshiliklar momenti M_{Σ_2} bo'lsa, unda birinchi dvigatel uchun tenglik holat n_2 aylanishlar chastotasida, ikkinchi dvigatel uchun n_3 da, uchinchi dvigatel uchun esa n_4 da hosil bo'ladi. Bu holda birinchi dvigatelning aylanishlar chastotasi Δn_1 ga, ikkinchisniki Δn_2 ga va uchinchisniki esa Δn_3 ga kamayadi.

Agar qarshilik momenti M_{Σ_3} bo'lsa, unda birinchi dvigatel uchun tenglik holat n_5 aylanishlar chastotasida, ikkinchisi uchun n_6 da hosil bo'ladi, uchinchi dvigatel esa bu qarshilikni yenga olmaydi. Demak, birinchi dvigatel uchun aylanishlar chastotasi Δn_1 miqdorga, ikkinchi dvigatel uchun esa Δn_2 miqdorga kamayadi. Agar burovchi moment tikroq ko'tarilgan egri chiziq bo'ylab o'zgarsa (birinchi dvigatel uchun), u holda avtomobil harakatiga qarshilik o'zgarganda dvigatelning aylanishlar chastotasi qisqa chegarada o'zgaradi. Birinchi dvigatelning quvvati qarshilik keskin ortganda ham uni yengish uchun yetarli bo'ladi va dvigatel ish rejimining turg'unligini ta'minlaydi. Burovchi momentning bunday o'zgarishi karbyuratorli dvigatellarga xosdir. Ikkinchi dvigatel burovchi momentining o'zgarish

xususiyati esa dizellarga xosdir. Karbyuratorli dvigatellarning afzalliklaridan biri shuki, u qisman yuklamalarda ishlaganida, egri chizig'i to'la yuklamadagiga qaraganda tikroq bo'ladi. Bu holda qarshiliklar o'zgarganda aylanishlar chastotasi qisqa chegarada o'zgaradi.



10.14-rasm. Burovchi momentning aylanishlar chastotasiga qarab o'zgarishining dvigatel turg'un ishlashiga ta'siri

Avtomobilning harakat qarshiligiga qarab dizelda M_e ning o'zgarish xususiyati yuklamaga bog'liq emas, chunki uning tashqi va qisman tavsiflari deyarli bir xil.

Avtomobil dvigateli ish rejimining turg'unligi maksimal burovchi momentning dvigatel nominal rejimda

hosil qiladigan burovchi momentiga nisbati $K = \frac{M_{e,max}}{M_{e,nom}}$

bilan aniqlanadi. Bu nisbat moslashish koeffitsiyenti yoki burovchi moment zaxirasi deb ataladi.

Bu koeffitsiyentni effektiv bosimlar nisbati $K = \frac{P_{e \max}}{P_{e \min}}$

orqali ham aniqlash mumkin, chunki dvigatelning burovchi momenti o'rtacha effektiv bosimga to'g'ri proporsionaldir.

Yuqorida aytganimizdek, karbyuratorli dvigatellar dizellarga nisbatan turg'un rejimga ega. Ularda $K = 1,25 \dots 1,35$ oralig'ida, dizellarda esa $K < 1,25 \dots 1,35$ bo'ladi. Dizellarda ushbu kamchilikni yo'qotish maqsadida aylanishlar chastotasi kamayishi bilan yonilg'i berishni ko'paytiradigan maxsus moslama (barcha rejimli markazdan qochirma regulyator)dan foydalaniladi.

XI BOB. DVIGATELLARNING KO'RSATKICHLARINI OSHIRISH USULLARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI

11.1. UMUMIY MA'LUMOT

Avtomobil, traktor va transport vositalarida kuch manbai sifatida porshenli ichki yonuv dvigatellari ishlatilmoqda. Avtomobil transporti taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri ularga o'rnatiladigan dvigatellar quvvati diapazonini keskin oshirishdir.

Og'ir yuk avtomobillari, avtopoyezdlar va traktorlar uchun quvvati 450 kVt bo'lgan dvigatellar kerak, kelajakda esa ularning quvvatini 750 kVt ga yetkazish va undan ham oshirish mo'ljallangan.

Yengil avtomobil dvigatellarining quvvati ham kundan-kunga oshirilmoqda. Bu esa ularning harakat tezligini oshirishga va dinamik ko'rsatkichlarini yaxshilashga olib keldi. Dvigatel quvvatini oshirish bilan bir vaqtda uning ishga chidamliligi va puxtaligini ham yaxshilash lozim.

Avtomobil, traktor va boshqa transport vositalarining ko'payishi hamda ularga o'rnatiladigan dvigatellar quvvatining oshishi suyuq yonilg'i iste'molini yanada oshirdi. Shuning uchun dvigatellar yonilg'isining sarfini kamaytirish masalalariga katta e'tibor berish kerak. Dvigatelning yangi konstruksiyalarini yaratishda ularning vazni va gabaritlarini kamaytirishga ham e'tiborni kuchaytirish lozim.

Yirik shaharlarda transport vositalarining ko'payishi natijasida tashqi muhitning zaharlanishi va umumiy shovqin kuchayadi. Shu sababli dvigatel shovqinini kamaytirish va havoning zaharli, ishlatilgan gazlar bilan ifloslanishining oldini olish (kamaytirish) muammolarini hal qilish talab etiladi.

11.2. DVGATELNING QUVVATINI OSHIRISH USULLARI

Aylanishlar chastotasini oshirish

Dvigatelning litrli quvvati formulasidan uning qanday omillarga bog'liq ekanligini ko'rish mumkin. Litrli quvvat asosan n , η_r , ρ_0 va τ larga bog'liq.

Litrli quvvatni aylanishlar chastotasi hisobiga oshirish eng qulay bo'lib, bunda dvigatelning solishtirma massasi va o'lchamlari kamayadi. Aylanishlar chastotasi oshishi bilan sikl davomidagi issiqlik yo'qotishlar kamayadi, chunki ish jismining silindr devorlariga tegish vaqti kam bo'ladi. Natijada ishlatilgan gazlarning issiqligi katta bo'ladi va bunday dvigatellarda nadduvni qo'llashga katta imkon tug'iladi. Bundan tashqari, sovitish tizimiga berilayotgan issiqlik kamayadi va dvigatel yaxshi ishlaydi.

Aylanishlar chastotasining oshishi politropa ko'rsatkichi n_1 hamda siqish jarayoni oxiridagi harorat va bosimning oshishiga olib keladi. Natijada yonuvchi aralashma yonish jarayoniga yaxshi tayyorlanadi va alangalanishning kechikish davri kamayadi. Dizellarda esa bundan tashqari, purkash bosimi oshishi natijasida yonuvchi aralashma mayda zarralarga parchalanib, yonish jarayoni to'la ketadi. Lekin dvigatelda mexanik yo'qotishlar ortadi va silindrni ishlatilgan gazlardan tozalash qiyinlashadi. Dizellarda yonilg'ini purkash davri uzayib ketadi va yonish jarayoni kengayish yo'lida amalga oshib, uning effektivligi pasayadi.

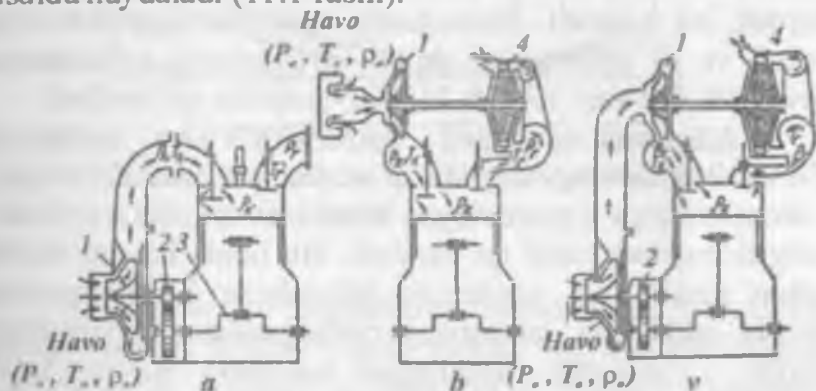
Mexanik isroflarni kamaytirish maqsadida porshen yo'li kichik bo'lgan ($S/D < 1$) dvigatellar ishlab chiqarish maqsadga muvofiqdir. Karbyuratorli dvigatellarda asosan $S/D \leq 1$ qo'llaniladi.

Aylanishlar chastotasi oshirilgan dvigatellarning afzalliklari quyidagilardan iborat: katta kesim yuzali klapan

o'ratib to'ldirish koeffitsiyenti kattalashtiriladi; sovitish tizimiga issiqlik kam o'tadi; mexanik isroflar kam bo'ladi. Demak, aylanishlar chastotasining oshishi yonish jarayonining borishi bilan chegaralanmaydi. Kelajakda esa aylanishlar chastotasi yana ham oshiriladi.

Nadduv

Dvigatel quvvatini oshirishning ikkinchi usuli nadduvdir. Nadduv - dvigatel silindrlariga havo yoki yonuvchi aralashmani bosim ostida kiritish degani. Buning uchun havo yoki yonuvchi aralashma dastlab kompressorda siqiladi, so'ng silindrga haydaladi. Silindrlarga havo yoki yonuvchi aralashma uch xil usulda: a) yuritmal kompressor bilan; b) turbokompressor bilan; v) aralash usulda haydaladi (11.1-rasm).



11.1-rasm. Nadduv sxemalari:

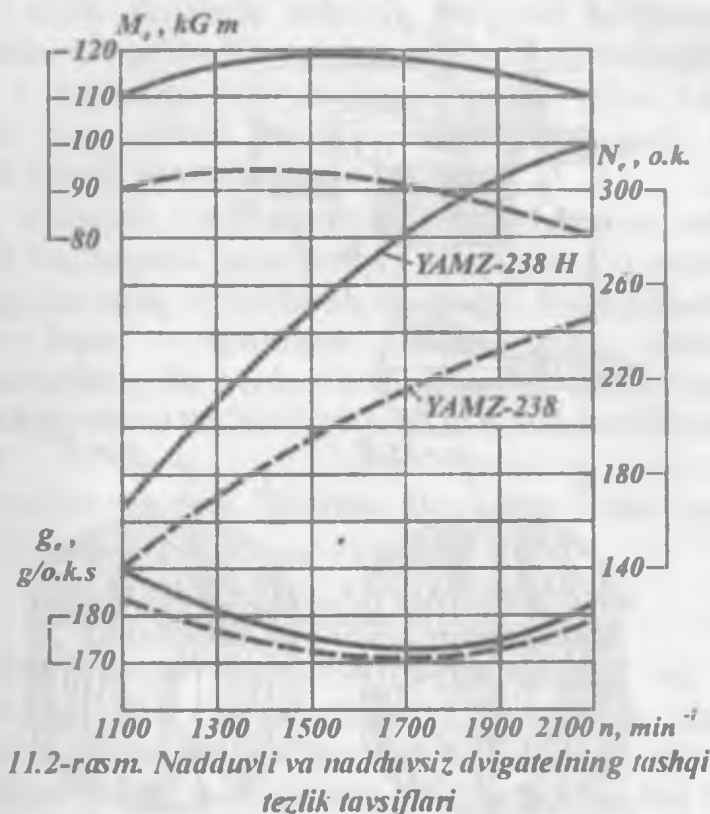
a-yuritmal kompressor bilan; b-turbinali kompressor bilan;
v-aralash usulda havo beradigan

Bu holda havo kompressorga tashqi muhitdan kiradi va P_k bosimgacha siqiladi, harorat esa T_k ga yetadi. Shundan so'ng havo dvigatel silindriga P_k bosim bilan kiradi. Bu davr ichida havoning zichligi ρ_k oshib P_k ga yetadi. Natijada, dvigatel silindriga kirayotgan zaryadning massa miqdori atmosferadan kirgandagiga qaraganda ko'p bo'ladi.

Demak, silindrga kirgan zaryadning miqdori oshgan sari, unga berilayotgan yonilg'ining miqdorini oshirish talab etiladi. Siklda esa ko'p miqdorda yonilg'i va havo massasi yonadi, natijada dvigatelning quvvati ortadi. Nadduv usuli bilan dvigatel quvvatini 50...70% gacha oshirish mumkin. Agar kompressor harakatni tirsakli valdan olsa (11.1-rasm, a) dvigatel quvvatining ma'lum qismi havoni siqishga sarflanadi. Bu usul ikki taktli YaAZ dizellarida qo'llanilgan. Hozirgi vaqtda esa avtomobil va traktor dvigatellarida kompressorni harakatga keltirish uchun ishlatilgan gazlar energiyasidan foydalaniladi. Kompressor gaz turbinalar yordamida harakatlanadi (11.1-rasm, b). Bu holda chiqarish quvuridan chiqayotgan gazlar soploli apparat orqali turbinaning kurakchalariga uriladi, turbina katta tezlikda aylanib boshlaydi va kompressorni harakatga keltirib, foydali ish bajaradi. Havo tashqi muhitdan kompressorga keladi va p_k bosimgacha siqilib, dvigatelning silindrlariga haydaladi. Bu usul YAMZ-238N dvigatelida qo'llaniladi.

11.2-rasmda nadduvli YAMZ-238N va nadduvsiz YAMZ-238 dizellarining tashqi tezlik tavsiflari keltirilgan. Lokomotivlarga o'rnatiladigan dizellarda kombinatsiyalashtirilgan haydash usuli qo'llaniladi. Bu holda havoni siqish uchun tirsakli val yordamida ishlaydigan kompressordan hamda ishlatilgan gazlarning energiyasidan foydalaniladi. Bunda silindrga tushayotgan havoning bosimi katta bo'ladi, chunki havoni siqish ham birinchi, ham ikkinchi kompressorda amalga oshiriladi. Nadduv qo'llanilganda siqish jarayonining oxirida bosim va haroratning oshishi natijasida yonish jarayonining xususiyati bir oz o'zgaradi.

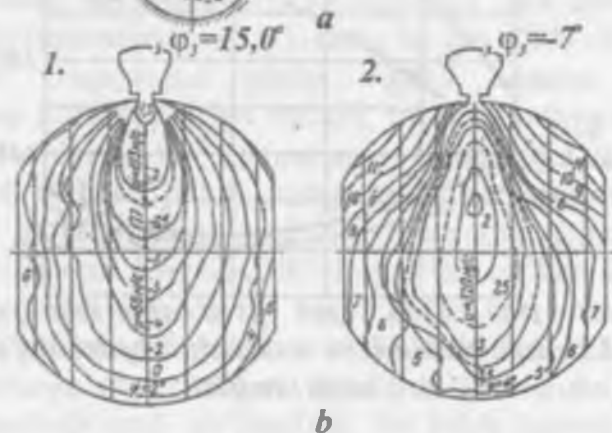
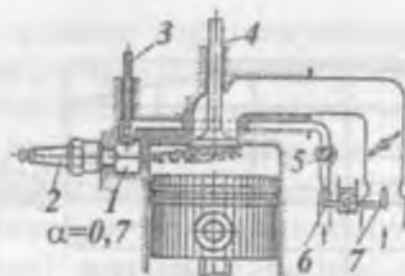
Bundan tashqari, yonuvchi aralashmaning boshlang'ich yuqori parametrlarga ega bo'lishi va yonishi natijasida gazlarning maksimal bosimi ancha oshadi va dvigatelning umumiy termik zo'riqishi ko'payadi. Demak, dvigatelning konstruksiyasi nadduvni hisobga olgan holda hisoblanishi kerak.



11.2-rasm. Nadduvli va nadduvsiz dvigatelning tashqi tezlik tavsiflari

Karbyuratorli dvigatellarda detonatsiyali yonishning paydo bo'lishi sababli ularda nadduv qo'llash cheklangan. Dvigatellarda nadduv qo'llanilganda yonilg'i nasosining pretsizion juftlari va gaz taqsimlash fazalari mos tanlanishi kerak.

Nadduv, asosan, dizellarda qo'llaniladi, bunda havoni haydash bosimi 0,2 MPa ga yetadi. Bu holda dvigatelning quvvati 30...40% ga oshadi, effektiv bosimi esa 0,95...1,05 MPa ni tashkil qiladi. Nadduvli dvigatellar og'ir yuk ko'taradigan avtomobillarga va kuchli traktorlarga o'rnatilmoqda, ular tog'li rayonlarda ishlatilganda maqsadga muvofiq bo'ladi.



11.3-rasm. a-alanga bilan o't oldirish sxemasi; b-alanga bilan o't oldiriladigan dvigatelning asosiy kamerada alanganing tarqalishi:

1-«yumshoq» ishlaydigan kamerada ($d_k=8$ mm); 2- «qattiq» ishlaydigan kamerada ($d_k=4$ mm) $\alpha=0,9$

Dvigatel quvvatini oshirishning yana quyidagi usullari bor:

– to'rt taktli dvigatel o'miga ikki taktligini qo'llash (bu usul nisbatan kam qo'llaniladi, chunki bunday dvigatelning termik zo'riqishi kuchli va ishlash muddati kam bo'ladi);

– siqish darajasini oshirish. Bu usul karbyuratorli dvigatellarda qo'llanilib, ε ning ma'lum qiymatlarigacha $\varepsilon = 8 \dots 9$ dvigatelga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, lekin ε ning qiymati juda oshirib yuborilsa, detonatsiyali yoki o'z-o'zidan yonish jarayonlari sodir bo'ladi;

– to'ldirish ko'effitsiyentini oshirish. Buning uchun kiritish va chiqarish quvurlarining uzunligi to'g'ri tanlanib, ulardagi havoning to'liqlanish bosimidan foydalaniladi va silindr hajmi o'zgarmagan holda uning diametri kattalashtiriladi. Bu holda silindr kallagiga to'rtta klapan o'rnatishga imkon tug'iladi, natijada to'ldirish ko'effitsiyenti ortadi;

– η_i / α nisbatni oshirish. Bu nisbat ichki yonuv dvigatellarida nisbatan kam o'zgaradi.

11.3. ISHLATILGAN GAZLARNING ZAHARLILIGINI KAMAYTIRISH

Ichki yonuv dvigatellari tashqi muhitga va tirik organizmga zarar yetkazadigan ko'p miqdorda zaharli moddalar chiqaradi. Karbyuratorli dvigatel va dizeldan chiqadigan zaharli moddalarning o'rtacha foiz miqdori 11.1-jadvalda keltirilgan.

11.1-jadval

Zaharli moddalar	Dizel	Karbyuratorli dvigatel
Is gazi	0,2	6,0
Karbonat angidrid	12	10
Uglevodorod	0,01	0,05
Aldegidlar	0,002	0,03
Azot oksidlari	0,25	0,5
Oltinurgurt ikki oksidi	0,03	0,008
Qurum (g/m ³)	0,25	0,5

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, dizellarda zaharli-moddalar nisbatan kam. Shu sababli 3 t li va undan yuqori yuk avtomobillariga dizellar o'rnatish amalga oshirilmoqda.

11.4. YONILG'INI TEJASH USULLARI

Alanga bilan o't oldirish

Yuqorida aytib o'tganimizdek, karbyuratorli dvigatellar kichik yuklamalarda tejamsiz va zaharli gazlarni ko'p chiqarib ishlaydi. Ushbu kamchilikni yo'qotish uchun karbyuratorli dvigatellarda alanga bilan o't oldirish usulini qo'llash maqsadga muvofiq. Bunday dvigatel kichik yuklamalarda tejimli ishlaydi, ishlatilgan gazlarning zaharligi esa kam bo'ladi. Alanga bilan o't oldiriladigan karbyuratorli dvigatel yonish kamerasining sxemasi 11.3-rasmda ko'rsatilgan. Yonuvchi aralashmani bunday usulda yondirish professor A.N.Voinov tomonidan ishlab chiqilgan. Bu dvigatelning yonish kamerasi ikki qismga bo'lingan. Yonish kamerasining 5 foizini tashkil etuvchi yondosh kamera 1 ga alohida karbyurator 6 dan maxsus trubka bo'ylab klapan 3 orqali oson alangalanadigan quyuq $\alpha = (0,7...0,8)$ yonuvchi aralashma keladi. Asosiy kameraga esa karbyurator 7 dan suyuq $\alpha = (1,4...1,8)$ yonuvchi aralashma kiritish klapani 4 orqali keladi. Bunda yondirish chaqmog'i 2 yondosh kamerada joylashgan bo'lib, chaqmoqdan uchqun chiqishi bilan quyuq yonuvchi aralashma yonadi. Buning natijasida yondosh kameradagi bosim asosiy kameradagi bosimdan ancha oshib ketadi. Bosimlar farqi vujudga kelganligi sababli yongan aralashma yuqori tezlikda birlashtiruvchi kanal orqali asosiy kameraga alanga shaklida o'tilib chiqadi. Bunday alanga asosiy kameradagi suyuq yonuvchi aralashmaning ham to'la yonishini ta'minlaydi. Natijada ishlatilgan gazlarda is gazi (CO) deyarli bo'lmaydi.

Dizellarning ishlatilishi

Rivojlangan davlatlarda yuk mashinalari uchun asosan dizellar qo'llanilmoqda. Birgina KamAZ majmui 1986 yilda 250000 ga yaqin dizel ishlab chiqardi. Bundan

tashqari, ZIL va GAZ zavodlari ham dizellar ishlab chiqarishga qisman o'tdi. Bunga asosiy sabab dizellarning karbyuratorli dvigatellarga nisbatan bir necha afzalliklari mavjudligidadir:

1) dizelda 1 kVt quvvat olish uchun sarf bo'ladigan yonilg'ining solishtirma sarfi karbyuratorli dvigatelnikiga nisbatan 35...40% ga kam, bundan tashqari, yonilg'ining tannarxi ikki baravar arzon;

2) ish muddati nisbatan katta, masalan, YAMZ dvigatellarining motoresursi 10...12 ming motosoat, ya'ni 350...400 ming km ni tashkil qiladi;

3) ishlatilgan gazlardagi zaharli komponentlarning miqdori nisbatan kam;

4) dizellarda turli xil (benzin, kerosin, gaz kondensati va h.k.) yonilg'ilarni ishlatish mumkin.

Kelajakda dizellar faqat og'ir yuk avtomobillaridagina emas, balki o'rtacha og'irlikdagi (3...4.t.) yuk ko'taradigan avtomobillarda va avtobuslarda ham ishlatiladi. Barcha traktor va yo'l qurish mashinalarining kuch agregati sifatida dizel ishlatiladi.

Dizellar chet ellarda, ayniqsa Angliya, GFR, Italiya, Fransiya, AQSh va Yaponiyada keng ko'lamda ishlatiladi. Bu mamlakatlarda dizellar hatto yengil mashinalarga (asosan taksilarga) ham o'rnatiladi. Bunga asosiy sabab benzin yonilg'isining kamligi va qimmatligidir.

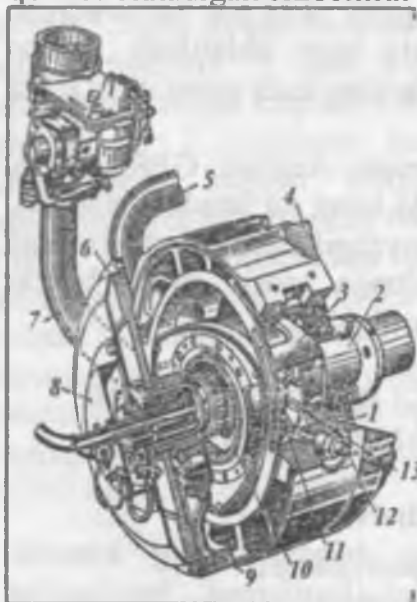
11.5 BOSHQA TURDAGI DVIGATELLARNI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI

Rotor-porshenli dvigatellar

Porshenli ichki yonuv dvigatellarining kamchiliklaridan biri ularda qaytma-ilgarilanma harakatning mavjudligi va buning natijasida hosil bo'ladigan inersiya kuchlarini muvozanatlashning qiyinligidir. Rotor-porshenli dvigatelda bunday kanchilik yo'q. Shu sababli

avtomobil dvigatellarning yangi tipi, jumladan, rotor-porshenli dvigatellar (RPD)ni ishlab chiqarish kengaymoqda (GFR va Yaponiyada).

Rotor-porshenli karbyuratorli dvigatelning sxemasi 11.4-rasmda ko'rsatilgan. Dvigatelning sikloida shaklli bo'shlig'i bo'lgan korpusi 1 bor. Korpusning bo'shlig'i ikki yon korpuslarning tekis yuzalariga qo'shilib, ish bo'shlig'ini hosil qiladi. Ish bo'shlig'ida qavariq rotor 3 (porshen) harakat qiladi. Rotor 3 bilan bir o'qqa silindrik shesternya 10 o'rnatilgan. Bu shesternyaning ichki tishlari korpusning qopqog'i 9 ga mahkamlangan qo'zg'almas shesternya bilan tishlangan. Qo'zg'almas shesternya esa rotorga o'rnatilgan eksentrik val 2 bilan bir o'qda joylashgan. Eksentrik valning o'qi ish bo'shlig'ining markazidan o'tadi. Rotor shesternyasi tishlari sonining qo'zg'almas shesternya tishlari soniga nisbati 3:2 ga teng. Shuning uchun rotor quvvat olinadigan eksentrik valdan 3 marta sekin aylanadi.

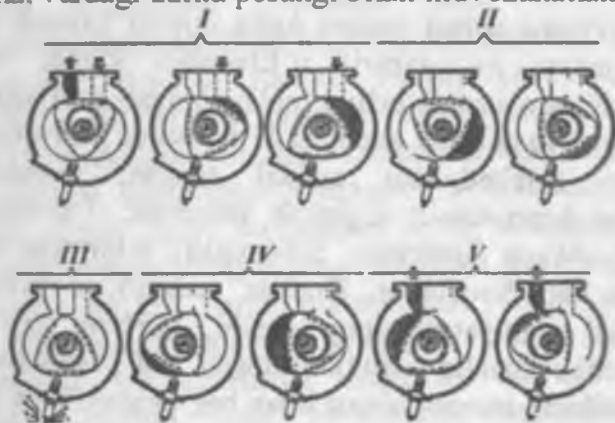


Dvigatelni ishga tushirish uchun eksentrik valni startyor orqali harakatga keltiriladi va rotor eksentrik val bilan birga aylana boshlaydi. Natijada rotor sikloida bo'ylab harakat qiladi, chunki rotorning shesternyasi qo'zgalmas shesternyaga ilashadi. Rotor harakat qilganda, uning uchala cho'qqisi korpusning sikloidasimon yuzasiga tegadi va bir-biridan ajralgan uchta ko'chuvchan o'roqsi-mon kamera hosil qiladi.

11.4-rasm. Rotor-porshenli dvigatel

Rotor-porshenli to'rt taktli dvigatelning ish sikli 11.5-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda I kiritish jarayoni; II siqish jarayoni; III ish aralashmasini chaqmoq yordamida yondirish; IV kengayish jarayoni; V ishlatilgan gazlarni chiqarish jarayoni.

Rotor aylanishda davom etganda, I holat takrorlanadi, chiqarish tamom bo'lib, yangi sikl boshlanadi. Rotorning cho'qqilari orasida joylashgan boshqa kameralarda ham har 120° dan so'ng shunga o'xshash taktlar bo'lib o'tadi. Bunday dvigatelda rotorning aylanishi natijasida faqat markazdan qochirma inersiya kuchi hosil bo'ladi. Bu kuch osongina, valdagi ikkita posangi bilan muvozanatlanadi.



11.5-rasm. Rotor-porshenli dvigatelning ish sikli

Rotor-porshenli dvigatel o'rtacha effektiv bosim, yonilg'ining tejamliligi, litrli quvvat kabi parametrlar bilan hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellariga yaqin turadi. Bu dvigatellar porshenli dvigatellarga qaraganda ancha oddiy tuzilgan bo'lib, unda faqat ikkita detal, ya'ni rotor hamda val tekis aylanma harakat qiladi. Uning massasi va gabarit o'lchamlari porshenli dvigatelnikidan kichik va undan to'la muvozanatlashganligi hamda tebranishlarning yo'qligi bilan farqlanadi. RPD ning asosiy kamchiligi rotorning

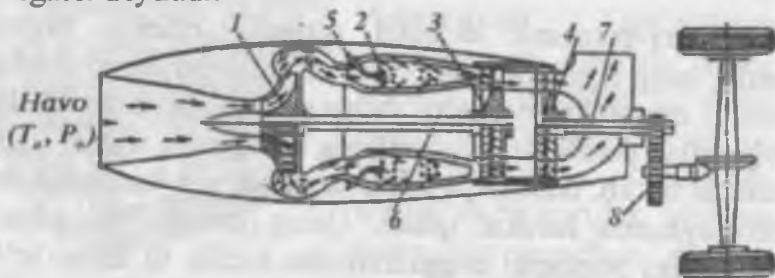
cho'qqilariga o'rnatilgan halqalarning tez ishdan chiqishidir. RPD ning dizel turi ham ishlab chiqarilgan.

Gaz turbinali dvigatellar

Kelajakda og'ir (100...120 t) yuk avtomobillarga dizellar o'rnatish mo'ljallangan. Bunday ichki yonuv dvigatellarning gabarit o'lchamlari juda ham katta bo'ladi. Shu sababli keyingi yillarda nisbatan ixcham turbinali dvigatellar yaratish ustida ishlar olib borilmoqda.

Avtomobillar va avtopoyezdlar uchun mo'ljallangan turbinali dvigatellarning quvvati 750 kVt bo'lishi mumkin.

Gaz turbinali dvigatellarda aylanishlar chastotasi katta bo'lgani uchun undan katta quvvat olinadi hamda uning massa va gabarit o'lchamlari kichik bo'ladi. Avtomobilga o'rnatish uchun mo'ljallangan ikki valli, gaz turbinali dvigatelning sxemasi 11.6-rasmda ko'rsatilgan. U quyidagi agregatlardan tashkil topgan: 1-markazdan qochirma kompressor; 2-yonish kamerasi; 3-kompressor-turbina; 4-kuch turbinasi; 5-forsunka; 6-birinchi val; 7-ikkinchi val; 8-reduktor. Bundan tashqari, u aylanishlar chastotasi regulyatori, moy nasosi, startyor va boshqa yordamchi uskunalar bilan jihozlangan. Val 7 reduktor orqali avtomobilning transmissiyasi bilan bog'langan. 7 va 6 vallar o'zaro kinematik bog'lanmaganligi sababli ular ikki valli dvigatel deyiladi.



11.6-rasm. Avtomobilga o'rnatiladigan gaz turbinasining sxemasi

Markazdan qochirma kompressor havo bosimini 3,5...4 marta oshirib beradi.

Yonish mahsulotlari kompressordan kelayotgan sovuq havo bilan sovutilib (900° gacha) turbinaga uzatiladi. Yonish kamerasida yonish jarayoni $\alpha = 1,0...1,5$ qiymatlarda sodir bo'lsa ham, havoning umumiy sarfi nisbatan ko'p bo'lganligi sababli $\alpha = 4...6$ ga yetadi. Bu esa porshenli dvigatellardagiga qaraganda ancha ko'p.

Turbinalar tayyorlash uchun volfram, molibden, nikel qotishmalari ishlatiladi.

Gaz turbinali dvigatel quyidagicha ishlaydi. Kompressorning vali starter yordamida harakatga keltiriladi. Valning aylanishlar chastotasi kami bilan nominal aylanishlar chastotasining 25...30% ini tashkil qilgandagina kompressor siqilgan havoni yonish kamerasiga uzata boshlaydi. Bu paytda forsunka orqali yonish kamerasiga yonilg'i purkaladi. Siqilgan yonuvchi aralashma elektr cho'g'lanish chaqmoq'i yordamida yondiriladi. Bir tekis yonish zonasi hosil bo'lgandan so'ng chaqmoq o'chirib qo'yiladi, yonilg'ining keyingi ulushlari esa hosil bo'lgan alangadan yonadi. Yonish mahsulotlari yonish kamerasidan kompressorli turbinaga o'tib kengayadi. Yonish mahsulotlari turbinaning kurakchalarida kengayadi va uni harakatga keltiradi. Bunda hosil bo'ladigan mexanik energiya avtomobilni harakatga keltirish uchun sarf bo'ladi. Energiyasini yo'qotgan gazlar chiqarish quvuri orqali havoga chiqarib yuboriladi.

Gaz turbinali dvigatellarning afzalligi shuki, unda qaytma-ilgarilanma harakat qiladigan detallar yo'q. Shu sababli bunday dvigatellar valining aylanishlar chastotasi katta bo'lib, 20...25 ming min^{-1} gacha yetadi, dvigatelning massa va gabarit o'lchamlari kichik bo'ladi. Masalan, bunday dvigatelning solishtirma massasi 0,35...0,5 kg/kVt dan oshmaydi.

Gaz turbinali dvigatelning mexanik F.I.K. yuqori bo'ladi, chunki unda val podshipniklaridagi ishqalanishdan boshqa ishqalanishlar yo'q, shuning uchun moylash tizimi oddiydir. Bu dvigatellarda yonilg'i uzluksiz uzatilganidan yonilg'i berish apparaturasi sodda tuzilgan.

Gaz turbinali dvigatel o'rnatilgan avtomobil uchun ilashish muftasi kerak bo'lmaydi, chunki dvigatelni ishga tushirishda faqat kompressorning vali aylantiriladi, tortish turbinasi esa harakat qilmaydi. Shu sababli turbinaning tortish tavsifi juda qulay. Avtomobilning joyidan qo'zg'alishidagi burovchi momenti nominal rejimdagidan 2 baravar katta bo'ladi. Natijada uzatmalar qutisining konstruksiyasi soddalashadi va haydovchining ishi yengillashadi. Haydovchi uzatmalarni juda kam ulaydi, dvigatelni esa faqat yonilg'i uzatish pedaliga ta'sir qilib boshqaradi.

Gaz turbinali dvigatellar bir qancha kamchiliklarga ega:

- nominal rejimda porshenli dvigatelga nisbatan tejsamsiz ishlaydi;

- bir xil quvvatda havoning sarfi katta;

- so'rilayotgan havo juda toza bo'lishi kerak;

- kichik yuklamalarda dvigatelning tejamliiligi keskin yomonlashadi;

- avtomobilni dvigatel bilan tormozlash mumkin emas.

Dvigatelning bu kamchiliklari hozirda uning konstruksiyasini murakkablashtirish hisobiga yo'qotilmoqda.

Keramik detalli dizellar

Dvigatellarda yonilg'i sarfini kamaytirishning eng istiqbolli usullaridan biri uning kerakli detallarini (issiqlik tarqatadigan) keramik materialdan tayyorlashdir. Lekin bu keramikani o'zimizning oddiy sopol ma'nosida tushunish

kerak emas. Bu sohada eng rivojlangan kapitalistik davlatlarda (AQSh, Yaponiya, Angliya) va MDHda maxsus tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu keramikani olish uchun o'ta toza holdagi mayda zarralar shaklidagi kremniy (Si) va azot (N) maxsus sharoitlarda o'zaro to'yintiriladi. Natijada kremniy nitridi hosil bo'ladi. Uning ekspluatatsion xususiyatlari mukammal bo'lib, o'ta qattiq, issiqbardosh, mexanik mustahkamligi yaxshi va yeyilishga chidamli bo'ladi. Lekin nisbatan mo'rt bo'ladi. Bunday materiallarni olishda Yaponiya, Angliya va AQSh sanoatsozlari birmuncha muvaffaqiyatlarga erishdilar.

Yaponiya sanoati sinov dvigateli uchun porshen tubi, silindr-gilzasi, kiritish va chiqarish klapanlarini kremniy nitrididan, silindr kallagini esa sirkoniydan tayyorlaydi.

Angliya mutaxassislari sialon nomli keramik material ishlab chiqarmoqdalar. Tadqiqotlar shuni ko'rsatayaptiki, bu materialning kelajagi porloq. U juda ham yengil, lekin qimmat va ishlab chiqarish nisbatan murakkab. Buning uchun kremniy nitridiga maxsus sharoitlarda alyuminiy va kislorod qo'shish kerak. Sialon olmos kabi qattiq, po'lat kabi mustahkam va alyuminiy kabi yengil deb ta'riflanadi. Lekin hozircha tajriba uchun porshenli dvigatel ishlab chiqarilgani yo'q.

AQShning «Kammins» firmasi 1988 yilda keramik detallarga ega bo'lgan dizellarni ko'plab chiqarishga va'da bergan. Bu dizellarda sovitish tizimi mutlaqo bo'lmaydi. Porshen tubi nitrid kremniydan, gilzaning yuqori qismi keramikadan, pastki qismi metallardan, chiqarish kanali esa sirkoniy bilan qoplangandir. Bunday dvigatellar asosan harbiy buyurtmalar uchun mo'ljallanmoqda va ular (oddiy dizellarga nisbatan) quyidagi afzalliklarga ega bo'ladi:

- massasi 14% ga kam;
- ishga chidamliligi 50% ortadi;
- yonilg'i sarfi 29% kamayadi va juda past sifatli yonilg'ilarda ham ishlay oladi;

- zaharli moddalar keskin kamayadi;
- avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyati ortadi.

Yaponiyaning «Izutsu motors» kompaniyasi barcha detallari keramikadan tayyorlangan dvigatel yasadi va quyidagi natijalarga erishdi, ya'ni uning effektiv foydali ish koeffitsiyenti 48% ni tashkil qildi (oddiy dizelniki esa 32%).

Shunday qilib, fanimiz ayrim yutuqlarga ega. Bu yutuqlarni amalga oshirish uchun juda katta ilmiy va amaliy izlanishlar olib borish va quyidagi muammolarni yechish kerak:

- keramik materialni olish texnologiyasi va undan dvigatel detallarini tayyorlash;

- bu dvigatel uchun mos yuqori haroratga (900-1000°S) chidamli moy ishlab chiqish.

Afsuski shu paytgacha real avtomobilga o'rnatilgan keramik dvigatel mavjud emas.

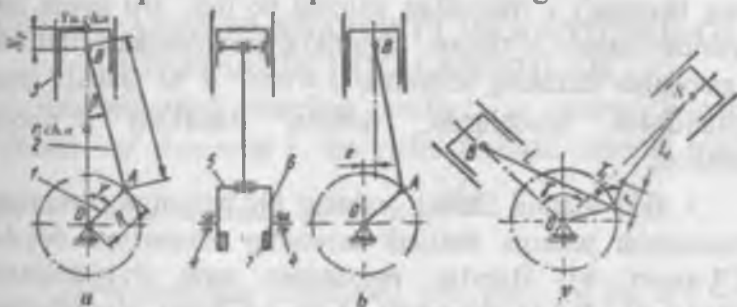
IKKINCHI QISM

ICHKI YONUV DVGATELLARI KINEMATIKASI, DINAMIKASI VA KONSTRUKSIYASI

XII BOB. KRIVOSHIP-SHATUNLI MEXANIZM KINEMATIKASI

12.1. ASOSIY TUSHUNCHALAR

Krivoship-shatunli mexanizm dvigatelning asosiy qismi bo'lib, qolgan barcha tizimlar harakatni undan oladi. Bu tizim dastavval starter yordamida harakatga keltiriladi. Natijada silindrga yonilg'i-havo aralashmasi tushadi, u siqiladi va uchqun yordamida yondiriladi, gazlar bosimi esa bir necha marta ortib ketadi (~ 4 MPa). Gazlar bosimi porshenga ta'sir qilib, uning borib-keladigan harakatini tirsakli valning aylanma harakatiga aylantirib beradi. Bu esa, o'z navbatida, dvigatelning barcha tizimlarini ishga tushirib yuboradi. Dvigatel ishga tushgani zahoti starter uzib qo'yiladi. Krivoship-shatun mexanizmi (12.1-rasm, a) krivoship 1, shatun 2 va porshen komplekti 3 dan tuzilgan.



12.1-rasm. Krivoship-shatunli mexanizmlarning turlari:

a-markaziy, b-dezaksial, v-tirkama shatunli

Krivoship tirsakli valning bir tirsagidan iborat bo'lib, u podshipniklarda aylanuvchi tub bo'yinlar 4, shatun bo'yni 5 va ikkita jag' 6 dan tuzilgan. Odatda, jag'larga posangilar 7 o'rnatiladi. Shatunning yuqori kallagi barmoqcha vositasida porshen bilan, pastki kallagi esa krivoshipning shatun bo'yni

bilan sharmirli bog'langan. Dvigatellarda, asosan ikki turdagi krivoship-shatunli mexanizm qo'llaniladi:

1. Silindrning o'qi tirsakli valning o'qi bilan kesishadigan markaziy yoki aksial krivoship-shatunli mexanizm (12.1-rasm, a).

2. Silindrning o'qi tirsakli valning o'qiga nisbatan e masofaga siljigan dezaksial krivoship-shatunli mexanizm (12.1-rasm, b). Avtomobil dvigatellarida nisbiy dezaksaj

$$K = \frac{e}{R} = 0,04 + 0,1 \quad (R - \text{krivoship radiusi}) \text{ chegarada}$$

o'zgaradi va bu holda quyidagi afzalliklarga erishiladi: 1) dvigatelning bir tekis yeyilishi ta'minlanadi; 2) porshenning tezligi yuqori chekka nuqta yaqinida kamayadi; buning natijasida o'zgarmas hajm hosil bo'lib, unda yonish jarayoni yaxshilanadi; 3) porshenning yo'li hamda tirsakli val bilan taqsimlash vali orasidagi masofa qisman kattalashadi, buning natijasida dvigatelning ish hajmi ortadi, quvvati ko'payadi. Hozirgi paytda dvigatellarda dezaksajning boshqa turi ko'proq ishlatilmoqda, ya'ni porshen o'qiga nisbatan uning barmog'i e masofaga siljigan bo'ladi. Bu holda ham yuqorida sanab o'tilgan afzalliklarga erishiladi. Bunday dvigatellarda dezaksaj taxminan $e = 0,02 R$ ni tashkil etadi. Muhandislik hisoblarda, odatda, dezaksaj e'tiborga olinmaydi.

3. Ikki shatuni tirsakli valning bir bo'yniga o'rnatilgan mexanizmlar tirkama shatunli krivoship mexanizmi deyiladi (12.1-rasm, v). Bunday mexanizm tank dvigatellarida qo'llaniladi (*D-12A* dvigateli). Avtomobillarga o'rnatiladigan *V*-simon dvigatellarda esa 2 ta shatun bitta bo'yinda yonmayon joylashadi. *V*-simon dvigatellarda ikki shatun bir krivoshipda joylashgani uchun, uning uzunligi bir qatorli dvigatelnikidan qisqa bo'ladi.

Avtomobil dvigatellarida markaziy krivoship-shatunli mexanizm ko'p tarqalganligi uchun asosan uni ko'rib chiqamiz va kinematikasini o'rganamiz. Uning geometrik

o'lchamlari: krivoship radiusi R va shatun uzunligi L_{sh} dan iborat. V-simon dvigatellarda esa silindrlar o'qlarining orasidagi burchak γ beriladi. Odatda, dvigatel loyihalanayotganda, uning geometrik parametrlari (silindrlarning diametri D_s , porshen yo'li S) berilgan quvvat va aylanishlar soniga mos qilib tanlanadi. Buning uchun dvigatel silindrlarining soni i , porshen yo'li S ning silindr diametri D ga nisbati, ya'ni S/D ; dvigatelning litrli quvvati N_l ma'lum bo'lishi kerak.

S ma'lum bo'lsa, $R=S/2$ bo'ladi. Shatunning uzunligi esa $\lambda = \frac{R}{L_{sh}} = \frac{1}{2} \dots \frac{1}{3,8}$ nisbat orqali aniqlanadi.

φ va β - silindr o'qi bilan krivoship hamda shatun oralig'idagi burchak.

Krivoship-shatunli mexanizmining kinematikasi tekshirilayotganda, tirsakli valning burchak tezligi ω o'zgarmas deb qabul qilinadi.

12.2. KRIVOSHIP-SHATUNLI MEXANIZMDAGI KINEMATIK BOG'LANISHLAR

Krivoshipning burchak tezligi ω uning burchak ko'chishi φ dan vaqt t bo'yicha birinchi darajali hosila olish yo'li bilan topiladi, ya'ni $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$.

Agar aylanishlar chastotasi $n = const$ bo'lsa $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ ga teng bo'ladi.

Krivoship-shatunli mexanizm kinematikasini hisoblashdan maqsad porshenning yo'li, tezligi va tezlanishini aniqlashdir.

Krivoship φ burchakka burilganda porshen yuqori chekka nuqtadan (12.1-rasm. a) S_p masofaga siljiydi va u quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$S_p = R \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi) \right].$$

Bu ifoda shuni ko'rsatadiki, $\varphi = 0^\circ$ bo'lganda $S_p = 0$; $\varphi = 90^\circ$ bo'lganda esa $S_p = R \left(1 + \frac{\lambda}{2} \right)$ hamda $\varphi = 180^\circ$ bo'lganda $S_p = 2R$ bo'lar ekan. Undan tashqari S_p ning qiymati λ/R ga ham bog'liq. Demak, porshen bir tekis harakat qilmas ekan, ya'ni krivoship yu.ch.n.dan dastlabki 90° ($\varphi = 90^\circ$) ga burilganida, porshen o'ttan yo'l uning keyingi 90° ga burilgandagi yo'lidan katta bo'ladi.

Porshenning yo'li birinchi va ikkinchi tartibli garmonik siljishlar orqali ifodalanishi mumkin:

$$S_p = S_p' + S_p'';$$

$$S_p' = R(1 - \cos \varphi);$$

$$S_p'' = R \cdot \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi).$$

12.2-rasmda porshen yo'lining φ burchakka bog'liqlik grafigi va uning tashkil etuvchilari keltirilgan.

Porshenning tezligi v_p uning yo'li tenglamasidan birinchi darajali hosila olish orqali aniqlanadi:

$$v_p = \frac{dS_p}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{dS_p}{d\varphi} = R \cdot \omega \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{4} \sin 2\varphi \right).$$

12.3-rasmda porshen tezligi va uni tashkil etuvchilarning φ burchakka bog'liqlik egri chiziqlari keltirilgan.

Porshenning o'rtacha tezligi, agar porshen yo'li va tirsakli valning aylanishlari soni n ma'lum va o'zgarmas bo'lsa quyidagicha hisoblanadi:

$$v_{p, o'rt} = \frac{2S_p \cdot n}{60} = \frac{S_p \cdot n}{30} = \frac{2}{\pi} R \omega.$$

Hozirgi zamon tezyurar avtomobil dvigatellari uchun $v_{p, o'rt} = 10 \dots 16$ m/s ga teng.

Porshenning tezlanishini aniqlash uchun uning tezligi ifodasidan vaqt bo'yicha birinchi darajali hosila olish kerak:

$$j_p = \frac{dv_p}{dt} = R \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi).$$

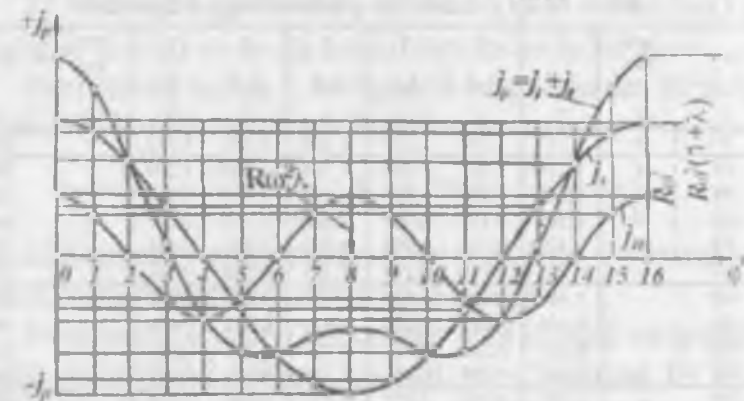
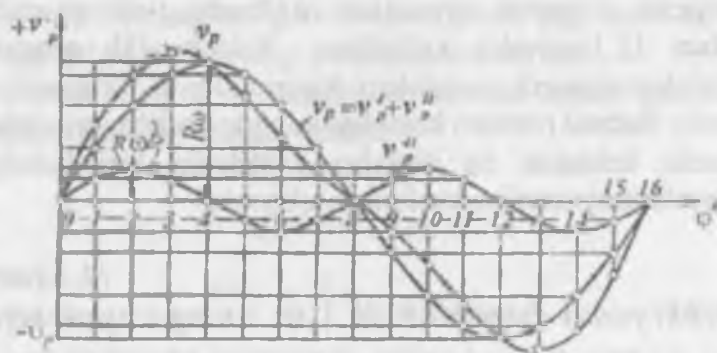
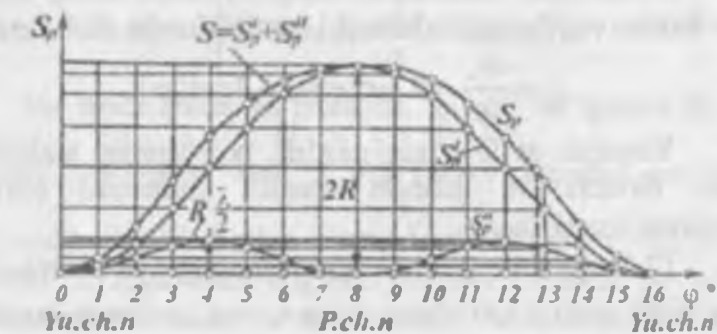
Yuqorida aytib o'tganimizdek, porshenning tezlanishi ham birinchi va ikkinchi darajali garmonika (davriy tebranish)lardan iborat.

12.4-rasmda porshen tezlanishining φ burchakka bog'liqlik grafigi keltirilgan. $\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi$ ning φ burchak bo'yicha o'zgarish qiymatlari λ/R ning turli qiymatlari uchun 12.1-jadvalda keltirilgan. Xulosa qilib aytganda, krivoship-shatunli mexanizm kinematikasini o'rganishdan asosiy maqsad porshen komplektining tezlanishini aniqlashdir. Chunki kelajakda bu ifodadan foydalanib, torib-keladigan massalarning inersiya kuchini aniqlaymiz.

12.1-jadval

Ichki yonuv dvigatellarida λ va φ ning o'zgarishiga mos $\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi$ qiymatning o'zgarishi

$\varphi_{\text{sh}} / \lambda$	Isho rasi	1	1	1	1	1	1	Isho rasi	$\lambda / \varphi_{\text{sh}}$
		3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	+	1,312	1,294	1,278	1,263	1,250	1,233	+	360
10	+	1,278	1,261	1,246	1,232	1,220	1,208	+	350
30	+	1,022	1,103	1,005	0,998	0,991	0,985	+	330
60	+	0,344	0,353	0,361	0,368	0,375	0,381	+	300
80	+	0,120	0,103	0,087	0,074	0,061	0,050	-	280
90	-	0,312	0,294	0,278	0,263	0,250	0,233	-	270
100	-	0,467	0,450	0,435	0,421	0,409	0,397	-	260
120	-	0,656	0,647	0,639	0,632	0,625	0,619	-	240
150	-	0,710	0,719	0,727	0,734	0,741	0,747	-	210
170	-	0,691	0,708	0,724	0,737	0,750	0,761	-	190
180	-	0,687	0,706	0,722	0,737	0,750	0,762	-	180



12.2-rasm. Porshen yo'lini ifodalovchi egri chiziqlar
 12.3-rasm. Porshen tezligini ifodalovchi egri chiziqlar
 12.4-rasm. Porshen tezlanishini ifodalovchi egri chiziqlar

XIII BOB. KRIVOSHIP-SHATUNLI MEXANIZM DINAMIKASI

Dvigatel detallarining chidamliligini va podshipniklarning yuklanishlarini hisoblash uchun krivoship-shatunli mexanizmga ta'sir qiluvchi barcha kuchlarni bilish talab qilinadi. Bu kuchlar quyidagilardan iborat:

– gazlarning bosim kuchi;

– harakatlanuvchi mexanizmlar massalarining inersiya kuchi;

– ishqalanish kuchi.

Inersiya kuchlari krivoship-shatunli mexanizmning harakatlanuvchi massalariga qarab ikki turga bo'linadi;

Ilgarilama-qaytma harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchlari (j indeksli).

Aylanma harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchlari (R indeksli).

13.1. KRIVOSHIP-SHATUNLI MEXANIZMNING MASSALARINI KELTIRISH

1. Shatun massasini keltirish. Porshenli dvigatelning shatuni murakkab harakat qiladi. Hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida shatunning massasi ikki shartli massa bilan almashtiriladi.

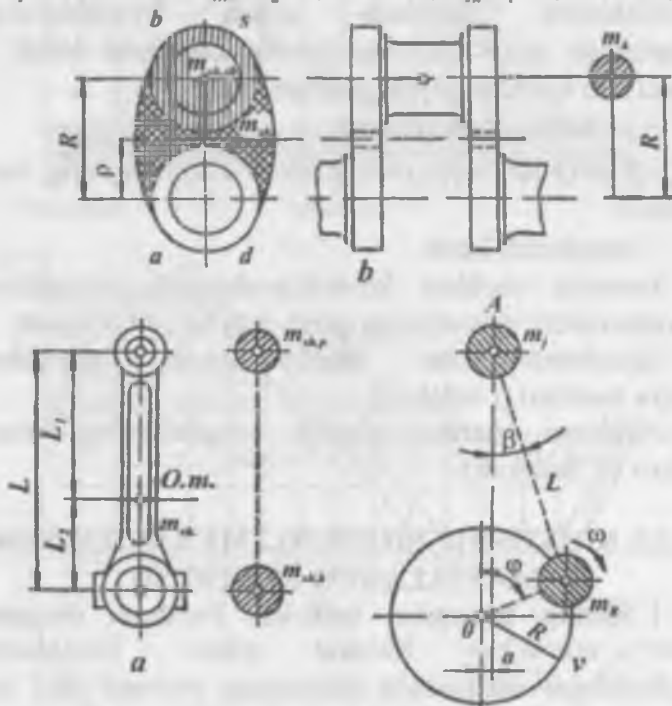
Ulardan biri m_1 (13.1-rasm, a) shatunning yuqori kallagi (porshen barmog'i) o'qida, ikkinchi m_2 massa esa shatunning pastki kallagi (krivoship) o'qida joylashtiriladi. Buning uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

a) ikki massaning yig'indisi shatun massasiga teng bo'lishi, ya'ni $m_{sh} = m_1 + m_2$;

b) massalarning shatun o'qi bo'yicha olingan inersiya momentlarining yig'indisi shatunning inersiya momenti I_{sh} ga teng bo'lishi, ya'ni $I_{sh} = m_1 l_1^2 + m_2 (l - l_1)^2$. Odatda shatun sterjenining massasi uning og'irlik markazida joylashadi va nisbatan kichik bo'lganligi uchun hisobga olinmaydi.

Statistik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, hozirgi zamon tezyurar avtomobil dvigatellari uchun shatun massalarini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$m_1 = (0,2 - 0,3)m_{sh}; m_2 = (0,7 - 0,8)m_{sh}; l_1 = (0,7 - 0,8)l.$$



13.1-rasm. Krivoship-shatun massalarini keltirish:
a-shatun massasini keltirish; b-krivoship massasini keltirish

Buning uchun, odatda m_{sh} ma'lum bo'lishi kerak.

Bu qiymatlar 13.1-jadval yordamida topiladi.

13.1-jadval

Karbyuratorli dvigatellar

№ p/p	Dvigatellar- ning markasi	Silindr diametri, mm da, D	Porshenlar guruhining og'irligi, kg da G_p	Shatun bosh kallagining og'irligi, kg da G_{sh}
1.	MZMA-400	67,5	0,331	0,17
2.	MZMA-407	76	0,441	0,23
3.	MZMA-408	76	0,441	0,23

4.	MZMA-412	76	0,441	0,23
5.	MeMZ-965	66	0,287	0,125
6.	M-20	82	0,627	0,273
7.	M-21	92	0,722	0,277
8.	M-24	92	0,722	0,230
9.	GAZ-12	82	0,627	0,273
10.	GA-13	100	0,908	0,341
11.	ZIL-110	90	0,786	0,452
12.	ZIL-111	100	1,034	0,285
13.	ZIL-120	101,6	1,160	0,410
14.	ZIL-130	100	1,187	0,353
15.	ZIL-375	108	1,307	0,353
16.	GAZ-51	82	0,627	0,273
17.	GAZ-66	92	0,822	0,270
18.	GAZ-53	92	0,675	0,255
19.	GAZ-41	100	0,908	0,341
20.	URAL-5M	101,6	0,216	0,415

Dizel dvigatellar

№ p/p	Dvigatellar- ning markasi	Silindr diametri, mm da, D	Porshenlar guruhining og'irligi, kg da G_p	Shatun bosh kallagining og'irligi, kg da G_{sh}
1.	D-16	95	1,338	0,447
2.	D-20	125	3,732	1,632
3.	D-30	95	1,335	0,447
4.	D-37 M(Ye)	105	1,407	0,598
5.	D-35	100	1,956	0,987
6.	D-48	105	2,700	-
7.	D-54	125	5,362	1,630
8.	D-75	125	5,362	1,630
9.	SMD-7	115	3,20	0,92
10.	SMD-14	120	3,83	1,00
11.	KMD-46	145	5,931	2,600
12.	6KMD-50	145	5,931	2,600
13.	A-01M	130	4,047	1,18
14.	A-41	130	4,047	1,07
15.	YAMZ-238	130	4,120	1,00
16.	YAMZ-236	130	4,120	1,00
17.	KamAZ-740	120	3,35	0,945

2. Aylanma harakat qiluvchi massalarni keltirish.

Aylanma harakat qiluvchi massalarga shatunning pastki

kallagiga joylashgan massa m_2 va krivoship massasi m_k kiradi. Massalarni keltirishning asosiy shartlaridan biri muvozanatlashmagan haqiqiy massalarning markazdan qochma inersiya kuchlari keltirilgan massalarning inersiya kuchlariga teng bo'lishidir.

Krivoshipning muvozanatlashmagan qismlarining massasi shatun bo'ynining o'qiga keltiriladi. Shatun bo'yni va uning atrofidagi jag'larning massasi bir o'qda joylashgan deb qabul qilinadi va ularning og'irlik markazi tirsakli va o'qidan R massofada joylashganligi uchun ularni keltirish talab qilinmaydi. Jag'ning o'rta qismi ($ovsb$ kontur) ning og'irlik markazi ρ radiusga ega va u R radiusga keltiriladi. ya'ni

$$m_j = \rho \omega^2 = m_{j,r} \cdot R \omega^2,$$

bu yerda $m_{j,r} = m_j \cdot \frac{\rho}{R}$.

Krivoshipning barcha massalarini keltirish:

$$m_k = m_{sh,b} + 2m_{j,r} = m_{sh,b} + 2m_j \cdot \frac{\rho}{R}.$$

bu yerda $m_{sh,b}$ - shatun bo'ynining massasi. Demak, aylanma harakat qiluvchi massalar quyidagicha aniqlanadi:

$$m_r = m_k + m_2.$$

V-simon dvigatellarda $m_r = m_k + 2m_2$ bo'ladi.

Tirsakli valda posangilar mavjudligi uchun ularning massasini ham shatun bo'ynining o'qiga keltirish lozim. Odatda, posangilar massasi krivoship massasiga mos tanlanadi va uni muvozanatlaydi.

3. Borib-kelib harakatlanuvchi qismlar massasi. Krivoship-shatunli mexanizmning ilgari lama-qaytma harakatlanuvchi qismlarining massasi porshen barmog'ining markaziga qo'yilgan bo'lib, u porshen komplektining massasi va shatun massasining porshen barmog'i o'qiga keltirilgan qismi yig'indisidan iborat, ya'ni:

$$m_j = m_{p,v} + m_{k,v}.$$

Porshen komplekti massasi porshenning, porshen halqalarining, porshen barmog'i va stopor halqalarning massasini o'z ichiga oladi. Dvigatelni dinamik hisoblash vaqtida m_{pk} , m_d va m_k massalar loyihalanayotgan dvigatelga mos keladigan mavjud hozirgi zamon dvigatelining massalariga o'zaro teng deb qabul qilinadi. Odatda, porshen komplekti, shatun va krivoshiplarning og'irligi beriladi. Ushbu ma'lumotlar 13.1-jadvakda keltirilgan.

13.2. KRIVOSHIP-SHATUNLI MEXANIZMDA TA'SIR ETUVCHI KUCHLAR

1. Borib-kelib harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchlari $\omega = const$ hol uchun quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_j = -m_j \cdot j_j = -mR \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

Bu kuch ikki (birinchi va ikkinchi darajali) kuchning yig'indisi sifatida aks ettirilishi mumkin:

$$P_j = P_j' + P_j'';$$

$$P_j' = C \cdot \cos \varphi; \quad ;$$

$$P_j'' = \lambda \cdot C \cdot \cos \varphi,$$

bu yerda $C = -m_j R \cdot \omega^2$. Bu inersiya kuchlari silindrning o'qi bo'ylab ta'sir qiladi va uning grafigi porshenning tezlanish grafigining aksi (faqat boshqa masshtabda) sifatida tasvirlanadi. Yo'nalishiga qarab musbat va manfiy bo'lishi mumkin. 13.2-rasm, b da bu inersiya kuchlarining tirsakli valning burilish burchagiga bog'liqlik grafigi keltirilgan.

2. Aylanma harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchlari har doim krivoshipning radiusi bo'ylab ta'sir etib, qiymati o'zgarmas bo'ladi. Ular shatun bo'yni markaziga qo'yilgan bo'lib, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_k = -m_r \cdot R \cdot \omega^2 = const.$$

Inersiya kuchi R , krivoship bilan birga aylanadi va munozaratlanmaganligi uchun val podshipniklari va karter orqali dvigatel o'rindiqlariga ta'sir etadi.

3. Gazlarning bosim kuchi dvigatelning indikator diagrammasidan olinadi. Buning uchun dvigatelning issiqlik hisobi bajarilgan bo'lishi va $p-\varphi$ va $p-V$ koordinatalar tizimiga mos ravishda indikator diagrammasi, ya'ni uning yoyilmasi qurilgan (chizilgan) bo'lishi kerak (13.2-rasm, b). Porshenga ta'sir qiluvchi gazlarning bosimi p_g va porshen yuzi F_p ma'lum bo'lsa, gazlarning bosim kuchi quyidagicha hisoblanadi:

$$P_g = (p_g - p_o) \cdot F_p,$$

bu yerda p_o - atmosfera bosimi.

4. Yig'indi kuchlar. Yuqorida keltirilgan kuchlar P_g , R , shuni ko'rsatadiki, ular silindr o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi, lekin ishoralari har xil bo'lishi mumkin. Shu sababdan porshenga ta'sir qiluvchi yig'indi kuchlar hosil bo'ladi, ya'ni $\overline{P_z} = \overline{P_g} + \overline{P_r}$. 13.2-rasm, b da $\overline{P_z}$ kuchning tirsakli valning burilish burchagi φ ga qarab o'zgarish grafigi tasvirlangan. Bu kuch porshen barmog'iga (A nuqta) ta'sir qiladi deb qabul qilingan. U shatun o'qi (S_z kuchi) va barmoq bo'ylab gilzaga ta'sir qiladi (N_z kuchi) gan kuchlarga ajratiladi (13.3-rasm).

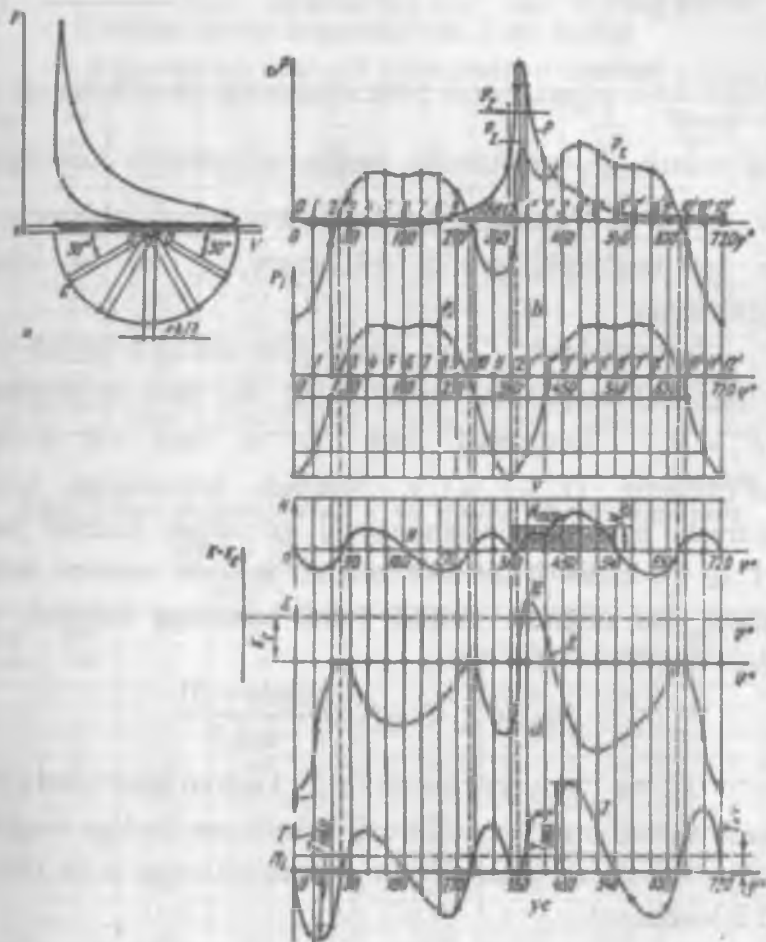
$$N_z = P_z \cdot \lg;$$

$$S_z = P_z \cdot \frac{1}{\cos \beta}.$$

S_z kuchni shatun bo'yni markaziga ko'chirib ($S'_z = S_z$) uni tashkil qiluvchilarga ajratamiz:

krivoshipning radiusi bo'ylab yo'nalgan normal kuch:

$$K_z = S_z \cos(\varphi + \beta) = P_z \cdot \frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta};$$



13.2-rasm. Indikator diagrammani p - V koordinatadan p - φ koordinataga o'tkazish va krivoship-shatunli mexanizmga ta'sir etuvchi umumiy kuchlarning sxemusi va grafigi

krivoshipning radiusiga urinma bo'lgan tangensial kuch:

$$T_t = S_t \sin(\varphi + \beta) = P_t \cdot \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}.$$

13.2-13.3 va 13.4-jadvallarda $\operatorname{tg}\beta; \frac{\sin(\varphi+\beta)}{\cos\beta}$ va $\frac{\cos(\varphi+\beta)}{\cos\beta}$ trigonometrik funksiyalarning qiymati har xil λ lar uchun φ burchakning barcha qiymatlarida keltirilgan. N_z, T_z va K_z kuchlarning tirsakli valning burilish burchagi φ ga bog'liqlik grafigi 13.2-rasm, g, d ye larda keltirilgan.

Normal kuch K_z ni uning ta'sir chizig'i buylab val o'qiga (O nuqta) ko'chiramiz va K_z deb belgilaymiz ($K'_z = K_z$). Tangensial kuch T_z ni ham val o'qiga ko'chiramiz ($T'_z = T_z = T_z$). Natijada krivoshipga ta'sir qiluvchi bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar jufti (T'_z va T'_z) hosil bo'ladi va ular R yelkada moment hosil qiladi. Bu moment tirsakli valni harakatga keltiradi va quyidagicha hisoblanadi:

$$M_{\text{har}} = T'_z \cdot R = P'_z \cdot R \frac{\sin(\varphi+\beta)}{\cos\beta}.$$

K'_z va T'_z kuchlar qo'shib S'_z kuchini hosil qiladi. Bu kuch shatun o'qi bo'ylab ta'sir qilayotgan kuchga tengdir. ($S'_z = S_z$) va u valning o'zak podshipniklariga ta'sir qiladi (13.3-rasm, a).

O'z navbatida S'_z kuchi tashkil qiluvchilar N'_z (silindr o'qiga tik) va P'_z (silindr o'qi bo'ylab) larga ajratiladi.

N'_z va N'_z kuchlar h yelkada moment hosil qiladi. Bu moment to'ntaruvchi moment deb ataladi va qiymati jihatidan burovchi momentga teng bo'lib, unga qarama-qarshi tomonga yo'nalgandir.

13.2-jadval

*Ichki yonuv dvigatellarida λ va φ ning
o'zgarishiga mos $\lg \beta$ qiymatning o'zgarishi*

λ/φ° t.v.b.	Isbo rasi	$\frac{1}{3.2}$	$\frac{1}{3.4}$	$\frac{1}{3.6}$	$\frac{1}{3.8}$	$\frac{1}{4.0}$	$\frac{1}{4.2}$	Isbo rasi	λ/φ° t.v.b.
0	+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	+	360
10	+	0.0545	0.511	0.0483	0.04570	0.0435	0.413	-	350
30	+	0.1581	0.1487	0.1327	0.1260	0.1198	0.1198	-	330
60	+	0.2811	0.2634	0.2473	0.2341	0.2218	0.2107	-	300
80	+	0.3233	0.3025	0.2844	0.2683	0.2540	0.2413	-	280
90	+	0.3291	0.3077	0.2891	0.2728	0.2582	0.2453	-	270
100	+	0.3233	0.3026	0.2844	0.2683	0.2540	0.2413	-	260
120	+	0.2811	0.2634	0.2478	0.2341	0.2218	0.2107	-	240
150	+	0.1581	0.1483	0.1403	0.1327	0.1260	0.1198	-	210
170	+	0.1545	0.0511	0.0483	0.0450	0.0435	0.0413	-	190
180	+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	180

13.3-jadval

Ichki yonuv dvigatellarida λ va φ ning o'zgarishiga mos

$\frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$ *qiymatning o'zgarishi*

λ/φ° t.v.b.	Isbo rasi	$\frac{1}{3.2}$	$\frac{1}{3.4}$	$\frac{1}{3.6}$	$\frac{1}{3.8}$	$\frac{1}{4.0}$	$\frac{1}{4.2}$	Isbo rasi	λ/φ° t.v.b.
0	+	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	36"
10	+	0.227	0.224	0.221	0.219	0.216	0.214	-	35"
30	+	0.637	0.629	0.622	0.615	0.609	0.604	-	33"
60	+	0.007	0.998	0.990	0.983	0.977	0.971	-	30"
80	+	1.041	1.037	1.034	1.031	0.029	1.027	-	28"
90	+	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	27"
100	+	0.929	0.932	0.935	0.938	0.941	0.943	-	26"
120	+	0.725	0.734	0.742	0.749	0.755	0.761	-	24"
150	+	0.363	0.371	0.379	0.385	0.391	0.391	-	21"
170	+	0.120	0.123	0.126	0.129	0.131	0.133	-	19"
180	+	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	18"

13.4-jadval

Ichki yonuv dvigatellarida λ va φ ning o'zgarishiga mos

$\frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$ *qiymatning o'zgarishi*

λ/φ° t.v.b.	Isbo rasi	$\frac{1}{3.2}$	$\frac{1}{3.4}$	$\frac{1}{3.6}$	$\frac{1}{3.8}$	$\frac{1}{4.0}$	$\frac{1}{4.2}$	Isbo rasi	λ/φ° t.v.b.
0	+	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	+	360
10	+	0.975	0.976	0.976	0.977	0.977	0.978	-	350

Burovchi moment avtomobil transmissiyasi orqali g'ildiraklarga, to'ntaruvchi moment esa krivoship mexanizmining harakatlanmaydigan qismlari orqali dvigatel o'rindiqlariga ta'sir etadi va reaktiv moment R_o orqali muvozanatlanadi. Bu moment dvigatelning o'rindiqlari orasidagi masofa L_o ga bog'liqdir, ya'ni (13.3-rasm, b).

$$R_o = \frac{M_{bu'z}}{L_o} = -\frac{M_{bur}}{L_o}.$$

13.3-rasmda ko'rsatilgan barcha kuchlar va momentlarning yo'nalishi musbat deb qabul qilinadi. N_z , K_z va T_z kuchlarining qiymati φ ning ma'lum qiymatlari uchun aniqlanadi va egri chiziq orqali birlashtirib chiqiladi, natijada bu kuchlarning tirsakli valning burilish burchagi orqali ifodalangan grafigi hosil bo'ladi.

Tangensial kuchlarning grafigi bir vaqtning o'zida bir silindrli dvigatelning yoki bir silindrning burovchi momentini, faqat boshqa masshtabda ko'rsatadi, chunki $M_{bur} = T_z \cdot R$.

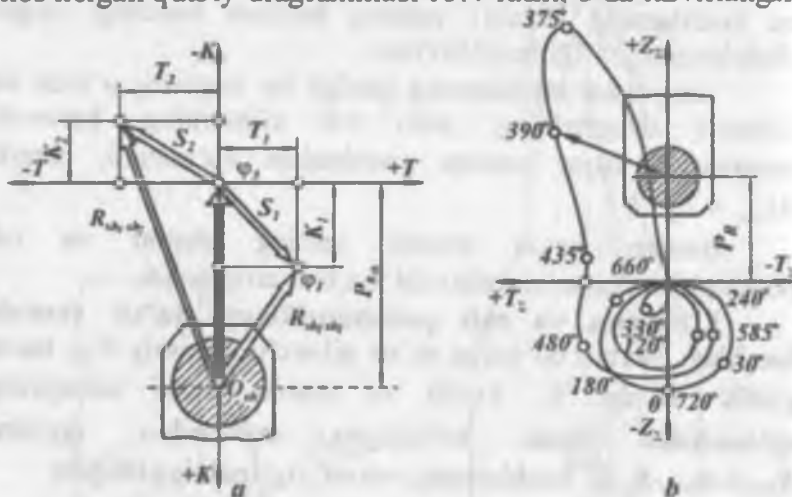
Bundan keyin tirsakli valning shatun va tub podshipniklarga ta'sir qiluvchi kuchlar aniqlanadi.

5. Shatun va tub podshipniklarga ta'sir etuvchi kuchlar. Shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi umumiy R_{shb} kuchi grafik usulda S_z kuchi va shatun pastki kallagining aylanishidan hosil bo'ladigan markazdan qochma $R_{shb} = -m_{shb} \cdot R \cdot \omega^2$ kuchlarning vektor yig'indisiga tengdir,

$$R_{shb} = S_z + P_{Rsh} = T_z + K_z + P_{Rsh}.$$

Uni aniqlash uchun shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi kuchlarning (R_{shb}) vektor diagrammasi quriladi va u qo'zg'almas deb qabul qilingan tirsakli valning krivoshipiga nisbatan olinadi. Avval O qutbli to'g'ri burchakli koordinatalar P_{Rsh} kuchga teng masofada tanlanadi va S kuchlarning qutb (polyar) diagrammasi quriladi. Buning uchun T va K kuchlarning tirsakli valning har xil burchaklariga mos qiymatlari O qutbga qo'yiladi va S

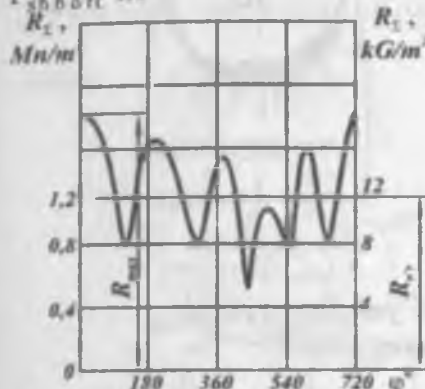
vektorlarning uchlari hosil qilinadi (13.4-rasm). Hosil bo'lgan S kuchlarning uchlari $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ va h.k. deb belgilanadi va ular ketma-ket (burchakni hisobga olgan holda) egri chiziq bilan birlashtiriladi. Bu S kuchlarning qutbi O nuqtada bo'lgan qutbiy diagrammasidir (13.4-rasm, *b*). Shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi kuchlarning qutbiy diagrammasini olish uchun O qutbi O_{sh} nuqtasiga ko'chirilishi va bu nuqta bilan $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ va h.k. nuqtalar birlashtirilishi lozim. O_{sh} masofa P_{Rsh} kuchga tengdir. Karbyuratorli, to'rt taktli tezyurar dvigatel uchun shatun bo'ynining tirsakli valning har 30° dan burilgan burchagiga mos kelgan qutbiy diagrammasi 13.4-rasm, *b* da tasvirlangan.



13.4-rasm. a-shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi kuchlarning qutbiy diagrammasini qurish uchun sxema; b-shatun bo'yniga ta'sir etuvchi kuchlarning qutbiy diagrammasi

Shatun bo'yniga ta'sir etuvchi o'rtacha va eng katta bosimni oson aniqlash uchun qutbiy diagrammani to'g'ri burchakli koordinatalarda qayta yasash kerak bo'ladi. Buning uchun qutbiy diagrammaga tegishli shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi $R_{sh, b}$ kuchlarining vertikal proyeksiyalari aniqlanadi va ular krivoship radiusi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi

(13.5-rasm). Ushbu diagrammaning o'rtacha ordinatasi $R_{shb o'rt}$ shatun bo'yniga ta'sir qiluvchi o'rtacha bosim $P_{shb o'rt}$ ni



13.5-rasm. Shatun bo'yniga ta'sir etuvchi kuchning egri chizig'i

aniqlashga imkon beradi:

$$P_{shb o'rt} = \frac{R_{shb o'rt} \cdot F_p}{d_{shb} \cdot l_{shb}};$$

bu yerda F_p - porshenning yuzi, sm^2 ; d_{shb} va l_{shb} - shatun bo'ynining diametri va uzunligi, sm .

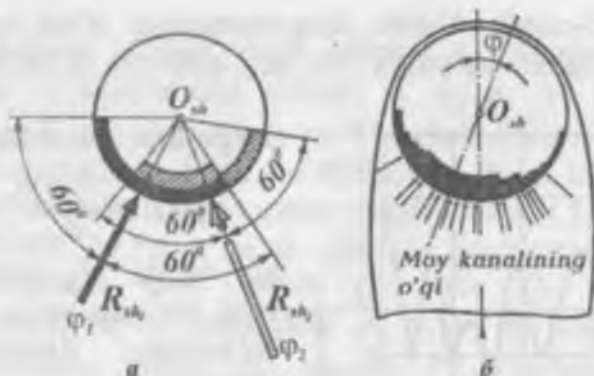
Shatun bo'yniga ta'sir etuvchi eng katta bosim kuchi $P_{shb max}$ yuqoridagidek, lekin $R_{shb max}$ orqali hisoblanadi.

Hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellar uchun $P_{shb max} = 10-15$ MPa, V-simon dvigatellar uchun 18-28 MPa oralig'ida; dizellar uchun 20-35 MPa oralig'ida bo'ladi.

Qutb diagrammasidan foydalanib shatun bo'ynining yeyilish diagrammasini qurish mumkin (13.6-rasm). Bu holda yeyilish xususiyati ta'sir etuvchi kuchlarga mutanosib deb qabul qilinadi. Buning uchun bo'yinga kuch ta'sir nuqtasidan ikki tomonga qarab 60° burchak ostida (kuchning qiymati hisobga olingan holda) yeyilish halqalari chiziladi. Halqa yuzasining kattalashib borishiga qarab, shatun bo'ynining yeyilishi haqida xulosa chiqarish mumkin (13.6-rasm, a va b).

Bu diagrammadan shatun bo'ynining qaysi yeri kamroq yeyilishi ko'rinib turibdi. Demak, shu joydan moy berish teshigi qo'yilishi kerak.

Tirsakli val (tub) bo'yni. Tirsakli valning bo'ynlari uchun qutbiy diagrammalar xuddi shatun bo'ynidagidek yasaladi, ammo dvigatelning ishlash tartibi va valning krivoship sxemasi e'tiborga olinishi lozim. To'la tayanchli tirsakli vallarda tub bo'ynlarga ta'sir qiluvchi umumiy



13.6-rasm. Shatun bo'ynining yeyilish sxemasi va moy kanali

kuchni R_{th} uning ikki yonidagi shatun bo'yinlariga ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisidan topiladi (13.7-rasm). Har bir tirsakdan shatun bo'yniga ta'sir etuvchi kuch R_{shb} ning yarmi hamda markazdan qochma kuch R_{RK} ning yarmi tub bo'yniga ta'sir qiladi:

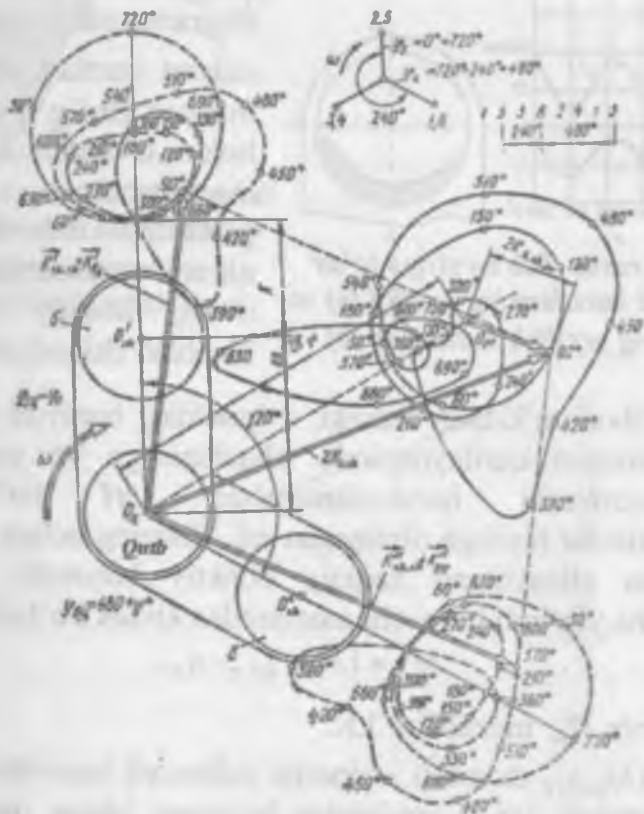
$$R_{th} = 0,5R_{shb} + 0,5R_{RK} + 0,5P_{shb} + 0,5R_{RK}.$$

Ushbu R_{th} kuchning polyar diagrammasi grafik usulda shatun bo'yinlariga ta'sir qiluvchi kuchlarning polyar diagrammalaridan foydalanib tuziladi (13.8-rasm, a).

Bu diagramma to'g'ri burchakli koordinatalarda qayta tuziladi va u orqali tirsakli val bo'ynining yeyilish xususiyati hamda moy beriladigan teshikning holati aniqlanadi. Bu diagrammadan foydalanib, tanlangan posangining tub bo'yinga tushadigan yuklamaning taqsimlanishiga ta'siri ham o'rganiladi.

Tub va shatun bo'yinlari orqali uzatiladigan burovchi moment ($M_{bur} = T_{\Sigma} \cdot R$). Ko'p silindrli dvigatelning yig'indi burovchi momentining grafiği $M_{bur\Sigma} = M_{bur} f(\varphi)$ bir silindrdan olingan burovchi momentlarni grafik usulda qo'shish orqali topiladi. Buning uchun har bir silindrning grafiği bir-biriga nisbatan dvigatelning ish taktiga mos burchak

oraliq θ ga siljigan bo'lishi shart. Bu burchak quyidagicha aniqlanadi: to'rt taktli va ish taktlari orasidagi burchak birbiriga teng dvigatellar uchun $\theta = \frac{720}{i}$ (bu yerda i - silindrlar soni);

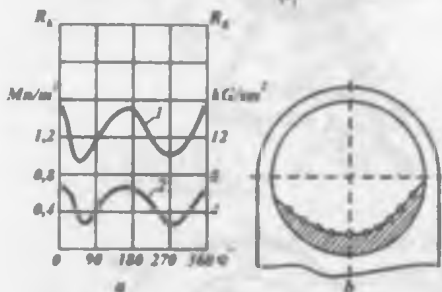


13.7-rasm. Bir qatorli, olti silindrli, to'rt taktili, silindrlarining ish tartibi 1-5-3-6-2-4 bo'lgan karbyuratorli dvigatelning oltinchi tub bo'ynining tayanchiga ta'sir etuvchi kuchlarning qutb diagrammasini qurish sxemasi

Yig'indi burovchi moment davri θ ga teng bo'lgan burchakda o'zgarib turadi. θ burchakka mos keladigan yig'indi momentning grafigi to'rt taktli dvigatel uchun 13.9- rasmda tasvirlangan. Dvigatelning yig'indi burovchi

momentning o'rtacha qiymati quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$(M_{bur})_{o'rt} = \frac{1}{\theta} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_{bur} d\varphi = \frac{F_2 - F_1}{\theta};$$



13.8-rasm. Tub bo'yinga ta'sir etuvchi kuchlarning grafigi (a) va uning yeyilish xususiyati (b)

bu yerda F_1 va F_2 - diagrammaning manfiy va musbat yuzalari, mm^2 ; θ - burchak oralig'i, mm. Bu holda o'rtacha burovchi momentning qiymati grafikdan mm hisobida olinadi va masshtab orqali uning haqiqiy qiymati hisoblab chiqariladi.

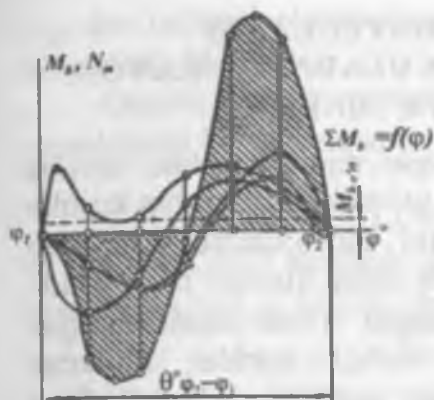
Shuni ta'kidlash lozimki, dvigatelning burovchi momenti diagrammasi qurilayotganda ishqalanishga va yordamchi mexanizmlarni harakatlantirishga sarf bo'layotgan yo'qotishlar hisobga olinmagan edi. Shuning uchun dvigatel validan olinayotgan xaqiqiy effektiv burovchi moment o'rtacha yig'indi burovchi momentdan kichik bo'ladi, ya'ni:

$$M_e = (M_{bur})_{o'rt} \cdot \eta_m;$$

bu yerda η_m mexanik F.I.K.

$(M_{bur})_{o'rt}$ momenti - o'rtacha indikatorli burovchi moment deb ataladi va u gazlarning bajargan ishiga mutanosib o'zgaradi, chunki inersiya kuchlarining siklda bajargan ishi nolga tengdir. Tirsakli valning tub bo'ynini chidamlilikka tekshirish zarur bo'lib qolganda, tekshirilayotgan tub bo'ynigacha bo'lgan va har bir silindr orqali ta'sir qilayotgan momentlarning yig'indisini aniqlash lozim.

$$M_{bur} = \sum_{i=1}^n M_{bur, i}, \text{ bu yerda } \sum_{i=1}^n M_{bur, i} - \text{valning}$$



13.9-rasm. To'rt silindrli dvigatel uchun umumiy burovchi momentning grafigini qurish usuli

old tarafidan boshlab, barcha tirsaklarga ta'sir etuvchi burovchi momentlarning yig'indisi.

XIV BOB. DVIKATELLARNI MUVOZANATLASH VA ULARNING RAVON ISHLASHINI TA'MINLASH

Dvigatelning turg'unlashgan rejimda ishlash davrida uning tayanchlariga qiymati va yo'nalishi o'zgarmas kuchlar ta'sir qilsa, u holda dvigatel muvozanatlashgan, deb hisoblanadi. Dvigatelga ichki va tashqi kuchlar ta'sir qiladi. Ular o'z navbatida muvozanatlangan va muvozanatlanmagan bo'lishi mumkin. Odatda, tashqi kuchlar e'tiborga olinmaydi. Ularga dvigatelning og'irligi, chiqariladigan gazlardan paydo bo'ladigan reaktiv kuchlar, tashqi mexanizmlarning harakatiga qarshilik qiluvchi kuchlarning momenti kiradi.

Ichki kuchlar esa borib-keladigan massalarning inersiya kuchlari P_j dan, aylanuvchi massalarning markazdan qochma kuchi K_R dan, burovchi va to'ntaruvchi (M_{bur} , $M_{to'n}$) momentlardan iboratdir. Bu kuchlar va momentlar dvigatel tirsakli valining burilish burchagi bo'ylab davriy o'zgarishi sababli dvigatelning muvozanatiga ta'sir qiladi.

Ko'p silindrlı dvigatellarning ayrim silindrlarida muvozanatlashmagan P_j va K_R kuchlar birgalikda muvozanatlanmagan erkin inersiya kuchlari va momentlarini hosil qilishi mumkin. Ushbu kuchlar birgalikda erkin momentni hosil qilmasa va ularning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa, bunday kuchlar muvozanatlashgan, deyiladi. Odatda, reaktiv (to'ntaruvchi) burovchi momentni muvozanatlab bo'lmaydi va u avtomobilning ramasiga uzatiladi.

Burovchi moment ham φ burchakka nisbatan o'zgarganligi sababli uning kam o'zgarishini ta'minlash maqsadida silindrlar soni ko'proq va ularda ish taktlarining kechishi ma'lum burchak oralig'ida tanlanadi.

Odatda, katta qiymatga ega bo'lgan kuch va momentlar muvozanatlashtiriladi. Bularga inersiya kuchlari (P_{II} ; P_{III} va

K_R) dan tashqari ulardan hosil bo'ladigan erkin momentlar kiradi (M_I ; M_{II} ; M_R).

Quyida hozirgi zamon dvigatellarini muvozanatlash masalalarini ko'rib chiqamiz.

14.1. BIR SILINDRLI DVIGATEL

Odatda, ilmiy tekshirish ishlari olib borish uchun bir silindrlı dvigatel yasaladi va birinchi darajali inersiya kuchi P_{II} maxsus mexanizm yordamida (14.1-rasm) muvozanatlanadi. Buning uchun dvigatelga ikkita qo'shimcha val o'rnatiladi va uning oxiriga m' massaga ega bo'lgan posangi ρ' masofada o'rnatiladi. Bu vallar ω burchak tezlik bilan aylanadi va ikkita markazdan qochma kuch hosil bo'lib, uning qiymati $m' \rho \omega^2 = 0,5 \cdot m \cdot R \cdot \omega^2$ ga teng bo'ladi. Ularning teng ta'sir etuvchisi $R_1 = P_{II}$ teskari tomonga yo'nalgani uchun birinchi darajali inersiya kuchini muvozanatlaydi. Gorizontall kuchlar ham o'zaro muvozanatlashgan bo'ladi.

Birinchi darajali inersiya kuchi P_{II} ni posangilarga qo'shimcha massa qo'yish orqali muvozanatlash ham mumkin. Bu holda P_{II} ning korpusga ta'sirini 50% ga kamaytirish mumkin. Lekin gorizontall inersiya kuchi hosil bo'ladi.

Ikkinchi darajali inersiya kuchi P_{III} ni muvozanatlash uchun yana qo'shimcha vallar tizimidan foydalanamiz. Bu vallar tirsakli valga nisbatan qarama-qarshi tomonga 2ω burchak tezlik bilan aylanishi va silindr o'qiga nisbatan ρ'' masofada joylashib, m'' massaga (posangiga) ega bo'lishi lozim, ya'ni $m' \rho' = \frac{\lambda}{8} m R$ shart bajarilishi kerak. Undan tashqari $\varphi = 0^\circ$ bo'lsa, $\gamma = 2\varphi = 0^\circ$ bo'lishi kerak.

Bu yerda ρ - tirsakli val o'qidan posangi o'qigacha bo'lgan masofa. Posangilarning aylanishidan teng ta'sir etuvchi R_R kuchi hosil bo'ladi va u P_R kuchga teng hamda teskari yo'nalgandir, ya'ni $2m_{\text{pos}} \cdot \rho \cdot \omega^2 = m_R \cdot R \cdot \omega^2$ yoki $R_R = -P_R$.

14.2. SILINDRLARI BIR TEKISLIKDA JOYLASHGAN DVIKATELLARNI MUVOZANATLASH

Odatda bunday dvigatellar ikki, uch, to'rt va olti silindrlari bo'ladi. Silindrlari soni bir xil bo'lsada, krivoshiplari orasidagi burchak farq qilishi mumkin.

Quyida dvigatellarning sxemalari va ularni muvozanatlash keltirilgan. Dvigatel to'la muvozanatlanishi uchun birinchi va ikkinchi darajali inersiya kuchlari va ularning momentlari, markazdan qochma kuchlarning momenti nolga teng bo'lishi kerak.

14.1-jadval

Silind- lar soni	Tirsakli val krivoshiplari orasidagi burchak	Krivoship-shatunli mexanizmga ta'sir qiluvchi inersiya kuchlari va momentlarining qiymati
2	180° 14.2-rasm	$\sum_{i=1}^{n-1} P_i' = 0; \sum_{i=1}^{n-1} P_i'' = 2mR\omega^2 \lambda \cos 2\varphi; \sum P_R = 0;$ $M_I = mR\omega^2 \cos \varphi \cdot \alpha; M_H = 0; M_R = m_R \cdot \omega^2 R \cdot a$
3	120° 14.3-rasm	$\sum_{i=1}^{n-1} P_i' = 0; \sum_{i=1}^{n-1} P_i'' = 0; \sum P_R = 0; \sum M_I = m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot$ $\cdot \alpha \cdot (1.5 \cos \varphi - 0.866 \sin \varphi)$ $\sum M_H = mR\omega^2 \alpha (1.5 \cos \varphi + 0.866 \sin \varphi);$ $\sum M_R = 1.732 P_H \cdot \alpha$
4	120° 14.4-rasm	$\sum_{i=1}^{n-1} P_i' = 0; \sum_{i=1}^{n-1} P_i'' = 4mR\omega^2 \lambda \cos 2\varphi; \sum P_R = 0;$ $\sum M_I = 0; \sum M_H = 0; \sum M_R = 0$

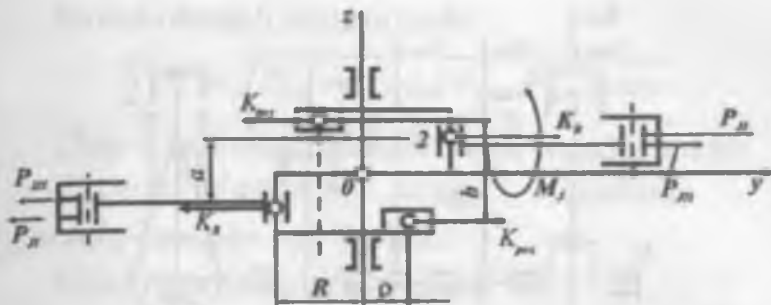
4	90° 14.5-rasm	$\sum P_j' = 0; \sum P_j'' = 0; \sum P_R = 0; \sum M_1 = \alpha \cdot$ $mR\omega^2 \cdot (3 \cos \varphi - \sin \varphi); \sum M_H = 0; \sum M_R = \sqrt{10} P_R \cdot \alpha.$
6	120° 14.6-rasm	$\sum_{j=1}^n P_j = 0; \sum P_j'' = 0; \sum P_R = 0; \sum M_1 = 0; \sum M_H = 0;$ $\sum M_R = 0$
6	60° 14.7-rasm	$\sum P_j' = 0; \sum P_j'' = 0; \sum P_R = 0; \sum M_1 = \alpha \cdot mR\omega^2 \cdot$ $(3 \cos \varphi - \sin \varphi); \sum M_H = 0; \sum M_R = \sqrt{10} P_R \cdot \alpha.$

14.1 jadvalni va 14.2-14.7-rasmlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ushbu dvigatellarda ayrim kuch va momentlar muvozanatlanmay qolar ekan. Lekin ularning yo'nalishini (ta'sir tekisligini) qo'shimcha posangilar yordamida o'zgartirish mumkin.

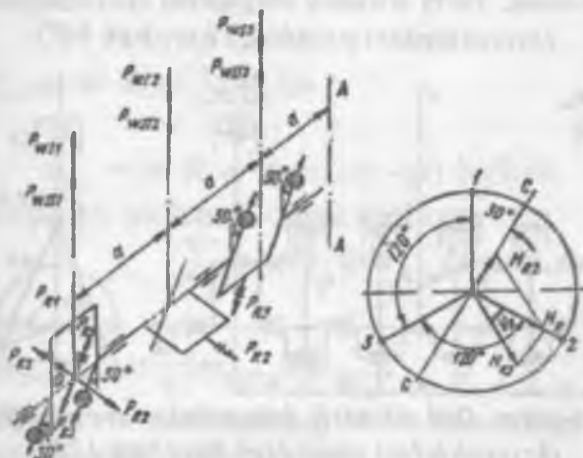
14.3. SILINDRLARI V-SIMON JOYLASHGAN DVIGATELLARNI MUVOZANATLASH

Odatda, V-simon dvigatellarni muvozanatlashda ular ikkita bir qatorli dvigatellardan tashkil topgan, deb qaraladi. Agar qatorli dvigateldagi (silindrlar soni va tirsakli valning tuzilishi o'xshash bo'lsa) inersiya kuchlari muvozanatlashgan bo'lsa, ikki qatorli (V-simon) dvigatelda ham shu tartibdagi inersiya kuchlari muvozanatlashgan bo'ladi.

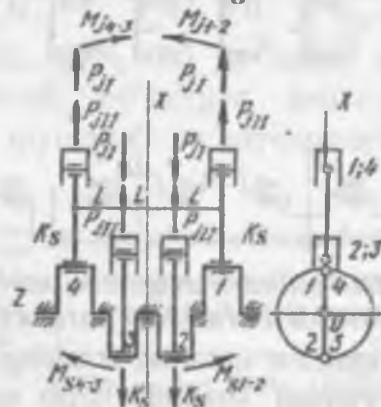
V-simon dvigatellarda muvozanatlashmagan kuchlarning qiymati har bir qatorning silindrlaridagi muvozanatlashmagan inersiya kuchlari vektorlarining geometrik yig'indisi orqali aniqlanadi. Bu holda qatorlar orasidagi burchak hisobga olinishi zarur.



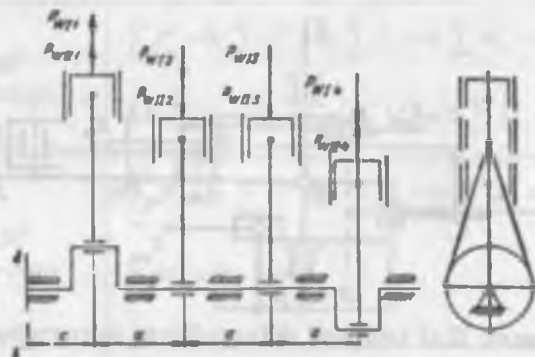
14.2-rasm. Ikki silindrli dvigatellarni muvozanatlash



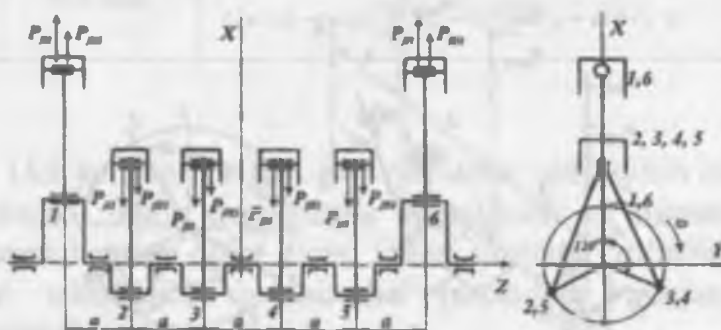
14.3-rasm. Uch silindrli dvigatelni muvozanatlash



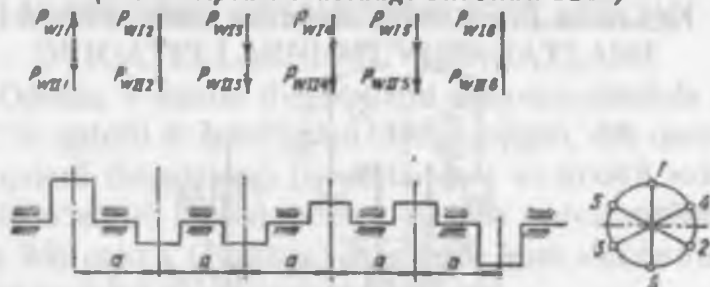
14.4-rasm. To'rt silindrli dvigatelni muvozanatlash
(tirsakli val krivoshiplari orasidagi burchak 180°)



**14.5-rasm. To'rt silindrli dvigatelni muvozanatlash
(krivoshiplari orasidagi burchak 90°)**



**14.6-rasm. Olti silindrli dvigatelni muvozanatlash
(krivoshiplari orasidagi burchak 120°)**



**14.7-rasm. Olti silindrli dvigatelni muvozanatlash
(krivoshiplari orasidagi burchak 60°)**

V-simon dvigatellar qatorlari orasidagi burchak 60° va 90° li qilib tayyorlanadi. Umumiy holda qatorlar orasidagi burchak γ deb qabul qilinadi va inersiya kuchlari quyidagicha hisoblanadi.

Birinci darajali inersiya kuchi:

$$\sum_{i=1}^{j=2} P_i^I = \sqrt{P_{jlk}^2 + P_{jlo}^2 + 2P_{jlk} \cdot P_{jlo} \cdot \cos \gamma}.$$

Chap silindrning birinchi tartibli inersiya kuchi:

$$P_{jlk} = mR\omega^2 \cos \varphi; \quad \text{o'ng silindrniki esa}$$

$$P_{jlo} = mR\omega^2 \cos \varphi(\gamma - \varphi) \text{ bo'ladi.}$$

Ikkinchi tartibli inersiya kuchi:

$$\sum_{j=1}^{j=2} P_j^{II} = \sqrt{P_{jllk}^2 + P_{jlll}^2 + 2P_{jllk} \cdot P_{jlll} \cdot \cos \gamma},$$

bunda:

$$P_{jllk} = m \cdot R \cdot \omega^2 \lambda \cos 2\varphi$$

bo'ladi.

$$P_{jlll} = m \cdot R \cdot \omega^2 \lambda \cos 2(\gamma - \varphi) \text{ bo'ladi.}$$

Markazdan qochma inersiya kuchi:

$$\sum P_R = m_R \cdot R \cdot \omega^2,$$

bu yerda

$$m_R = m_{irxak} + \frac{2}{3}(m_{shkh} + m_{sho}).$$

Inersiya kuchlarining momentlari esa muvozanatlashgandir, ya'ni

$$\sum M_1 = 0; \quad \sum M_2 = 0; \quad \sum M_R = 0.$$

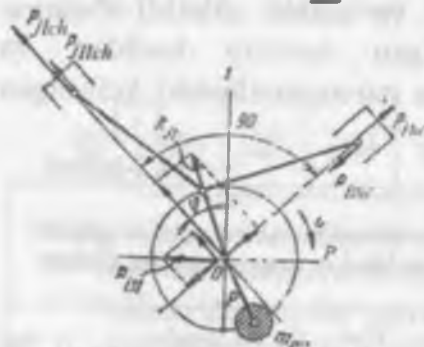
Quyida ikki, to'rt, olti va sakkiz silindrli V-simon dvigatellarda hosil bo'ladigan inersiya kuchlari va momentlarining qiymatlari va muvozanatlanishi keltirilgan (14.2-jadval).

14.2-jadval

Silindr- lar soni	Tirsakli val krivoshiplari orasidagi burchak	Krivoship-shatunli mexanizmga ta'sir qiluvchi inersiya kuchlari va momentlarining qiymati
2	90° 14.8-rasm	$\sum P_i^I = m \cdot R \omega^2; \quad \sum P_i^{II} = \sqrt{2} m \cdot R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi.$ $\sum P_R = m_R \cdot R \cdot \omega^2; \quad \sum M_1 = 0; \quad \sum M_2 = 0; \quad \sum M_R = 0.$

4	90° 14.9-rasm	$\sum P'_i = 0; \sum P''_i = 2\sqrt{2}m_1 R\omega^2 \cos 2\varphi; \sum P_z = 0;$ $\sum M_1 = \sqrt{2}m_1 R\omega^2 \cdot \cos \varphi \cdot a; \sum M_H = \sqrt{2}m_1 R\omega^2 b \lambda \cos 2\varphi;$ $\sum M_R = \sqrt{2}m_1 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot a$
6	90° Krivoshiplar orasidagi burchak 120° 14.10-rasm	$\sum P'_i = 0; \sum P''_i = 0; \sum P_z = 0; \sum M_1 = 1.732m_1 \cdot$ $R\omega^2 \cdot a; \sum M_H = \sqrt{2}m_1 \cdot R\omega^2 \lambda \cdot a(1.5 \cos 2\varphi + 0.866 \sin 2\varphi)$ $\sum M_R = 1.732 \cdot m_1 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot a$
6	60° Krivoshiplar orasidagi burchak 60° 14.11-rasm	$\sum P'_i = 0; \sum P''_i = 0; \sum P_z = 0; \sum M_1 = 1.5m_1 R\omega^2 a;$ $\sum M_H = 1.5m_1 R\omega^2 a \lambda;$ $\sum M_R = m_1 \cdot R\omega^2 (2a + b) + 1.732m_1 R\omega^2 (a + b)$
8	90° 14.12-rasm	$\sum P'_i = 0; \sum P''_i = 0; \sum P_z = 0; \sum M_1 = \sqrt{10}m_1 R\omega^2 a;$ $\sum M_H = 0; \sum M_R = \sqrt{10}m_1 \cdot R\omega^2 a$

Shuni aytib o'tish lozimki, V-simon ikki silindrli dvigatelda $\sum P'_i$ kuchi muvozanatlanmaydi, qolgan kuchlar esa posangilar yordamida osongina muvozanatlanadi. To'rt silindrli dvigatelda $\sum P'_i$, $\sum M_1$ va $\sum P_{II}$ lar muvozanatlanmaydi; $\sum M_R$ momenti muvozanatlanadi.



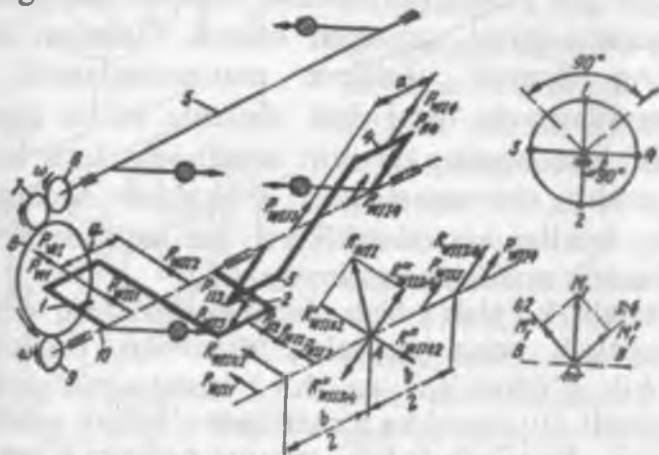
14.8-rasm. Ikki silindrli
V-simon ($\gamma = 90^\circ$) dvigatelni
muvozanatlash

Olti va sakkiz silindrli V-simon dvigatellarda esa $\sum M_1$ va $\sum M_{II}$ momentlar muvozanatlanmaydi; $\sum M_R$ momentlar esa posangilar yordamida to'la muvozanatlanadi (14.8-14.12-rasmlar).

14.4. TIRSAKLI VALLARNI MUVOZANATLASH

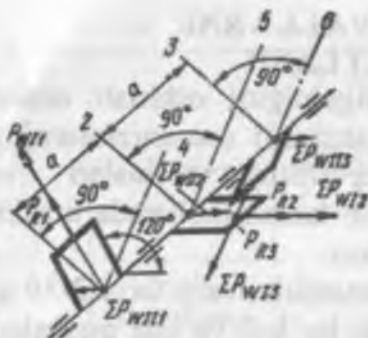
Dvigatelning muvozanatlanganligini oshirish uchun barcha silindrlardagi krivoship-shatunli mexanizmlarning massalari bir xil, krivoshiplarning radiuslari va shatunlarning uzunliklari teng qilib tanlanishi hamda tirsakli val muvozanatlangan bo'lishi zarur.

Odatda porshen komplekti massalarining farqi 2-30 g, shatunlarniki esa 2-60 g oralig'ida bo'ladi va ular massalari bo'yicha guruhlanadi. Dvigatel silindrlaridagi porshen va shatun massalarining farqi juda oz bo'lishi kerak. Dvigatel yig'ilayotganda krivoship-shatunli mexanizmning detallari o'zaro mos qilib tanlanishi lozim hamda tirsakli val va gaz taqsimlash vali dinamik muvozanatlangan bo'lishi shart, aks holda turli krivoshiplarning burchak tezliklari bir-biridan jiddiy farq qilishi mumkin. Bu esa dvigatelning ishdan chiqishiga olib keladi.

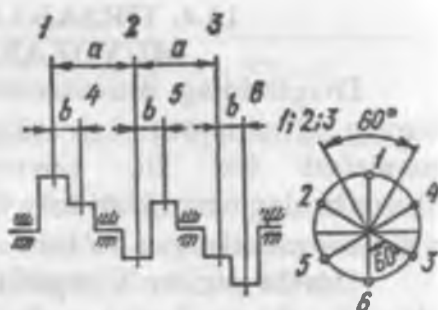


14.9-rasm. To'rt silindrli V-simon dvigatelni muvozanatlash

Agar tirsakli valning aylanish o'qi uning bosh markaziy inersiya o'qiga mos kelsa, u muvozanatlangan hisoblanadi. Lekin tirsakli vallarni tayyorlash jarayonida texnologik xatolar muqarrar yuz berishi va materialning bir jinsli bo'lmasligi tufayli yuqoridagi shart bajarilmaydi va ular ma'lum darajada muvozanatlanmagan bo'ladi.



**14.10-rasm. Olti silindrli
V-simon dvigatelni
muvozanatlash
(krivoshiplari orasidagi
burchak 120°)**



**14.11-rasm. Olti silindrli
V-simon dvigatelni
muvozanatlash
(krivoshiplari orasidagi
burchak 60°)**

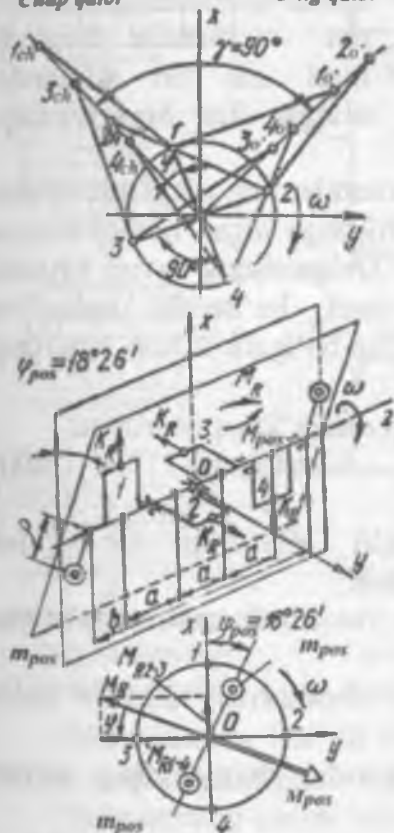
Odatda, tirsakli valni muvozanatlash uchun uning krivoshiplaridagi ortiqcha massalar (metall) qirqib olinadi. Bu metall yuk posangi joylashishi lozim bo'lgan tekislikda, lekin qarama-qarshi tomondan olinadi. Umuman detallar statik va dinamik usullarda muvozanatlanadi. Agar muvozanatlanuvchi detal disk shaklida bo'lsa (masalan, maxovik) hamda uning diametri uzunligidan katta bo'lsa, u statik usulda muvozanatlanadi. Murakkab shaklga ega bo'lgan detallar esa (tirsakli val, gaz taqsimlash vali va h.k.) dinamik usulda muvozanatlanadi.

Odatda, ko'plab ishlab chiqariladigan aniq detallarni muvozanatlash uchun (masalan, maxovikli tirsakli val, avtomobil g'ildiraklari va h.k.) moslangan stanoklar tayyorlanadi. Bu stanokka o'rnatilgan o'lchash asbobining shkalasini belgilash uchun maxsus tarirovka grafiklari tuziladi va bu asboblarning ko'rsatishiga qarab, muvozanatlovchi yuklarning yoki olinishi kerak bo'lgan metallning massasi topiladi. Hozirgi zamon muvozanatlash stanoklari o'lchash-hisoblash moslamalari bilan jihozlangan bo'lib, ular muvozanatlovchi yukning holati va massasini aniq hisoblab beradi (masalan, «Shenk» firmasining stanogi).

Dvigatellarning disbalansi katta bo'lsa, uning ishlash muddati (resursi) kamayadi, tub podshipniklarning yeyilishi tezlashadi va h.k. Umumiy holda tirsakli val maxovik bilan birgalikda ikki tekislikda (I maxovik; II shkiv tekisliklari) muvozanatlanadi. Masalan, ZMZ-53 va ZMZ-24 dvigatellarining disbalansi 150-110 g. mm va 150-100 g. mm oraliqida bo'lishi lozim. Afsuski, dvigatellar kapital remont qilingandan so'ng o'lchangan disbalans yangi dviga-tellarnikiga qaraganda 1,2-3,1 marta ortiqdir. Bu esa ta'mir vaqtda ham tirsakli vallarni muvozanatlashni taqozo etadi.

Chap qator

O'ng qator



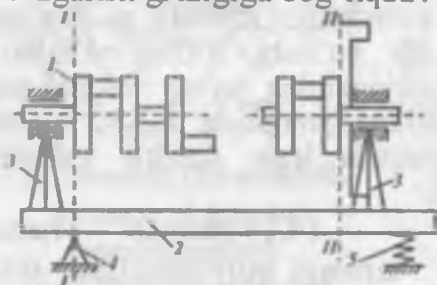
14.12-rasm. Sakkiz silindrli V-simon dvigatelni muvozanatlash

14.13-rasmda rama turidagi muvozanatlash stanogining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Muvozanatlanuvchi detal 1 stanok ramasi 2 ning ustunlari 3 ga o'rnatiladi. Rama staninaga qo'zg'almas shamir 4 va elastik tayanch 5 orqali birlashtirilgan. Stanok erkinlik darajasi birga teng bo'lgan tizimdan iborat bo'lganligi uchun rama qo'zg'almas shamir atrofida burila oladi.

Tirsakli valni to'la muvozanatlash uchun muvozanatlovchi yuklarning massasi va ularning I-I va II-II tekisliklaridagi (14.13-rasm) holati tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

14.5. DVIQATELNING ISHLASH TARTIBI VA RAVONLIGI

Dvigatelning ravon (tekis) ishlashi asosan silindrlar soniga, ishlash tartibiga va burovchi momentning o'zgarish grafigiga bog'liqdir.



14.13-rasm. Sakkiz silindrli
V-simon dvigatelni
muvozanatlash

Yuqorida aytib o'tganimizdek, burovchi momentning o'zgarishi tangensial kuchga bog'liqdir. Ko'p silindrli dvigatellar uchun umumlashgan burovchi momentlar diagrammasi har bir silindrdan olingan (har bir krivoship-

da hosil bo'lgan) burovchi momentlarning diagrammalarini (dvigatelning ishlash tartibini hisobga olgan holda) ketma-ket qo'shishdan hosil bo'ladi. Dvigatelning ravon ishlashi uning har bir silindrida hosil bo'luvchi kuch va momentlarning fazalariga bog'liq bo'lgani uchun, quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

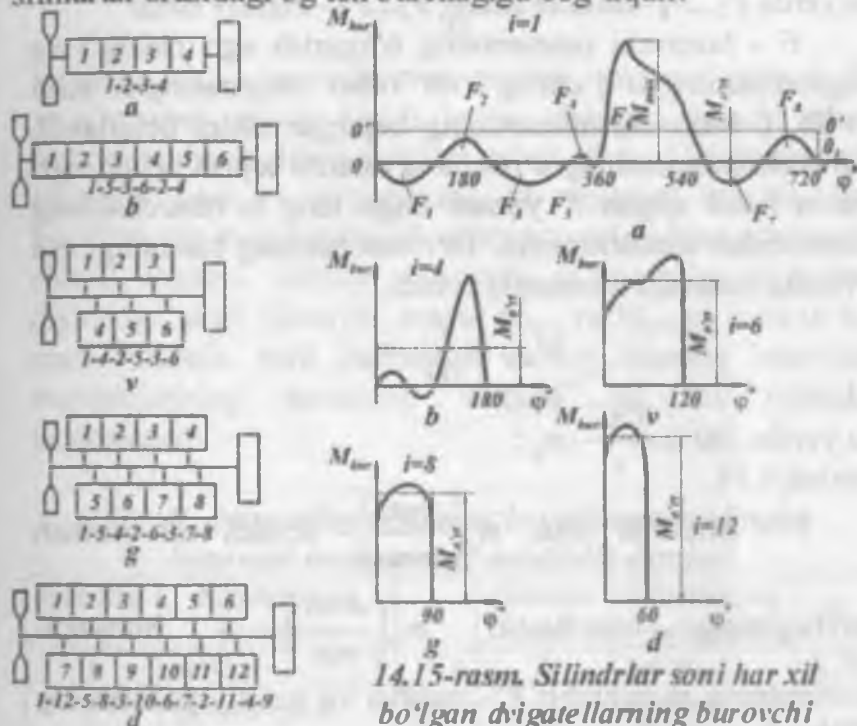
- yonish jarayoni teng vaqt oralig'ida qaytarilishi;
- yonuvchi aralashma silindrlarga bir tekis taqsimlanishi;
- navbat bilan ishlovchi silindrlar bir-biridan mumkin qadar uzoqroq joylashishi;
- dvigatel mumkin qadar yaxshiroq muvozanatlangan bo'lishi;

- tirsakli valning buralma tebranishlari mumkin qadar kam bo'lishi lozim.

Ushbu shartlar bajarilganda dvigatelning ravon ishlashi ta'minlanadi.

Dvigatelning ishlash tartibi taqsimlash validagi kulachoklarning va tirsakli val tirsaklarining o'zaro joylashishiga bog'liqdir. Dvigatelning ravon ishlashini

ta'minlashda silindrlarda bir xil nomli jarayonlar tirsakli val doim teng burchakka burilganda takrorlanishi kerak. Bu jarayonlar to'rt taktli dvigatellar uchun $\frac{720^\circ}{i}$ burchakda sodir bo'ladi. V-simon dvigatellarda yonish jarayonining bir tekis takrorlanishi tirsakli valning sxemasiga hamda silindrlar orasidagi og'ish burchagiga bog'liqdir.



14.14-rasm. Har xil dvigatellarning ishlash tartibi

14.15-rasm. Silindrlar soni har xil bo'lgan dvigatellarning burovchi momentlari egri chiziq-lari: a-bir; b-to'rt; v-olti; g-sakkiz va d- o'n ikki silindrli dvigatel uchun

14.14-rasmida har xil dvigatellar uchun silindrlarning ishlash tartibi keltirilgan.

Dvigatelning ravon ishlashini tahlil qilish uchun bir va ko'p silindrli dvigatellarning bir sikli davomida burovchi momentlarning tirsakli valning burilish burchagiga qarab o'zgarish grafigini ko'rib chiqaniz (14.15-rasm).

14.15-rasmdan ko'rinib turibdiki, burovchi momentning o'zgarishi $[M_{bur} = f(\varphi)]$ silindrlar soniga bog'liq bo'lib, i ortishi bilan M_{bur} ravanlashadi. Masalan, bir silindrli dvigatel uchun burovchi moment bajargan ish F quyidagicha hisoblanadi:

$$F = (F_2 + F_4 + F_6 + F_8) - (F_1 + F_3 + F_5 + F_7)$$

bu yerda $F_2...F_8$ - musbat ishlar; $F_1...F_7$ - manfiy ishlar

F - burovchi momentning o'zgarish egri chizig'i va diagrammaning o'q chizig'i 00' bilan chegaralangan yuza bo'lib, u burovchi momentning bajargan ishini belgilaydi. Burovchi momentning o'rtacha qiymatini topish uchun egri chiziq hosil qilgan F yuzani unga teng to'rtburchakning yuzasi bilan almashtiramiz. To'rtburchakning balandligi esa o'rtacha burovchi momentni beradi.

$$M_{o'n} = \frac{F}{00'} \cdot m_n;$$

bu yerda: $00' = \frac{720^\circ}{i} \cdot m_e;$

i - silindrlar soni, $m_e \left(\frac{zpad}{mm} \right)$ - tirsakli val burilish

burchagining masshtabi; $m_n \left(\frac{n \cdot m}{mm} \right)$ - burovchi

momentning masshtabi; F - musbat va manfiy yuzalarning algebraik yig'indisi, mm^2 .

Burovchi momentning o'rtacha qiymatini, agar dvigatelning indikator quvvati N_i va bosim P_i lari ma'lum bo'lsa, quyidagicha hisoblash mumkin.

$$M_{o'n} = \frac{N_i}{\omega};$$

$$M_{o'n} = P_i \frac{\Pi_i}{8} \cdot i \cdot P$$

bu yerda ω tirsakli valning burchak tezligi, sek⁻¹; n - tirsakli valning aylanishlar chastotasi, min⁻¹; D_s - silindr diametri, mm; R - tirsak radiusi, mm.

Dvigatelning ravon ishlashi burovchi momentning notekislik darajasi bilan belgilanadi va u quyidagicha topiladi:

$$K = \frac{M_{\max}}{M_{\text{av}} \cdot n};$$

bu yerda $M_{\max}$ - burovchi momentning maksimal qiymati. K ning qiymati qancha kichik bo'lsa, dvigatel shuncha tekis (ravon) ishlaydi. Ideal dvigatel uchun $K=1$. Uning qiymati silindrlar soni va dvigatelning ish rejimiga bog'liq. Bu koeffitsiyent dvigatelning ish rejimi o'zgarishi bilan o'zgaradi, chunki inersiya kuchlari burovchi momentning o'rtacha qiymatiga ta'sir qilmaydi, ammo $M_{\max}$ va $M_{\min}$ ga katta ta'sir etadi. Odatda, turli dvigatellar uchun ularning burovchi momentlarining notekislik darajasi bir xil rejimda taqqoslanadi.

14.3-jadval

Har xil dvigatellar uchun to'la yuklamada olingan burovchi momentning notekislik darajasi

Silindrlar soni	Silindrlarning joylashishi	K	Silindrlar soni	Silindrlarning joylashishi	K
1	vertikal.....	1	6	qatorli...	2,28
2	qarama-qarshi yotuvchi	5,52	6	V-simon, $\gamma = 90^\circ$	2,88
3	yulduzsimon.....	2,74	8	qatorli	1,36
4	qatorli.....	3,35	8	V-simon, $\gamma = 90^\circ$	1,36
5	yulduzsimon.....	1,64	12	V-simon	1,16

14.3-jadvalda to'rt taktli karbyuratorli dvigatellarning to'la yuklamada olingan burovchi momentining notekislik darajasi - K ning qiymatlari keltirilgan.

Tirsakli val tirsagiga ta'sir qiluvchi tangensial kuchlar davriy o'zgarganligi tufayli (shuningdek burovchi moment ham) burchak tezlik ω ham sikl davomida davriy o'zgarib turadi. Buning natijasida dvigatelning detallarida qo'shimcha dinamik kuchlanishlar hosil bo'ladi. Tirsakli vallar aylanishining notekislik darajasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{o'n}};$$

bu yerda $\omega_{\max}$, $\omega_{\min}$ va $\omega_{o'n}$ sikl davomida davriy o'zgarib turadigan burchak tezlikning qiymatlari. Bu koefitsiyent hozirgi zamon dvigatellari uchun $\delta = \frac{1}{30} \dots \frac{1}{50}$ oralig'ida o'zgaradi. Bunga maxovikni to'g'ri tanlash orqali erishiladi.

Dvigatel turg'unlashgan rejimda ishlaganda burovchi va qarshilik momentlarining o'rtacha qiymati o'zaro teng bo'ladi, ya'ni $M_{o'n} = M_{R o'n}$ (14.16-rasın). Bu holda burchak tezlikning tebranishlari burovchi momentning oniy qiymatlarining $M_{o'n}$ dan farqi bilan belgilanadi. Dvigatelning maxovigi tangensial kuchlar bajargan ish qarshilik (normal) kuchlari ishidan katta bo'lganda (14.16-rasm *A B* uchastkada) kinetik energiya to'plash va tangensial kuchlar ishi kamayganda (*BS* uchastka) to'plangan energiyani qaytarish vazifasini bajaradi. Maxoviklar disk shaklida yasaladi va ularning massasi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

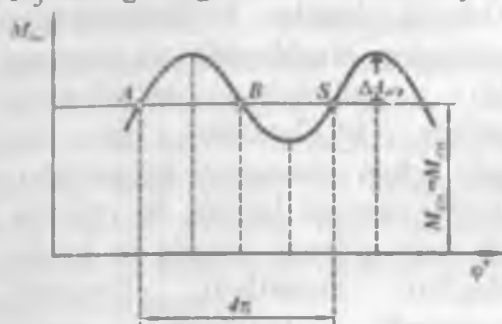
$$m_M = 4 \frac{\Delta A_{ist}}{\delta \cdot \omega^2 D_{o'n}^2};$$

bu yerda ΔA_{ist} - *AB* uchastkadagi ortiqcha musbat ish, j;

$D_{o'n} = 2 \cdot r_{o'n}$ - maxovikning o'rtacha diametri, m. Maxovikning inersiya momenti quyidagi ifoda

$$\begin{aligned} I_M &= m_M \cdot r_{o'n}^2 = \\ &= \frac{1}{4} m_M \cdot D_{o'n}^2 \frac{\Delta A_{ist}}{\delta \cdot \omega^2} \end{aligned}$$

orqali hisoblanadi va u dvigatelning minimal salt ishlash rejimidagi turg'unlikni ta'min-laydi.



14.16-rasm. Dvigatel turg'unlashgan rejimda ishlaganda burovchi momentning o'zgarish grafigi

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, bir xil turdagi dvigatellar uchun ψ ning qiymati juda kichik oraliqda o'zgarar ekan. Shuni hisobga olgan holda hozirgi zamon dvigatellari uchun maxovikning inersiya momentini quyidagi ifoda orqali topish maqsadga muvofiqdir:

$$I_M = \psi \frac{M_{cr}}{\omega_{nom}^2};$$

bu yerda $\psi = 200 \dots 350$; M_{cr} - nominal quvvatga mos burovchi moment.

14.6. TIRSAKLI VALNING BURAMA TEBRANISHLARI

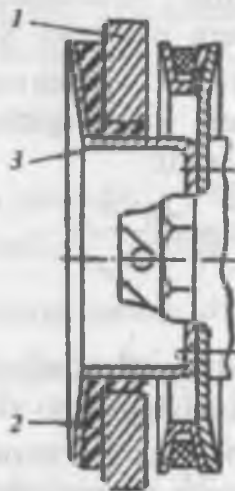
Shatun bo'yinlariga tangensial kuchlar (yoki momentlar), tirsak bo'ylab esa normal kuchlar (K_z) ta'sir qilishi natijasida tirsakli valning har bir tirsagida uzluksiz o'zgaruvchi davriy buralish va egilish tebranishlari hosil bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatellari uchun burama tebranishlar xavfli hisoblanadi. Bu tebranishlar faqat krivoship-shatunli mexanizm detallari uchun xavfli bo'lib qolmasdan, balki tirsakli val bilan bog'lanishda bo'lgan barcha

Ko'pgina hollarda o'lchamsiz moment inersiyasi ψ ishlatiladi va uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\psi = \frac{J_M \cdot \omega_{nom}^2}{M_{cr}}.$$

mexanizmlar uchun ham xavflidir. Eguvchi tebranishlar amplitudasi nisbatan kichik bo'lgani uchun hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi. Odatda, barcha loyihalalanayotgan dvigatellar burama tebranishlarga hisoblanadi va ularning



4.17-rasm. Burama tebranishni so'ndirgich

tirsakli vallariga so'ndirgich o'rnatiladi (4.17-rasm). Har bir dvigatel uchun rezonansli aylanishlar chastotasi mavjud bo'lib, bu rejimda ishlash man qilinadi, chunki bu holda quyidagilar kuzatiladi: Dvigatel ishlayotganda taqillash ovozi kuchayadi; fundamentning titrashi zo'rayadi (agar sinash stendda olib borilayotgan bo'lsa); avtomobilning kuzovi ham sezilarli titraydi. Bundan qutulish uchun tirsakli valning aylanishlar chastotasini oshirish yoki kamaytirish lozim.

Bu tebranishlar tirsakli valga

maxsus moslamalar (so'ndirgichlar yoki dempfer) o'rnatib, dvigatelning ishlash tartibini to'g'ri tanlab, burovchi momentlarning ishini o'zgartirib, dvigatel tirsakli valining konstruksiyasini o'zgartirib yo'qotiladi.

Ko'pgina hollarda birinchi usulni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Tebranishni so'ndirgichlar uch guruhga bo'linadi:

- uyg'otuvchi moment hosil qiladigan energiyani yutuvchi tuzilmalar: bu holda tebranishlar amplitudasi kamayadi;

- uyg'otuvchi momentni muvozanatlovchi moslamalar;

- tizimning bikrligini qisman o'zgartirishga yoki uyg'otuvchi momentni muvozanatlashga yoki hosil bo'lgan energiyani yutishga asoslanib ishlaydigan moslamalar.

Bularga rezinali va ressora-prujinali dinamik so'ndirgichlar kiradi.

Rezinali so'ndirgichlar asosan avtomobil dvigatellarida burama tebranishlarni so'ndirish uchun ishlatiladi. So'ndirgich - massa 1, kojux 3 va rezina disk 2 dan iborat bo'lib, tirsakli valning old qismiga o'rnatiladi. Rezina disk tirsakli val aylanganda, bir vaqtning o'zida uyg'otuvchi moment hosil qiladigan energiyani yutuvchi element va siltanuvchi massani tizimga biriktiruvchi prujina vazifasini bajaradi.

XV BOB. DVIGATELNING ASOSIY KONSTRUKTIV PARAMETRLARINI TANLASH

Dvigatelning konstruktiv sxemasi undagi ish siklini tashkil qilishga va unga qo'yiladigan talab - vazifaga muvofiq tanlanadi. Dvigatelga qo'yilgan talabga muvofiq, uning effektiv quvvati, taktlari soni, silindrlari soni, tirsakli valning aylanishlari chastotasi ma'lum bo'ladi. Dvigatelni issiqlikka hisoblash yo'li bilan uning o'rtacha effektiv bosimi P_e aniqlanadi va silindrning ish hajmini topishga imkoniyat tug'iladi:

$$V_s = \frac{N_s \cdot 30 \cdot \tau}{P_e \cdot i \cdot n},$$

bu esa o'z navbatida silindr diametri D va porshen yo'li S ni topishga imkoniyat beradi. Buning uchun albatta S/D nisbat ma'lum bo'lishi zarur.

15.1. DVIGATEL TURINI, SILINDRLARI SONI VA JOYLANISHINI TANLASH

Avtomobil, traktor, qishloq xo'jalik va yo'l qurish mashinalariga, ularning vazifasiga qarab, karbyuratorli dvigatellar, gaz bilan ishlaydigan dvigatellar yoki dizel dvigatellari o'rnatiladi. Dvigatelning turini tanlashda uning ish sharoitini, vazifasini, tavsiflarini va ekspluatatsion ko'rsatkichlarini hisobga olish zarur. Zamonaviy yengil avtomobillarga hamda yuk avtomobillarga (7 tonnagacha) asosan karbyuratorli dvigatellar o'rnatiladi. Lekin keyingi davrda yuk avtomobillari ko'pchilik hollarda dizel dvigatellari bilan jihozlanayapti. Demak, qolgan barcha turdagi mashinalar dizel dvigatellari bilan harakatga keltiriladi. Bunga asosiy sabab ularning kam yonilg'i sarflashi, ishlatadigan yonilg'isining arzonligi hamda ishlash muddatining kattaligidir.

Avtomobillarga o'rnatiladigan ichki yonuv dvigatellarining asosiy ko'rsatkichlari 15.1-jadvalda keltirilgan.

Ko'rsatkichlar	Karbyuratorli dvigatellar		Dizellar
	yengil avtomobillar	yuk avtomobillar	
Tirsakli valning aylanishlar chastotasi, min^{-1}	3800 – 6000	2800 – 4200	1700 – 4400
Siqish darajasi ... ϵ	6,6 – 9,5	6,2 – 7,8	15 – 18
O'rtacha effektiv bosim P_e , MPa.....	0,8 – 1,0	0,7 – 0,88	0,63 – 0,8
Litrli quvvat N_l , kVt/L ...	20 – 39	13 – 27	10 – 17
Dvigatelning solishtirma massasi, kg/kVt	1,0 – 1,9	1,5 – 3,1	2,9 – 5,0

Silindrlar soni - i ning ortishi (yuqorida ko'rib o'tganimizdek) dvigatelning muvozanatlanishi va ravon ishlashini yaxshilaydi. Agar dvigatelning quvvati o'zgarmas ($N_e = \text{const}$) saqlanib qolsa, silindrlar sonining oshishi uning diametrini kichiklashtiradi. Bu holda karbyuratorli dvigatellarning siqish darajasi ortadi va dvigatelning tejamliligi yaxshilanadi. Natijada krivoship-shatunli mexanizmning massasini kamaytirishga va tirsakli valning aylanishlar sonini oshirishga imkoniyat yaratiladi, chunki P_e kamayadi. Demak, dvigatelning litrli quvvati ortadi, solishtirma massasi esa kamayadi. Ammo dvigatelni tayyorlash qimmatlashadi, ta'miri esa qiyinlashadi.

Silindrlarning soni va joylashishini shunday tanlash kerakki, bunda dvigatelning solishtirma massasi mumkin qadar kam, silindrlar bloki va blokning tirsakli val o'rnatiladigan qismi yetarli darajada (bikr) mustahkam bo'lsin. Bu dvigatelning puxta ishlashini ta'minlaydi.

Silindrlar soni va joylashuvi sovitish usuliga; dvigatelning loyihada ko'rsatilgan (tashqi) o'lchanlariga; dvigatel qismlarining materialiga; zavod imkoniyatlariga (detallarni quyib tayyorlash va mexanik ishlash); dvigatelga xizmat ko'rsatishni osonlashtirish kabi omillarga bog'liq. Qatorli va V -simon dvigatellar o'zaro solishtirilganda (N_e , n , i , V_h lar bir

xil) V - simon dvigatelning afzalliklari yaqqol ko'zga tashlanadi, chunki uning uzunligi 20%; massasi esa 25% ga kam bo'ladi. Odatda, barcha motor zavodlarida dvigatellarning turkumi yaratiladi. Masalan, 4, 6, 8, 12 silindrli dvigatellar. Ular faqat quvvatlari bilan farqlanadi. Natijada asosiy mexanizm va tizimlarning detallarini ko'proq bir xillashtirishga imkoniyat tug'iladi.

15.2. KONSTRUKTIV PARAMETRLAR

$$\left(S/D \text{ va } \lambda = \frac{R}{L_{sh}} \right) \text{ NI TANLASH}$$

Ichki yonuv dvigatellarining rivojlanishini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, S/D nisbat davr o'tishi bilan kichrayib borgan va hozirda taxminan 0,75-1,2 ga tengdir.

Porshen yo'li S ning silindr diametri D ga nisbati dvigatelning asosiy parametrlaridan biri hisoblanadi. Dvigatelning gabarit o'lchamlari va massasi ana shu parametrga bog'liqdir. Bu parametr porshen tezligiga dvigatel tirsakli vali aylanishlar soni orqali uning quvvatiga bevosita ta'sir etadi.

S/D nisbatlar har xil ($n = \text{const}$) bo'lgan dvigatellarning afzallik va kamchiliklarini ko'rib chiqamiz.

1. $S/D > 1$ bo'lsa:

- dvigatelning massasi va balandligi ortadi;
- tirsakli valning mustahkamligi kamayadi;
- burama tebranishlarning kuchayishi kuzatiladi;
- porshen yo'li kattalashadi, tezligi ortadi;
- detallarning inersiyali yuklamasi ortadi;
- silindrlarni to'ldirish koeffitsiyenti pasayadi;
- ishqalanish ortadi.

2. $S/D \leq 1$ bo'lsa, yuqorida sanab o'tilgan kamchiliklardan holi bo'linadi va undan tashqari quyidagi afzalliklar kuzatiladi:

- aylanishlar sonini oshirib ($V_h = const$) dvigatelning quvvati orttiriladi:

- silindrning hajmi o'zgarmagan ($V_h = const$) holda, silindrlarni to'ldirish koeffitsiyenti yaxshilanadi, chunki kallakka katta diametrli klapanlarni o'rnatish mumkin bo'ladi;

- sovituvchi muhitga issiqlik kam sarflanadi;

- dvigatelning balandligi kichik, tirsakli vali esa biki bo'ladi va hokazo.

S/D nisbatning kichik qiymatlari V-simon dvigatellarda, aylanishlar soni katta dvigatellarda qo'llanilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi. Masalan, KamAZ-740 ga o'rnatilgan V-simon dvigatelda $S/D=1,0$; tezyurar VAZ-2101 da $S/D=1,0$; D-144 da esa ($n=2000 \text{ min}^{-1}$) - 1,14 ga tengdir.

Shuni aytish lozimki, S/D kamayishi bilan ($V_h = const$) dvigatelning uzunligi va massasi ortadi. Natijada p.ch.n.da posangilar bilan porshen oralig'idagi masofa kichiklashadi.

Shatun uzunligi L_{sh} quyidagi nisbat $L_{sh} = \frac{R}{\lambda}$ orqali hisoblanadi va hozirgi zamon dvigatellari uchun λ quyidagicha (15.2-jadval) o'zgaradi.

15.2-jadval

Dvigatel markasi (avtomobil)	λ ning qiymati	Dvigatel markasi (traktor)	λ ning qiymati
MeMZ-965	0,237	D-37E, D-144	0,279
MZMA-412	0,265	SMD-14, SMD-60	0,280
VAZ-2106	0,295	SMD-62	0,274
ZIL-130, ZIL-131 ZIL-357	0,257	D-240	0,272
ZMZ-66	0,295	A-41, A-01M	0,264
YAMZ-236, YAMZ-238	0,264		
YAMZ-240			
YAMZ-740, YAMZ-743	0,267		

15.2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellarida λ ning qiymati 0,237-0,295 oralig'ida bo'lar ekan.

Dvigatellarni loyihalashda shuni e'tiborga olish kerakki, shatun sterjenlari silindrlar o'qidan maksimal og'ganda va shatunlarning pastki kallagi yu.ch.n. yaqinida aylanganda, silindrlar devoriga tegmasligi shart. Aks holda shatunlar uzunroq tanlanadi yoki ular uchun silindrlarda kesiklar yasaladi.

XVI BOB. BLOKLAR, KARTERLAR, SILINDRLAR KALLAGI

Suyuqlik bilan sovitiladigan qatorli va V-simon dvigatellarning silindrlari va karterining yuqori qismi yaxlit qilib quyiladi. Odatda, u blok-karter deb ataladi. Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda esa silindr va kallaklar alohida-alohida quyiladi. Silindrlar karterga shpilkalar yordamida qotiriladi.

Dvigatelning shakli silindrlarning soni va joylashishiga, sovitish usuliga, gaz taqsimlash mexanizmining va moy poddonining konstruksiyasiga bog'liq. Shuni aytish lozimki, keyingi paytlarda suyuqlik bilan sovitiladigan dvigatellarda ham silindrlar kallagi alohida-alohida holda yasalyapti (KamAZ-740; VT-90K). Bu esa ekspluatatsiya sharoitlarida anchagina qulayliklarni tug'diradi.

16.1. BLOK-KARTER

1. Konstruksiyasi. Blok-karterga qo'yiladigan talablar quyidagicha:

- yasashga, ya'ni quyishga qulay bo'lishi;
- yetarli darajada mustahkam va bikr bo'lishi;
- issiqlikni yaxshi uzatishi;
- ichiga o'rnatilgan mexanizmlarni rostlash va almashirish oson bo'lishi;
- massasi va gabarit o'lchamlari kichik bo'lishi lozim.

Ushbu talablarni qondirish uchun silindrlar va blok-karterning yuqori qismi yaxlit qilib quyiladi.

Odatda, blok-karterning mustahkamligini oshirish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. Kartarda to'siqlar yasaladi, tashqi devorlari qovurg'ali qilib tayyorlanadi, moy kanallari teshiladigan joylari qalinroq qilib yasaladi;

2. Karterning tekisligi tirsakli valning o'qiga nisbatan pastroqda joylashtiriladi (ZIL-130 dvigateli);

3. To'la tayanchli tirsakli vallar ishlatiladi (GAZ-24);

4. Karter tunnel tipida yasaladi (DB-67 dvigateli) - bu holda tirsakli val ajraladigan qilib tayyorlanadi, tub podshipniklar sifatida sharikli yoki rolikli podshipniklar ishlatiladi.

Blok-karterning bikrligi silindrlarning gilzalari hamda kallagida, tub podshipniklarda va poddon bilan burilish tekisliklarida deformatsiyaning kam bo'lishini ta'minlaydi.

Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan qatorli dvigatellar massasining 23-37% ini blok-karter tashkil etadi. V-simon dvigatellarda bu ko'rsatkich bir oz yaxshi (22-25%). Blok karterning massasini kamaytirish maqsadida uning devorlari va to'siqlari yupqa qilib yasaladi (3-5 mm).

Dvigatelni sovitish usuli blok-karterning massasiga ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlik bilan sovitiladigan blok-karterlar nisbatan katta massaga ega, chunki ular suyuqlik oqishi uchun qo'sh devorli qilib yasaladi. Bu bo'shliq suyuqlik g'ilofi bo'lib, u silindrlarni qizib ketishdan saqlaydi.

Odatda, silindrlar blokining notekis qizishini kamaytirish maqsadida suyuqlik g'ilofga ayrim-ayrim beriladi. Buning uchun g'ilofga maxsus yassi quvur o'rnatiladi. Sovituvchi suyuqlik g'ilofga va quvurga nasos yordamida alohida-alohida beriladi. Silindrlar kallagi har bir silindr bilan bog'langanligi uchun suyuqlikning tekis aylanib oqishi ta'minlanadi.

Dvigatelning massasini kamaytirish maqsadida silindrning suv g'ilofi porshenning pastki chekka nuqtadagi holatida tugatiladi. Ayrim hollarda suv g'ilofi kartergacha boradi. Bu esa blokning mustahkamligini oshiradi, moy sovitishni yaxshilaydi.

Silindrlarning barcha sirtini suyuqlik bilan sovitish maqsadga muvofiq bo'lib, uning deformatsiyasini kamaytiradi va bir tekis yeyilishini ta'minlaydi.

Havo bilan sovitiladigan dvigatellarning silindrlari alohida-alohida quyiladi va ular karterga shpilkalar yordamida qotiriladi. Ular ikki usulda mahkamlanadi:

1) silindrlar uzun shpilkani ham kallak, ham silindr orqali o'tkazib karterga qotiriladi (siqilgan silindrlar, ularda yuklanish shpilkalarga tushadi);

2) silindrlar karterga shpilkalar orqali qotiriladi (yuklanish silindrga tushadi), kallaklar esa silindrlarga boltlar yordamida mahkamlanadi. Bunday dvigatellarning silindrlari asosan cho'yandan (*D-37E*, *D-144* dvigatellari) yoki alyuminiydan (*ZAZ-698* dvigateli) qovurg'ali qilib yasaladi.

Silindrlar alyuminiydan yasalganda ichki sirti qattiq, g'ovak xrom bilan qoplanadi.

Sovituvchi yuzalar maydoni qovurg'alarning balandligi va qalinligiga bog'liq bo'ladi va ular tajriba yo'li bilan tanlanadi. Sovitish tizimi dvigatelning barcha ish rejimlarida detallarning harorati maqbul bo'lishini ta'minlab turishi lozim.

Materiallar. Blok-karterlar odatda CЧ 24-44, CЧ 21-40, CЧ 15-32, CЧ 32-52 markali kulrang cho'yanlardan legirlovchi elementlar (xrom, nikel, marganets va boshqalar) qo'shib yasaladi. Legirlovchi elementlar materialning mexanik xossalarini yaxshilaydi. Ayrim hollarda blok-

-Darslikda materiallar markasi o'zgartirilmadi
karterlar alyuminiy qotishmalari (ACЧ; C-326) dan yasaladi. Bu holda uning massasi cho'yanga qaraganda 4 marta yengillashadi. Dvigatelning umumiy massasi esa 60% ga kamayadi.

Blok-karterlarga quyidagi texnologik talablar qo'yiladi:

- qattiqligi HB 170-240 oralig'ida bo'lishi;

- egilishdagi mustahkamlik chegarasi 360 Mn/m^2 dan kam bo'lmashligi;

- bo'shliqlar va yoriqlar bo'lmashligi;

- qoldiq kuchlanishlar bo'lmashligi;

- ularni korroziyadan saqlash mumkin bo'lishi kerak.

Konstruktiv o'lchamlar. Silindring ichki sirti ko'zga deb ataladi va u ma'lum darajada mustahkam va tekis-silliqliq qilib ishlangan bo'lishi shart. Uning uzunligi porshen yo'li S va balandligi H ga bog'liq bo'lib, odatda S/H dan kichikroq bo'ladi. Porshen yubkasi (p.ch.n.da) silindrdan (10-15 mm) chiqib turishi mumkin. Eng pastki halqa (dizellarda) esa silindr asosidan 2-3 mm yuqorida qolishi kerak. Posangilar aylanganda gilzalarga tegmasligi shart. Silindr devorining qalinligi δ mustahkamlik shartini hisobga olgan holda quyidagicha tanlanadi:

-karbyuratorli dvigatellar uchun - $\delta = (0,04 \div 0,05) D_s$;

-dizellar uchun $\delta = (0,065 \div 0,075) D_s$.

Shuni aytish lozimki, kerakli mustahkamlikka ega bo'lgan quyma olish uchun silindr devorining qalinligi 4 mm dan kam bo'lmashligi kerak. Cho'yandan ishlanadigan blok-karterlar uchun suv g'ilofi devorlari va blok to'siqlarning qalinligi $4 \div 8 \text{ mm}$ oralig'ida; alyuminiy blok-karterlar uchun esa $4 \div 10 \text{ mm}$ oralig'ida tanlanadi. Yondosh silindrlar orasidagi bo'shliq (suv o'tishi uchun) $4 \div 5 \text{ mm}$ oralig'ida tanlanadi. Konstruktiv parametrlardan asosiysi yondosh silindrlar orasidagi L_0 masofadir. L_0 ning D_s ga nisbati (L_0/D_s) dvigatelning ixchamligini xarakterlaydi. Turli dvigatellar uchun bu nisbat 16.1-jadvalda keltirilgan.

Kallak mahkamlanadigan tayanch devorning qalinligi kamida 8-14 mm bo'lishi kerak, aks holda shpilkalar tortilganda katta deformatsiya kuchlari paydo bo'lishi mumkin. Shpilkalar uchun maxsus qavariqlar qilinadi. Karter yuqori qismining kengligi tirsakli val aylanganda shatun pastki kallagi eng chekka nuqtasining trayektoriyasi

bilan aniqlanadi. Karterning ichki devori bilan bu nuqta orasidagi masofa 10-15 mm bo'lishi kerak.

16.1-jadval

Turli dvigatellar uchun L_0/D_1 nisbatning qiymatlari

Dvigatel konstruksiyasi	Karbyuratorli dvigatel	Dizel
Bir qatorli, quruq gilzali, tub sirpanish podshipniklari ikki silindrdan keyin joylashgan (ikki proletli val o'rnatilgan) dvigatel	1,20-1,24	-
Bir qatorli, bir proletli tirsakli val o'rnatilgan, sirpanish podshipnikli dvigatel	1,20-1,28	1,25-1,30
V-simon, shatunli val bo'ynida ketmaket joylashgan va sirpanish podshipniklari bilan jihozlangan dvigatel	1,33	1,47-1,55
Tub tayanchlar sifatida rolikli podshipniklar o'rnatilgan dvigatel	1,30	1,30
Havo bilan sovitiladigan dvigatellar	1,15-1,36	-

Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda silindrlar mahkamlanadigan karterdagi tayanch devorning qalinligi (0,05-0,06) D_1 ni tashkil etadi. Sovitish tizimidagi qovurg'alarining ko'ndalang kesimi uchburchak yoki trapetsiya shaklida yasaladi, balandligi 14-18 mm oralig'ida bo'ladi.

16.2. GILZALAR

Gilzalarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- devorlari gazlar kuchiga bardosh bera oladigan darajada mustahkam;

- ko'zgusi yeyilishga chidamli;

- antifriksion va korroziyaga bardoshlilik xususiyatiga ega;

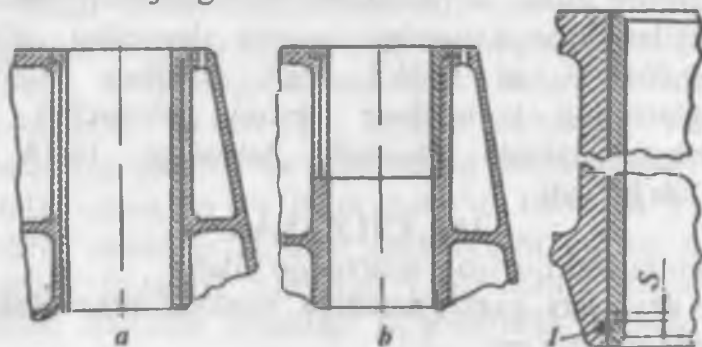
- yaxshi zichlanish va o'q bo'ylab erkin kengayish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

1. **Konstruksiyasi.** Gilzalar ikki turga bo'linadi: ho'l va quruq. Karbyuratorli dvigatellarning ayrimlarida

(Moskvich, Jiguli avtomobillarining dvigatellari) gilza blok-karterning oʻzida yasaladi. Suyuqlik bilan sovitiladigan dizellarda va baʼzi karbyuratorli dvigatellarda hoʻl gilzalar qoʻllaniladi. Silindrlar blokining bikrligi ularga oʻrnatiladigan gilzalarning turiga va qanday oʻrnatilishiga bogʻliq.

Sovituvchi suyuqlik bilan bevosita yuvilib turadigan gilzalar hoʻl, tashqi sirti silindrning ichki devorlariga tegib turadigan yupqa (2-4 mm) gilzalar esa quruq gilzalar deyiladi.

Quruq gilzalar silindrning butun uzunligi boʻylab (16.1-rasm, a) yoki uning faqat yuqori qismiga (16.1-rasm, b), yaʼni eng tez yeyiladigan qismiga oʻrnatiladi. Kiygiziladigan quruq gilzalar ishlatilganda kam miqdorda legirlangan material ishlatib, arzon hamda yeyilishga chidamli sirtlar hosil qilish mumkin. Quruq gilzalarning koʻzgusi ular silindrga presslab kirgizilgandan soʻng ishlanadi. Bu esa ekspluatatsiya sharoitlarida bir oz qiyinchilikni vujudga keltiradi.



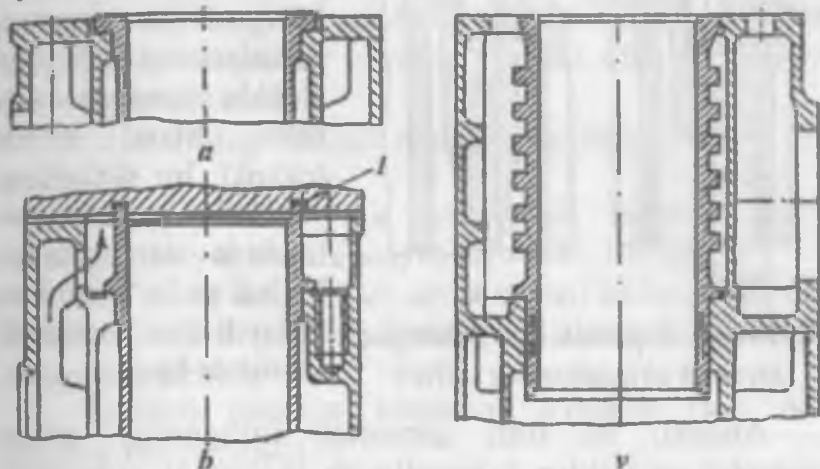
16.1-rasm. Quruq gilzalar:

a-silindrning butun uzunligi boʻylab;

b-silindrning yuqori qismiga oʻrnatilgan

Hoʻl gilzalar (16.2-rasm) yeyilib ketganida yoki ishdan chiqqanida ekspluatatsiya sharoitlarida dvigatelni shassidan yechmasdan turib almashtirish mumkin. Ular katta quvvatli dvigatellarda koʻproq ishlatiladi. Hoʻl gilzali blok-

karterlarning bikrligi nisbatan kamroq bo'ladi. Bunday gilzalarning bikrligini oshirish uchun ba'zan tashqi sirtlari qovurg'ali qilib yasaladi.

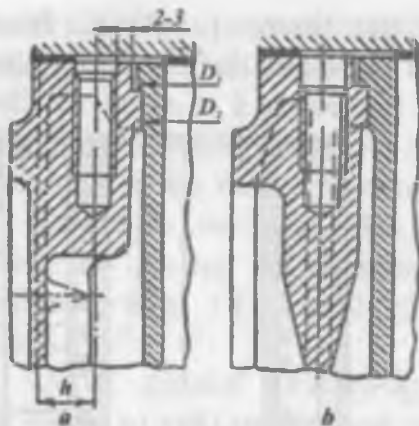


16.2-rasm. Ho'l gilzalar. Tayanch yuzalari yuqorida (a), o'rta (b) va pastda (v) joylashgan

Ho'l gilzalar issiqlikni yaxshi o'tkazadi va yaxshi soviydi. Gilza kamroq deformatsiyalanishi uchun uning ikkita (yuqorida va pastda) yo'naltiruvchi belbog'lari bo'ladi. Pastki belbog'i yuqorigi belbog'idan bir oz kichikroq diametr bilan yasaladi. Gilzaning tayanch yuzalari blokning halqasimon chiqiqlarida joylashadi. Bu yuzalar blokning yuqori qismidagi, o'rta yoki pastki qismidagi chiqiqlarda ham joylashishi mumkin.

Tayanch yuza gilzaning o'rta qismida joylashganda uning yuqori qismi yaxshi soviydi, porshen ~~halqalarining~~ harorati pasayadi, ya'ni «porshen-gilza» guruhining ish sharoiti yaxshilanadi. Gilza-ning yuqori qismi kallakdagi doira halqa 1 yordamida zichlanadi. Shpilkalar qotiriladigan tayanch chiqiqlar har xil shakllarda bo'lishi mumkin (16.3-rasm).

2. Materiallar. Gilzalar odatda C4 28-48 va C4 35-36 markali legirlangan cho'yandan, ba'zan esa 38XMIOA markali po'latdan yasaladi.



**16.3-rasm. Shpilkalar qotiriladigan
tayanch chiqiqlarning turlari**

Silindr - porshen guruhining tez yeyilishida silindr ko'zgusi va porshen halqalarining qattiqligi alohida ahamiyat kasb etadi. Shuni aytish lozimki, bu sirtlarning yuzalari xromlangan taqdirda ular chidamli bo'ladi va ko'p muddat ishlaydi (hatto changli sharoitda ham).

Afsuski, bu usul qimmatga tushganligi uchun avtomobil va traktor dvigatellarida (ko'zguni xromlash) qo'llanilmaydi. Masalan, D-12 dvigateliga po'lat gilzalar o'rnatilgan bo'lib, ularning ko'zguni azotlab, yeyilishga chidamli qilinadi. Chunki azotlangan qatlam ishqalanishga yaxshi chidaydi va yuqori haroratda korroziyabardosh bo'ladi. Ayrim hollarda ko'zgu xrom bilan 0,05-0,08 mm qalinlikda qoplanadi. Dvigatel changsiz sharoitda ishlaganida, silindr ko'zgunining qattiqligi kam bo'lsa (HB-140 ÷ 160), halqaning qattiqligi esa HB 230 ÷ 260 oraliqda bo'ladi, natijada silindr ko'proq yeyiladi. Yeyilishni kamaytirish maqsadida ko'zguning qattiqligi HB 220 ÷ 250 oralig'ida olinadi.

Ma'lumki, O'rta Osiyo regionini ham issiq, ham changli zonaga kiradi. Bu esa silindr ko'zguni va halqalarning qattiqligini juda ham oshirishni talab etadi. Aks holda porshen komplektini tez-tez almashtirib turish lozim. Shuni ta'kidlash lozimki, chang zarralari asosan kvars elementidan tashkil topgani uchun uning qattiqligi HB 1100 ÷ 1200 atrofida bo'ladi. Shu sababli, xattoki, xrom qatlam ham yeyilib ketadi. Izlanishlar shuni ko'rsatadiki,

halqalarning xrom qatlami yeyilgandan so'ng ularning yeyilish tezligi 3-4 marta ortib ketar ekan. Shuning uchun xrom qatlami qancha qalin bo'lsa, halqalar shuncha chidamli bo'ladi. Gilza va porshen halqalarining yeyilishini kamaytirish maqsadida ularning yuzalari silliq ($0,35 \div 0,45$ mkm) qilib ishlanadi.

Gilzalarining ishlash muddati quyidagi usullar bilan oshiriladi:

1. Havo, moy va yonilg'ini maxsus qog'oz tozalagichlar yordamida mayin tozalash (3 mkm);

2. Traktor dvigatellari uchun havoni ikki-uch pog'onali tozalash usulini qo'llash hamda uni chang kam zonadan dvigatelga kiritish;

Sovitish tizimiga termostat o'rnatish (aks holda gilzalar tez yeyiladi);

Suv g'ilofida hosil bo'ladigan qurumlarni vaqti-vaqti bilan tozalab turish;

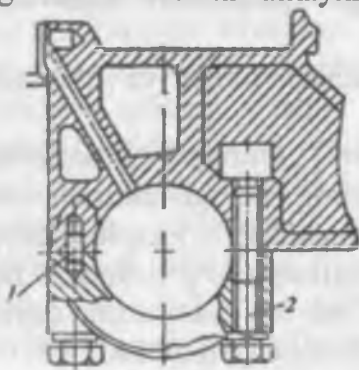
Moy haroratini maqbul ushlab turish va moylash tizimini ifloslardan tozalash.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Qurug gilzalarining devorlari qalinligi odatda 3-5 mm, ho'l gilzalamiki esa ($0,06 \div 0,01$) D_3 oralig'ida tanlanadi. Eksploatatsiya sharoitlarida dvigatellarni ta'mir qilishga to'g'ri keladi. Bu holda yeyilgan gilzalar I, II- ta'mir o'lchamlarida qayta ishlanadi va ularga mos porshen komplekti qo'yiladi.

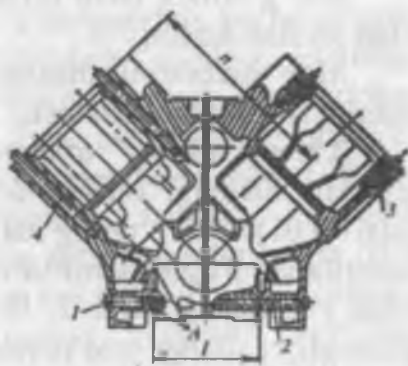
16.3. TUB PODSHIPNIKLAR

Ichki yonuv dvigatellarida tub podshipniklar asosiy yuklamani qabul qiladi va ularning puxtaligini, ishlash muddatini belgilaydigan asosiy detallardan hisoblanadi. Ular blok-karterning oldingi va keyingi devorlarining hamda ichki qovurg'alarining pastki qismida joylashadi (16.4-rasn). Tub podshipniklar sifatida ko'pincha sirpanish podshipniklari ishlatiladi. Ular ikki bo'lakdan iborat bo'lib, qopqoqli qilib yasaladi. Bunday podshipniklar o'ta biki, vazmin va

qovurg'ali bo'ladi. Ular karterga boltlar yoki shpilkalar yordamida qotiriladi. Qopqoqlarni to'g'ri o'rnatish va qotirish lozim. Bu maqsadda boltlar, vtulkalar aniq qilib ishlanadi hamda yo'naltiruvchi shtiftlar qo'yiladi. Ko'pgina hollarda (traktor dvigatellarida) tirsakli val tub podshipnigining ajralish tekisligi val o'qidan pastda joylashtiriladi. Bu esa podshipniklarga tushayotgan yuklamani kamaytiradi. Bu holda qopqoqning yon yuzalari blok karterning yuzalariga aniq moslanib, ma'lum vaziyatda mahkamlanadi. Bolt yoki shpilka rezbasining uzunligi l_r karter materialini hisobga olgan holda tanlanadi. Cho'yan karterlar uchun $l_r = (1,5 \div 2,0) d_r$, alyuminiy karterlar uchun esa $l_r = (2,0 \div 2,5) d_r$ (d_r - bolt rezbasining diametri). Bolt yoki shpilkalar mumkin qadar tirsakli valga yaqin joylashtirilishi kerak, chunki bu gazlarning bosim kuchidan hosil bo'ladigan eguvchi momentni kamaytiradi.



16.4-rasm. Tub podshipnik va uni qotirish usuli



16.5-rasm. V-simon dizel dvigatellarda tub podshipnikni qo'shimcha qotirish usuli

Tub podshipniklarning mustahkamligini oshirish maqsadida V-simon dizel dvigatellarida qopqoqlar gorizontol boltlar (16.5-rasm) yordamida qo'shimcha ravishda mahkamlanadi.

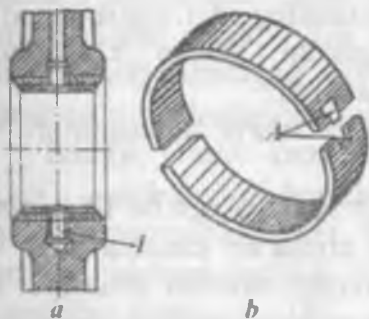
Tub podshipniklar bosim ostida moylanadi. Buning uchun karterning yuqori qismida tirsakli val o'qi bo'ylab

10 ÷ 14 mm li maxsus magistral moy kanali parmalab teshilgan bo'ladi.

Qopqoqni karterga o'rnatishdan hosil bo'lgan uyaga ichqo'ymalar o'rnatiladi. Ular ma'lum darajadagi taranglik bilan qotiriladi. Masalan, ichqo'ymaning tashqi diametri 60-110 mm bo'lganda taranglik $0,006 \div 0,08$ mm oralig'ida bo'lishi lozim. Ichqo'ymalar ikki bo'lakdan iborat bo'lib, konstruksiyasi bo'yicha yupqa devorli ($1,5 \div 3$ mm) va qalin devorli ($4 \div 6$ mm) bo'ladi.

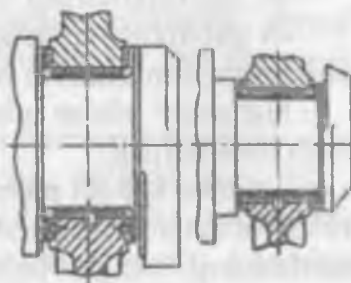
Ichki yonuv dvigatellari tub podshipniklarining ichqo'ymalari asosan kam uglerodli po'latdan tayyorlanadi.

Antifriksion material sifatida karbyuratorli dvigatel-larda babbitar (Б-83, Б-89) yoki maxsus antifriksion qotishma (COC-6-6) ishlatiladi. Dizellarda esa antifriksion qatlam sifatida bronza ishlatiladi. Uning qalinligi 0,3-0,7 mm bo'ladi. Ichqo'yma asosining qalinligi ($0,04-0,05$) d_{tb} (d_{tb} -tirsakli valning tub bo'yni diametri). Karbyuratorli dvigatel-larda ichqo'ymaning qalinligi ($0,03-0,04$) d_{tb} , antifriksion materialning qalinligi esa 0,2-0,5 mm atrofida bo'ladi.



16.6-rasm. Tub podshipniklar ichqo'ymalari va ularni mahkamlash usullari:

a-shtifi; *b*-chiqiqlar yordamida



16.7-rasm. Tayanch-tirgak podshipniklar

COC-6-6 qotishmasi (6% surma, 6% rux, qolgani - qo'rg'oshin) babbitga qaraganda yaxshi antifriksion

xususiyatlarga ega. Masalan, unda abraziv zarralar yutiladi, ya'ni botib qoladi va xususiyatini yo'qotadi. Shu sababli val bo'yining yeyilishi 15-20%ga kamayadi. 16.6-rasmda tub podshipniklar ichqo'ymalarining tuzilishi tasvirlangan. Ichqo'ymalar o'q bo'ylab siljimasligi uchun chiqiqlar A qilinadi yoki stopor vintlar I ishlatiladi. Tirsakli valning tayanch-tirgak podshipniklari yelkali qilib (antifriktsion qoplamali) yasaladi (16.7-rasm).

16.4. SILINDRLAR KALLAGI

1. **Konstruksiyasi.** Silindrlar kallagi asosan barcha silindrlar qatori uchun yaxlit qilib yasaladi. Havo bilan sovitiladigan dvigatellarga esa silindr kallagi har bir silindr uchun alohida qo'yiladi. Shuni aytish lozimki, keyingi paytda ayrim zamonaviy dizellarda ham (masalan, KamAZ-740 dvigateli va boshqalar) kallaklar alohida-alohida yasalyapti. Bu holda dvigatelga texnik xizmat ko'rsatish keskin osonlashadi va ekspluatatsiya arzonga tushadi. Kallaklarni har bir silindr uchun alohida yasash talaygina afzalliklarga olib keladi:

- quyish osonlashadi va quymaning sifati yaxshilanadi;
- dvigatelning porshen guruhi ishdan chiqqanini tekshirish va almashtirish osonlashadi;
- klapanlar ishdan chiqqanda ularni almashtirish va sozlash osonlashadi.

Silindrlar kallagi murakkab shaklga ega bo'lib, uning tuzilishi (dizellarda) kiritish va chiqarish kanallarining va klapanlarining soniga, joylashuviga, sovitish tizimiga va forsunkalarning joylashuviga bog'liq. Ajratilgan kamerali dizellarda esa kameraning shakliga ham bog'liq bo'ladi.

Karbyuratorli dvigatellarning kallagida yonish kamerasi va yondirish chaqmog'i o'rnatilganligi uchun ularning tuzilishi bir oz murakkabroq bo'ladi.

Kallaklar yetarli darajada bikr va mustahkam bo'lishi, konstruksiyasi oddiy, uni tayyorlash arzon bo'lishi hamda

unga klapanli mexanizmni, chaqmoq va forsunkalarni o'rnatish qulay bo'lishi kerak. Kiritish va chiqarish kanallarining o'tish kesimlari havoni ravon o'tkazishi, uzunligi bo'yicha keskin o'zgarmasligi kerak. Sovitish kanallari shunday tanlanishi lozimki, ular kallakni tekis sovitsinlar. Buning uchun suyuqlik keltiriladigan teshiklar kuchli qiziydigan zonalarga va shpilkalarga yaqin joylashtiriladi. Suyuqlikni chiqaruvchi teshiklar kallakning yuqori qismida joylashishi kerak (ana shunda bug to'planib qolmaydi).

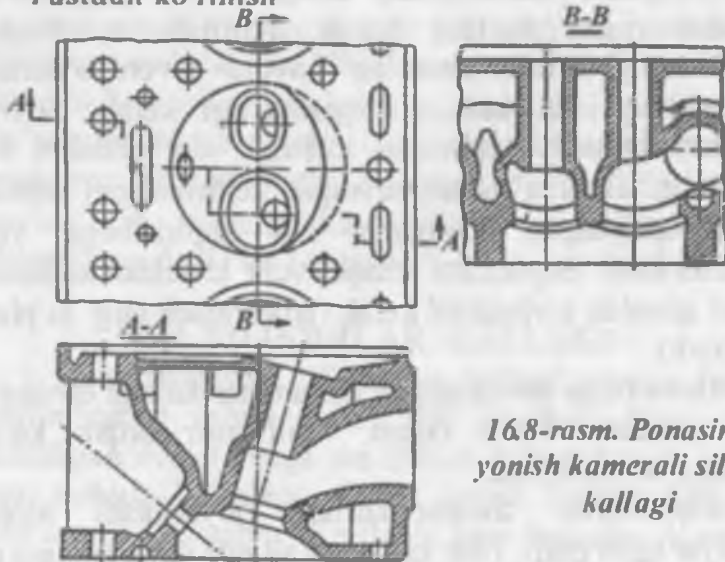
Havo bilan sovitiladigan dvigatellar kallagi qovurg'ali qilib yasaladi. Havo oqimi ventilyator orqali kerakli tomonga yo'naltiriladi.

Kallaklarda chaqmoqlarning joylashishi alohida ahamiyat kasb etadi. Ular kallak va silindr devorlarining eng kuchli qiziydigan zonalariga joylashtiriladi. Buning uchun maxsus o'rindiqlar yasaladi, chaqmoqlar rezbasining diametri 14 va 18 mm bo'ladi. Yengil avtomobillarning dvigateliga M 14×1,5 rezbali chaqmoqlar o'rnatiladi. Odatda (chaqmoqlar qizib ketmasligi uchun), chaqmoqlar o'rnatiladigan o'rindiq har tomondan soviturvchi suyuqlik bilan yuvilib turadigan qilib yasaladi. Bu esa chaqmoqni termik zo'riqishlardan saqlaydi.

Issqlik yonish kamerasidan kamroq yo'qolishi uchun $S_{y.o.k}/V_{y.o.k}$ nisbat iloji boricha kichik bo'lishi kerak ($S_{y.o.k}$ - yonish kamerasining yuzi, $V_{y.o.k}$ - hajmi). Bu holda yonish kamerasi ixcham bo'ladi. Klapanlari yuqorida joylashgan dvigatellar uchun $S_{y.o.k}/V_{y.o.k}$ nisbat 1,05-1,65; klapanlari blokda joylashganida esa $2,15 \div 2,4$ oralig'ida o'zgaradi.

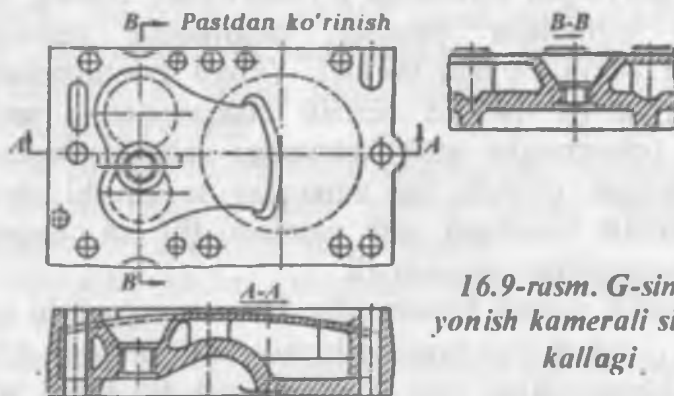
Yonish kamerasi ixcham bo'lsa, yonish jarayoni tez rivojlanadi, issqlik kamroq yo'qotiladi va detonatsiyali yonish uchun sharoit bo'lmaydi. Bu esa dvigatelning tejamliligini oshiradi.

Pastdan ko'rinish



**16.8-rasm. Ponasimon
yonish kamerali silindr
kallagi**

Pastdan ko'rinish

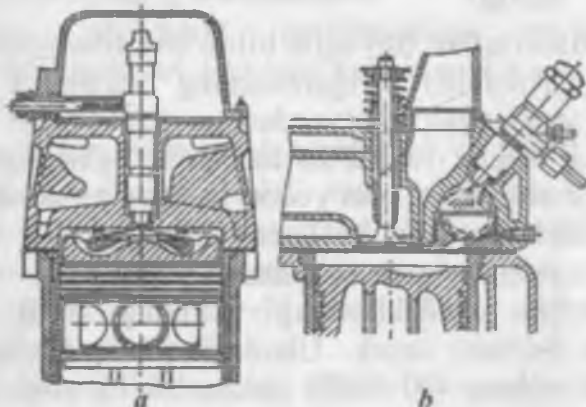


**16.9-rasm. G-simon
yonish kamerali silindr
kallagi**

Klapanlar yuqorida joylashganda siqish darajasini kattaroq tanlash mumkin ($\epsilon = 8-9$). To'ldirish koeffitsiyenti, qarshiliklar kamaygani tufayli, nisbatan katta bo'ladi; issiqlikning sovituvchi muhitga o'tish darajasi pasayadi. Natijada dvigatelning litrli quvvati va tejamliligi ortadi. Demak, klapanlari yuqorida joylashgan dvigatellarning ko'rsatkichlari klapanlari blokda joylashgan dvigatellarga nisbatan yaxshi bo'ladi.

Hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellarda yarim sferik, chodirsimon, ponasimon (16.8-rasm), yarim ponasimon va klapanlari pastda joylashgan G-simon (16.9-rasm) yonish kameralari keng tarqalgan.

Dizellarda silindrlar kallagining tuzilishi ularda qo'llaniladigan yonuvchi aralashmani hosil qilish usuli bilan belgilanadi. Ularning tuzilishi nisbatan murakkab bo'ladi. 16.10-rasm, *a* va *b* larda ajratilmagan va ajratilgan yonish kamerali dvigatelning kallagi ko'rsatilgan. Ajratilmagan kamerali dizelning kallagi, bir oz oddiyroq konstruksiyaga ega. Ajratilgan kameraning yuqori qismi esa (uyurma yoki old kameralar) kallak bilan yaxlit quyiladi. Pastki qismi esa issiqqa bardoshli po'latdan tayyorlanadi va kallakning pastki tekisligi tomonidan o'rnatiladi.

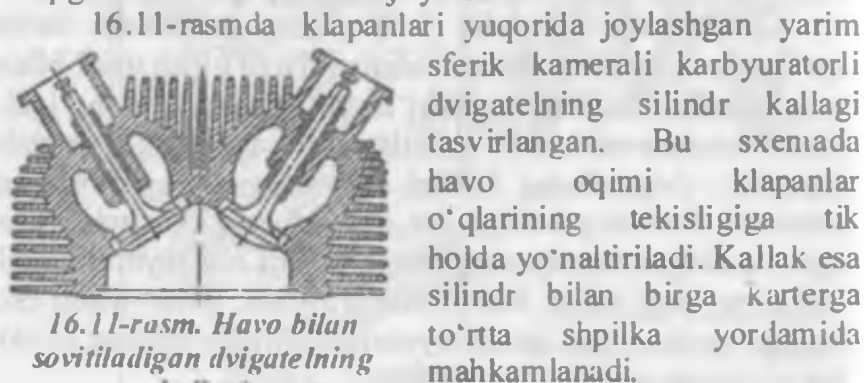


16.10-rasm. Dizellarda qo'llaniladigan kallaklarning turlari:
a-ajratilmagan va *b*-ajratilgan yonish kamerali

Kallakka bo'lgan boshqa talablar karbyuratorli dvigatelniki kabidir.

Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda silindrlar kallagiga qo'yiladigan talablardan biri - uning harorati (klapan o'rindiqlari zonasida) $215-230^{\circ}\text{S}$ dan yuqori bo'lmasligi kerak. Shuning uchun silindrlar kallagi asosan alyuminiy qotishmasidan tayyorlanadi, chunki u qizib ketmaydi.

Shuni aytish lozimki, sovitish qovurg'alarining shakli va o'lchamlari tajriba yo'li bilan tanlanadi. Kallakda issiqlik oqimi tekis tarqalishi uchun qovurg'alar silindr o'qiga nisbatan ekssentrik joylashtiriladi.



16.11-rasmda klapanlari yuqorida joylashgan yarim sferik kamerali karbyuratorli dvigatelning silindr kallagi tasvirlangan. Bu sxemada havo oqimi klapanlar o'qlarining tekisligiga tik holda yo'naltiriladi. Kallak esa silindr bilan birga karterga to'rtta shpilka yordamida mahkamlanadi.

2 Materiallar. Suyuqlik bilan sovitiladigan dizel va ba'zi karbyuratorli dvigatellarning kallagi CЧ 15-32 markali legirlangan cho'yandan quyiladi. Havo bilan sovitiladigan barcha dvigatellar hamda ko'pgina karbyuratorli dvigatellarning kallagi esa yuqori haroratda yuksak mexanik mustahkamlikka ega bo'lgan АЛ 5, АС 9 va АК 4 markali alyuminiy qotishmasidan quyiladi.

Cho'yan kallaklarining qattiqligi HB 180-240 oralig'ida bo'lishi kerak. Ulardagi qoldiq kuchlanishlarni yo'qotish uchun 400-500°S gacha 10-15 soat davomida qizdirilib, so'ng asta-sekin sovitiladi.

Alyuminiy qotishmasidan yasalgan kallaklar esa 6-8 soat davomida 200°S gacha qizdiriladi. Suv bo'shliqlarining jipsligini sinash uchun kallaklar 0,4 MPa bosim ostida gidravlik usulda tekshiriladi. Bunda, hatto devor sirtlari namlanmasligi lozim, aks holda kallak brak qilinadi.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Silindrlar kallagi ixcham va massasi kichik bo'lishi lozim. Bu esa dvigatelni sovitish usuliga, yonish kameralarining turiga, klapanlarning joylashishiga, uning materialiga va h.k.larga bog'liqdir.

Klapanlari blokda joylashgan dvigatellarning kallagi ixcham va kichik massali bo'ladi. Uning massasi dvigatel massasining 8-9 % ini tashkil etadi. Klapanlar yuqorida joylashganda esa kallakning shakli murakkablashadi va vazni og'irlashadi. Uning massasi dvigatel massasining 12-13% iga yetadi. Masalan, yarim sfera shaklli yonish kamerasiga ega bo'lgan dvigatel kallagining balandligi $H_k=(1,6-2,0) D$, oralig'ida tanlanadi.

Havo bilan sovitiladigan karbyuratorli dvigatellar kallagining balandligi esa $H_k=(1,25...1,80) D$, oralig'ida olinadi.

Dizellarda suyuqlik bilan sovitiladigan kallakning balandligi $H_k=(0,8...1,2) D$; havo bilan sovitilganda esa $H_k=(1,0...1,7) D$, oralig'ida tanlanadi.

Odatda alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan kallaklarning devorlari cho'yan kallaklarnikiga nisbatan 2 mm qalin bo'ladi.

Yonish kameralarining atrofidagi va pastki tayanch devorlarning qalinligi 9-10 mm oralig'ida quyiladi. Sovituvchi qovurg'alarining uzunligi 50-60 mm qalinligi 1,5 mm, qadami esa 4 mm gacha qilib quyiladi. Suv o'tadigan bo'shliqning kengligi 10-15 mm, kanal devorlarining qalinligi esa 5 mm bo'ladi.

Keyingi paytlarda ichki yonuv dvigatellarida yupqa devorli cho'yan quymalar ishlatilmoqda. Bu usul bilan ko'pgina miqdorda metall tejaladi, chunki devorlarning qalinligi 3,2-4,0 mm dan oshmaydi.

4 Boltlar va shpilkalar. Dizel dvigatellarining kuch shpilkalari va boltlari 18 XHBA, 18 XHMA; 20 XHBA, 40 XHBA, 38 XA markali legirlangan po'latlardan, karbyuratorli dvigatellarniki esa 40, 20, 40X, 20X markali po'latlardan tayyorlanadi.

Boltlar yoki shpilkalar soni har bir silindrga 4-6 donadan (klapanlar yuqorida joylanganda) yoki 5-8 donadan

(klapanlar blokda joylanganda) to'g'ri keladigan qilib tanlanadi.

Shpilkalar yoki boltlar tortilganda, silindrlar blokining devorida eguvchi momentlar hosil bo'ladi. Shpilkalar va silindr bloki devorining o'qlari bir-biriga qanchalik yaqin joylashsa, gilzaning deformatsiyasi shunchalik kam bo'ladi va kam yeyiladi.

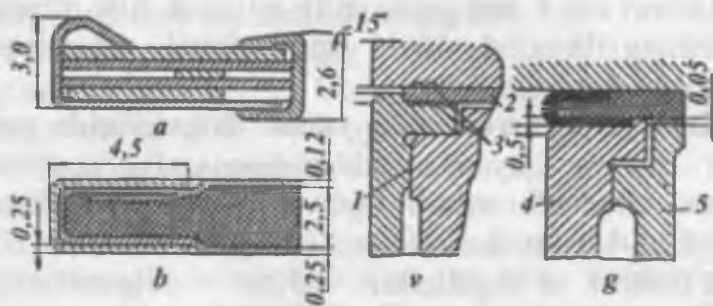
5. Gaz sizadigan choklarni zichlash uchun qistirmalar. Siqish va yonish jarayonlarida yonish kamerasidagi bosim 1,2-8,0 MPa oralig'ida o'zgaradi. Bu bosimga ega bo'lgan gazlar tashqariga chiqib ketmasligi kerak. Ushbu maqsadda silindrlar bloki va kallak oralig'iga ularni zich birlashtirish uchun qistirma qo'yiladi. Qistirmaning tuzilishi blok va kallakka mos bo'lib, 1,5-2,5 mm qalinlikda yasaladi. Qistirmalar quyidagi turlarga bo'linadi:

- nisbatan yumshoq mis-asbest, temir-asbest qistirmalar (16.12-rasm, b);

- alyuminiy yoki misdan yasalgan qistirmalar;

- yupqa mis listlar yig'imidan iborat qistirmalar;

- yupqa po'lat list shaklidagi qistirmalar (16.12-rasm, a).



16.12-rasm. Gaz sizadigan choklarni zichlash uchun qo'yiladigan qistirmalarning turlari va ularni o'rnatish usullari

Qistirmalar yetarli darajada elastik, yuqori bosim va haroratga chidamli bo'lishi, zichlanganda esa blok va kallakning tayanch sirtlarida mexanik ishlovdan so'ng qolgan barcha notekisliklarni to'ldirishi kerak.

Mis-asbest, temir-asbest qistirmalar varaqa asbestdan tayyorlanib, uning silindr tushadigan teshigi qalinligi 0,1-0,3 mm li mis yoki latun folga bilan qoplanadi.

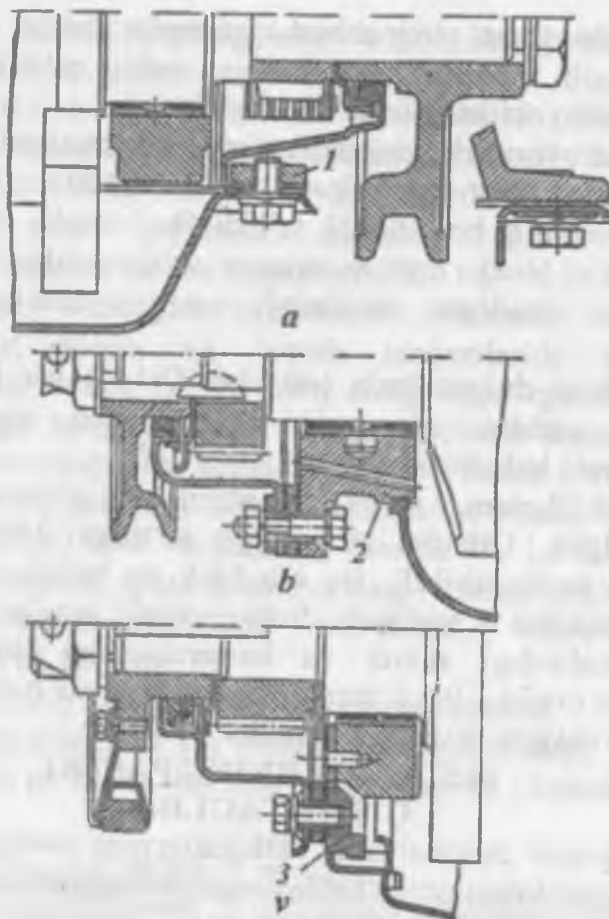
Karbyuratorli dvigatellarning qistirmalarida yonish kamerasi uchun qoldirilgan teshik atrofida jo'valangan aylana chiqiq bor. Shuni ta'kidlash lozimki, kallakning shpilkalari blokka ma'lum moment ostida mahkamlanadi, bu esa gaz sizadigan choklarni yaxshi zichlashga imkon beradi.

Ba'zi dvigatellarda (masalan *D-144*) har bir silindr uchun alohida mis yoki alyuminiydan tayyorlangan zichlovchi halqalar ishlatiladi.

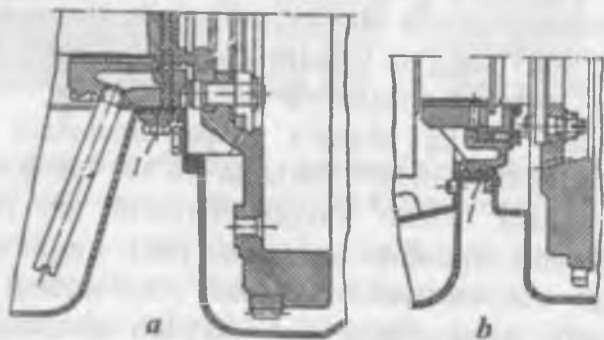
16.12-rasm, *v* va *g* larda qistirmalarni o'rnatish usullari keltirilgan. Odatda, gilza blok sirtidan 0,05-0,3 mm baland joylashtiriladi. Bu esa blok va kallakning yaxshi zichlashishini ta'minlaydi, chunki kontakt yuzalar kamayadi. Qistirmalardagi silindr va kameralarning qirralarigacha bo'lgan oraliq 1,0-1,5 mm bo'lishi lozim, aks holda ular tez ishdan chiqishi (kuyishi) mumkin.

16.5. KARTERNING PASTKI QISMI (TAGLIK)

Ichki yonuv dvigatellarida blok-karterning pastki qismi 1-2 mm qalinlikdagi po'lat listdan oson chiqarib olinadigan qilib shtamplab tayyorlanadi va u moy rezervuari vazifasini o'taydi. Taglik blok karterga boltlar yoki vintlar yordamida mahkamlanadi va ular orasiga, moy sizib ketmasligi uchun, po'kak yoki qog'oz qistirmalar qo'yiladi. Taglikning bikrligini oshirish maqsadida har xil usullar (16.13-rasm) qo'llaniladi (po'lat plastina / payvandlanadi va h.k.). Taglikka hech qanday yuklama ta'sir qilmaydi. Uning oldingi qismi tirsakli valning birinchi tub podshipnigi qopqog'ining silindrik yuzasiga yoki unga o'rnatilgan flanetsga biriktiriladi. Maxovik tomondan esa tub podshipnik qopqog'ining sirti bo'ylab qistirmalar qo'yib qotiriladi (16.14-rasm).



16.13-rasm. Taglikning bikrligini oshirish usullari



16.14-rasm. Taglikni maxovik tomondan qotirish

XVII BOB. PORSHEN GURUHI

Porshen guruhi ichki yonuv dvigatelining asosiy elementi bo'lib, dvigatelning ishlash muddati va ko'rsatkichlari shu guruhning texnik holati bilan belgilanadi. Bu guruhning ishlash jarayoni gilzaning ishi bilan birgalikda tahlil qilinishi lozim.

Karbyuratorli dvigatellarda yo'qotiladigan jami mexanik quvvatning 60-70% i silindr-porshen guruhi orqali yo'qotiladi. Dizellarda esa bu qiymat 75% gacha yetadi. Bu esa ularga bo'lgan talabni kuchaytiradi.

Silindr-porshen guruhi siqish va yonish jarayonlarida gazlarning halqalar orqali yo'qolishiga va karter moyini yonish kamerasiga kirishiga katta to'sqinlik qilishi kerak. Porshen guruhi porshen, halqalar, barmoq va uni mahkamlovchi detallardan tashkil topgan bo'lib, yonish kamerasining hajmi uning yuqori chekka nuqtadagi holati bilan belgilanadi. Yonish jarayonidagi barcha issiqlik yo'qotishlar shu yuza va hajm orqali bo'ladi. Katta miqdordagi bosim kuchi porshen guruhi orqali shatun va tirsakli valga beriladi.

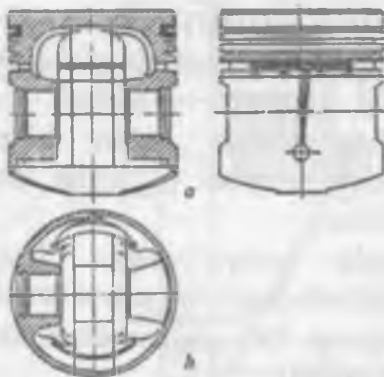
17.1. PORSHENLAR

Porshenlarga qo'yiladigan asosiy talablar:

- massasi kichik, mustahkam va bikr bo'lishi;
- ish muddati dvigatelnikiga mutanosib;
- ishlab chiqarish (quyish) oson bo'lishi kerak.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, silindr ichida yonish jarayoni tufayli ajralib chiqadigan issiqlikning bir qismi porshen orqali yo'qotiladi (3-4%-karbyuratorli dvigatellarda; 5-8% dizellarda). Bu issiqlikning asosiy qismi porshen halqalari orqali (65-74%), qolgan qismi esa (20-30%) yubka orqali sovituvchi muhitga o'tkaziladi.

Porshenlar yuqori bosim (5.5-12 MPa) va haroratlarda (475-525 K) ta'sirida ishlaydi. Natijada uning o'lchamlari o'zgarib, porshen-silindr, porshen-porshen barmog'i hamda



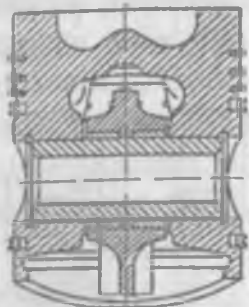
17.1-rasm. ZIL-130 dvigateli
porshenining shakli

porshen-porshen halqalari oralig'idagi tirqishlarning o'zgarishiga sabab bo'ladi. Ular katta oniy tezlikda (15-25 m/s) harakat qilganligi sababli, ularni moy bilan ta'minlash qiyinlashadi. Bu esa ishqalanishni kuchaytirib, silindr-porshen guruhining tez yeyilishiga olib keladi.

1. Konstruksiya. Porshenlar tuzilishi jihatidan anchagina murakkab bo'lib, ularning tubi dizellarda yonish kamerasi vazifasini, karbyuratorli dvigatellarda esa yonish kamerasining (porshen yu.ch.n.da bo'lganda) pastki chegarasini belgilaydi. U tub, zichlovchi halqalar o'rnatiladigan qism va yubkadan iborat. Porshen tubining shakli xilma-xil bo'lib, karbyuratorli dvigatellarda asosan tekis bo'ladi (17.1-rasm, a, b). Dizellarda esa yonish kameralarining turiga bog'liq bo'lib, massasi nisbatan katta va binobarin, inersiya kuchlarining oshishiga sabab bo'ladi (17.2-rasm).

Porshen tubi devorining qalinligi karbyuratorli dvigatellarda 5-6 mm, dizellarda esa 8-10 mm qilib (unga ta'sir etuvchi bosim kuchini hisobga olib) tanlanadi. Odatda, porshen tubining ichki tomoni qovurg'ali qilib yasaladi, bu esa uning bikrligini oshiradi. Ko'pgina hollarda porshen tubining ichki tomoni moy vositasida majburan sovitiladi. Porshenning zichlovchi qismi porshen halqalari va kashak (peremichka)larni o'z ichiga oladi va porshen tubiga berilgan issiqlikning 80% i u orqali silindrga uzatiladi. Porshen halqalari va silindr ko'zgusi orasidagi tirqish juda katta ahamiyatga ega bo'lib, u moyni yonish kamerasiga

o'tkazib yubormaslik hamda gazlarning karterga o'tib ketmaslik shartlarini hisobga olgan holda tanlanadi.



17.2-rasm. YAMZ-236
dvigateli porshenining
shakli

Odatda, bu tirqish bir necha mikron (0-5 mkm) oralig'ida bo'ladi. Kashaklar gazlar kuchi, halqalarning inersiya kuchi va ishqalanish kuchlari ta'sirida ishlaydi. Dizellarda uning balandligi $0.065 D_s$, karbyuratorli dvigatellarda esa $0.05 D_s$ oralig'ida tanlanadi.

Kompression halqalar soni dvigatellarning tezyurarligi va turiga qarab 1-3 ta, moy sidiruvchi halqalar esa 1-2 ta qilib tanlanadi.

Ularning soni qanchalik kam bo'lsa, ishqalanishga sarf bo'ladigan quvvat shunchalik kam bo'ladi va aksincha. Odatda, karbyuratorli dvigatellarda halqalar soni 3 ta, dizellarda esa 3-5 ta bo'ladi.

Birinchi kompression halqagacha bo'lgan l masofa (17.3-rasm, a) porshenning termik zo'riqishini belgilaydi. Shuning uchun u dizellarda nisbatan katta tanlanadi (16-20 mm). Bu esa porshen massasini va inersiya kuchini oshiradi. Ichki yonuv dvigatellarida tez yeyiluvchan detallardan biri birinchi kompression halqa hisoblanadi. Shu sababdan ko'pgina dvigatellar porshenining yuqori halqa o'ratiladigan o'rindig'iga olovbardosh qistirmalar qo'yiladi (ZIL-130, A-OIM va boshqa dvigatellarda). Bu qistirmalar porshenning ishlash muddatini 2-2,5 barobar oshirishi mumkin.

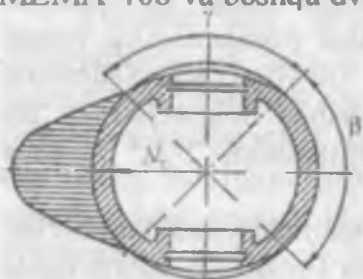
Moy sidiruvchi halqalarning tuzilishi murakkab bo'lib, ular moyni porshen ichiga haydashi kerak. Bu vazifa halqa ariqchalaridagi va uning tagidagi maxsus teshiklar orqali amalga oshiriladi (17.3-rasm, v). Shuni ta'kidlash kerakki, kiritish (so'rish) taktida silindr ichidagi bosim karterdagi bosimdan past bo'lganligi sababli moy yonish kamerasiga

o'tishi va yonishi mumkin. Shuning uchun halqalarga qo'yiladigan talablardan asosiysi moyni yonish kamerasiga keragidan ortiq (0,05%) o'tkazmaslikdir. Afsuski, porshen halqalari yeyilishi natijasida moy sarfi ortib boradi, dvigatelning quvvati esa pasayadi.



17.3-rasm. Porshen halqalari va ularning ishlash sxemasi

Porshen yubkasi porshenni silindr o'qi bo'ylab yo'naltirish uchun xizmat qiladi va normal kuch N_z ni silindr ko'zgusi bo'ylab tekis taqsimlaydi. Yubkaning uzunligi N_z kuchining miqdoriga bog'liq bo'lib, N_z kuchi qancha katta bo'lsa, yubka shuncha uzun bo'lishi lozim. Normal kuch musbat va manfiy bo'lishi mumkin. U yubka yon sirtining ma'lum burchagida silindrga ta'sir qiladi (17.4-rasm). Bu burchak 80-100° oralig'ida bo'ladi. Ko'pgina porshenlarda bo'rtma (bobishka) atrofi (γ burchakda) kichikroq diametrda yasaladi. Natijada ishqalanish kamayadi (masalan, GAZ-21, MZMA-408 va boshqa dvigatellarda).

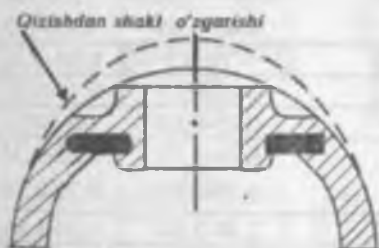


17.4-rasm. Porshen yubkasining sirtida bosimning taqsimlanish sxemasi

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, porshen yubkasi oval shaklida bo'lishi kerak. Ovallik 0,1-0,3 mm atrofida tanlanadi. Bu esa termik deformatsiyalarning notekisligi bilan tushuntiriladi. Oval yubka esa dvigatel ishlaganda (termik deformatsiya ta'sirida) silindrik shaklga keladi.

Porshenning yuqori qismidan yubkasiga issiqlikni kamroq berish maqsadida har xil T va P shaklida kesiklar yasaladi. Natijada kesikli yubkaning harorati kesiksiz yubkanikiga nisbatan $10-20^{\circ}\text{S}$ ga past bo'ladi. Odatda, bu kesiklar normal kuch N_z kam bo'lgan tomonda yasaladi. Kesiklar porshenning tiqilib qolishini va taqillab ishlashini kamaytiradi. Ba'zan bu maqsadda porshen barmog'ining o'qi porshen o'qiga nisbatan, uning ko'p yuklangan tomoniga qarab, ε -masofaga siljiriladi. Hozirgi vaqtda ko'pgina porshenlarga invar yoki po'latdan yasalgan maxsus qistirmalar l qo'yiladi (17.5-rasm). Bu esa porshenning shovqinsiz ishlashini ta'minlaydi, montaj tirqishlarini kamaytiradi. Ular bo'rtma atrofiga o'rnatiladi.

Shuni aytish lozimki, chet el avtonobil dvigatellari porshenining yubkasida kesiklar bo'lmaydi, uning devorlariga esa kengayishni rostlovchi po'lat yoki invar qistirmalar o'rnatiladi. Natijada porshenning mustahkamligi ortadi, yubkaning sirti kattalashadi; yubka va gilza orasidagi tirqish minimal bo'ladi. Dvigatelning barcha ish rejimlarida



17.5-rasm. Gazlar bosimi va qizish ta'sirida porshenning deformatsiyalanishi:

1-invar qistirma

porshen bir xil tirqishda ishlaydi. Misol tariqa-sida, 17.1-rasmda ZIL-130 dvigatelining porsheni tasvirlangan. Ko'rinib turibdiki, porshen tubi tekis, ichki tomoni qobirg'asiz, yubkasi kesilmagan, porshen tubiga issiqlikni rostlovchi halqasimon qistirma o'rnatilgan; yubkaning kesimi oval shaklida, bo'yiga konussimon yoki bochkasimon qilib yasalgan, issiqlik

kesiklari moy sidiruvchi halqaning ichida joylashgan; porshen barmog'ining har bir bo'rtmasi porshenning tubi

bilan ikki qobirg'a orqali tutashgan (bu uning bikrligini ta'minlaydi).

Izlanishlar va yuqoridagi tadbirlar natijasida porshen tubining harorati 10-30°S pasaytirildi va yaxshi ishlashi ta'minlandi.

2. Materiallar. Hozirgi zamon karbyuratorli dvigatellarining porsheni uchun material sifatida asosan AJI 10 B va AJI 30 (kokilga quyiladi) markali qotishmalar ishlatiladi (chiziqli kengayish koeffitsiyenti

$$\alpha = 16 - 21 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{grad}}).$$

Dizel dvigatellari uchun AK 4, AK 2, ЖЛС, AJI 1 qotishmalari va CЧ 24-44, CЧ 28-48, CЧ 32-52 markali kulrang va bolg'alanuvchan cho'yanlar ishlatiladi. Birinchi kompression halqaning tagiga qo'yiladigan qistirmaning materiali sifatida cho'yan yoki kam uglerodli po'lat ishlatiladi.

17.1-jadval

Porshenning nisbiy konstruktiv o'lchamlari

O'lchamlar	Karbyuratorli dvigatellar	Dizellar
H/D	0.90-1.30	1.16-1.6
l_1/D	0.42-0.65	0.60-1.0
L_{av}/D	0.70-0.8	0.80-1.25
l/D	0.06-0.09	0.10-0.20
b/D	0.05-0.08	0.12-0.2
v/D	0.30-0.50	0.32-0.34
d_1/D	0.25-0.30	0.30-0.38
d_{av}/D	1.30-1.60	1.30-1.60
S/D	0.05-0.10	0.05-0.10
S_1, mm	2.0-5.0	2.0-5.0
l_2/D	0.50-1.20	0.50-1.25

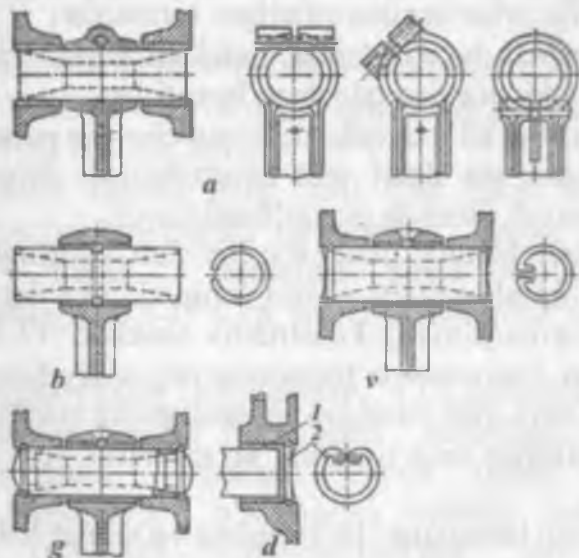
Alyuminiy qotishmalaridan yasalgan porshenlarning qattiqligi HB 90-120 oralig'ida bo'ladi. Yubkaning sirti 0.005-0.02 mm qalinlikda qalay bilan ishlanadi. Natijada yubka bilan gilza sirtining bir-biriga moslashish davri kamayadi.

Porshenlar tayyorlanadigan material arzon va yaxshi (oson) ishlanishi, yuqori antifriksion xususiyatli, kengayish koeffitsiyenti nisbatan kichik bo'lishi va issiqlikni yaxshi o'tkazishi lozim.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellari porshenlarining konstruktiv o'lchamlari 17.1-jadvalda keltirilgan.

17.2. PORSHEN BARMOQLARI

Ko'pgina dvigatellarda asosan erkin o'rnatilgan (suzib yuradigan) porshen barmoqlari, ayrimlarida esa bolt orqali qotiriladigan barmoqlar ishlatiladi. Porshen barmog'ining diametri porshenning balandligiga va massasiga ta'sir qiladi. Porshen barmog'ining tashqi va ichki diametrlari hosil bo'ladigan egiluvchan va qirqishga ishlaydigan kuchlanishlarni hamda uning ish vaqtidagi ovalanishidan hosil bo'ladigan kuchlanishlarni hisobga olgan holda tanlanadi.



17.6-rasm. Porshen barmoqlarini qotirish usullari

Porshen barmog'i bo'rtmaga, shatunga kichik tirqish (3-5 mkm) bilan o'rnatiladi (qiziganda hosil bo'ladi). Shuning uchun bunday barmoqlar bo'rtmada va shatun vtulkasida erkin harakat qilishi mumkin. Shatun barmoq atrofida tebranma harakatda bo'ladi. Porshen barmog'i o'zgaruvchan termik yuklamalar va kuchlanishlar ta'sirida ishlaydi. Natijada barmoqning ishlash sharoiti yomonlashadi. Yarim suyuqli ishqalanish vujudga keladi va ishqalanish juftlari (vtulka, bo'rtma va barmoq) tez yeyiladi.

1. Konstruksiyasi. Porshen barmog'i silindrik shaklda, ichi esa teshik qilib (har xil shaklda) yasaladi.

Porshen barmog'i yengil, yeyilishga chidamli, bikr va mustahkam bo'lishi kerak. Qotirish usullari bo'yicha ular quyidagi turlarga bo'linadi (17.6-rasm):

a) shatun vtulkasida ham, porshen bo'rtmalarida ham aylanadigan, erkin o'rnatilgan barmoqlar;

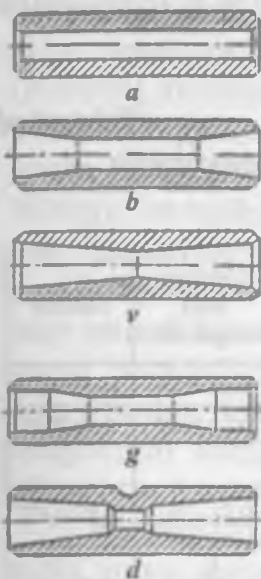
b) shatun vtulkasida mahkamlangan va porshen bo'rtmalarida erkin harakat qiladigan barmoqlar;

v) porshen bo'rtmalarida mahkamlangan va shatun vtulkasida erkin harakat qiladigan barmoqlar.

1-usul eng ko'p tarqalgan; 2-usul cho'yan porshenlarga xosdir; 3-usul esa ilgari eski konstruksiyali dvigatellarda qo'llanilgan edi. Hozirda esa qo'llanilmaydi.

Porshen barmog'ining o'q bo'ylab siljishiga qarshi halqalar yoki alyuminiy yoxud latun tiqinlar ishlatiladi. Porshen barmoqlarining konstruktiv shakllari 17.7-rasmda tasvirlangan. Quvursimon barmoqlar eng oddiy hisoblanadi. Ichi konus sirtli qilib yasalgan barmoqlarning massasi kichik bo'ladi, egilishga teng qarshilik ko'rsatuvchi brus shaklida bo'ladi.

Porshen barmoqlari bo'rtmadagi va shatun kallagidagi teshiklar orqali beriladigan moy bilan moylanadi.



17.7-rasm. Porshen barmoqlarining konstruktiv shakllari

2. Materiallar. Karbyuratorli dvigatellarning porshen barmoqlari selektiv tozalangan 45 po'lati (Stal 45), 45 XA po'lati, 15 va 15X po'latlaridan tayyorlanadi.

Dizellarning porshen barmoqlari esa katta yuklamada ishlaganligi tufayli 12X2H4A, 12XH3A va 15XMA markali chidamli po'latlardan tayyorlanadi.

45 XA va 45 po'latlaridan tayyorlangan porshen barmoqlari yuqori chastotali tok ta'sirida 1-1,5 mm gacha qalinlikda toblanib, mustahkamligi oshiriladi.

15X va 15 markali po'latlardan tayyorlangan barmoqlar

esa 0,5-1,5 mm qalinlikda sementatsiya qilinadi va toblanadi.

Termik ishlangan porshen barmoqlari ish sirtining qattiqligi HRC 58÷65 va o'zak qismining qattiqligi kamida HRC 32÷40 bo'lishi kerak.

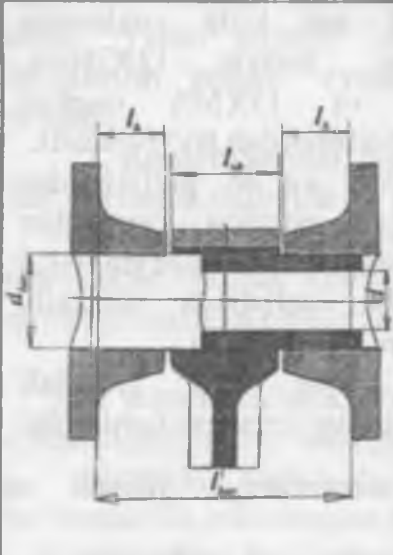
Porshen barmog'ining sirti o'ta tekis va silindrik shaklga ega bo'lishi hamda termoximik usulda ishlangan bo'lishi kerak. Masalan, sirtni azotlash uning mustahkamligini 35-45% ga, sementatsiya qilish esa 15-20% oshiradi.

3. Konstruktiv o'lchamlar. 17.2-jadvalda porshen barmoqlarining nisbiy o'lchamlari keltirilgan. Odatda, yangi dvigatel loyihalanayotganida uning detallarining konstruktiv o'lchamlari statistik ma'lumotlar asosida (prototip dvigatelnikiga mos holda) tanlanadi. Mustahkamligi esa hisoblab tekshiriladi. Agar

mustahkamligi talabga javob bersa, uning o'lchamlariga o'zgartirish kiritilmaydi.

17.2-jadval

Porshen barmoqlarining nisbiy konstruktiv o'lchamlari

	O'lchamlar	Karbyura- torli dvigatellar	Dizellar
	d/d_b	0.65-0.75	0.60-0.75
	d_b/D	0.22-0.30	0.30-0.40
	d_{kur}/D		
	Mahkamlangan barmoq uchun	0.88-0.93	0.88-0.93
	Erkin o'rnatilgan barmoq uchun	0.8-0.87	0.8-0.87
	l_b/D Mahkamlangan barmoq uchun	0.28-0.32	0.28-0.32
	Erkin o'rnatilgan barmoq uchun	1.33-0.45	0.33-0.45

17.3. PORSHEN HALQALARI

Yuqorida aytib o'tganimizdek, ichki yonuv dvigatellarida kompression (zichlovchi) va moy sidiruvchi halqalar ishlatiladi. Ular quyidagi vazifalarni bajaradi:

- porshen usti bo'shlig'idagi gazlarni karterga o'tkazib yubormaydi;

- issiqlikni porshendan gilzaga uzatib beradi;

- gilza devorlarida moy pardasini hosil qiladi, ortiqchasini sidirib, uni yonish kamerasiga o'tkazmaydi.

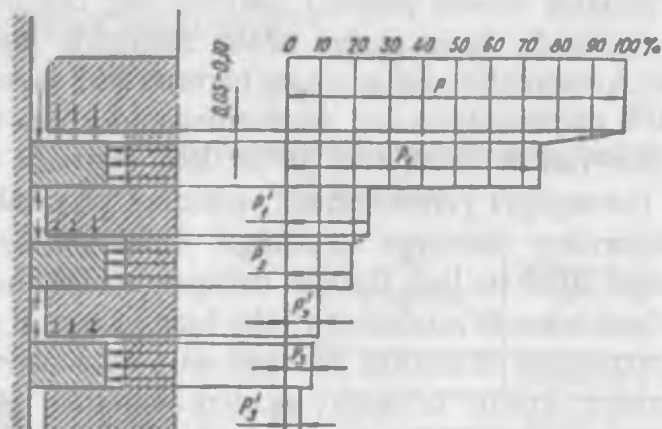
Porshen halqalari juda og'ir sharoitda ishlaydi. Ularga o'zgaruvchan bosim kuchi, gazlar harorati va sirpanish tezligi ta'sir qiladi. Shu sababdan silindr-porshen guruhining

ishlash muddati asosan porshen halqalarining chidamliligi bilan belgilanadi. Issiq gazlar ta'siri natijasida yuqorigi (birinchi), kompression halqalarning harorati sikl davomida 200-250°S gacha (alyuminiy porshenlarda) va 350-400°S gacha (cho'yan porshenlarda) ko'tariladi. Natijada uning bikrligi (tarangligi) yomonlashadi, qattiqligi pasayadi. Bu esa gazlarning karterga o'tishiga va ularning tez yeyilishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, birinchi halqani moy qatlami bilan ta'minlash qiyin bo'lgani uchun, u yarim quruq ishqalanish sharoitida ishlaydi va yonish davridagi katta bosim kuchi ta'sirida yu.ch.n. atrofida gilzaga ishqalanishi kuchayadi va tez yeyiladi (ham halqa, ham gilza).

Shu narsani ta'kidlash lozimki, O'rta Osiyo zonasida ichki yonuv dvigatellari katta harorat va changli sharoit ta'sirida ishlaydi. Havo tozalagichlar qanchalik yaxshi ishlamasinlar, baribir silindr ichiga havo bilan mayda chang zarralari ham o'tadi. Ular silindr devorlariga o'tirib qolib, halqalar bilan birga ishqalanish jarayonida qatnashadi, natijada silindr-porshen guruhi tez ishdan chiqadi.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, porshen halqalarining radius bo'yicha yeyilishi 0,8-1 mm ni tashkil qilar ekan. Bu esa halqalarning elastikligini yo'qotganidan darak beradi. Natijada dvigatel karteriga ko'plab ish aralashmasi o'tib ketadi va dvigatelning quvvati, tejamkorligi yomonlashadi. Bundan tashqari, moy sarfi ortadi.

Kompression halqalar zichlash vazifasini bajaradi (17.8-rasm). Buning uchun ular porshendagi ariqchalarga ma'lum tirqish (0,05-0,10 mm) bilan o'rnatiladi. Natijada labirintli zichlagichlar hosil bo'ladi. Dvigatel maqbul sharoitda ishlaganda gazlar bu bo'shliqlar (labirintlar) orqali karterga past tezlikda o'tishi mumkin. Natijada ish aralashmasi bir oz yo'qotiladi. Bu sharoitda gazlar bosimining pasayishi sxemasi 17.8-rasmida tasvirlangan.



17.8-rasm. Kompression halqalarning zichlashishi sxemasi

Porshen halqalari turli bosimda gilza devorlariga siqiladi. Masalan, yonish kamerasidagi bosimni 100% deb olsak, birinchi halqa bo'shlig'idagi bosim 75% ga, ikkinchi halqa bo'shlig'ida esa 20% va uchinchi halqada - 3% ga teng bo'ladi.

Odatda, gilzaning balandligi bo'yicha notekis yeyilishi ushbu sxema orqali tushuntiriladi. Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellari halqalarining kuchlanish epyurasi notekis qilib yasaladi. Bu esa porshen halqalarining silindrik ko'zgusiga zich yopishib turishini ta'minlaydi.

Buning uchun halqalar maxsus texnologiya asosida tayyorlanadi. Ma'lumki, halqalar erkin holatda nodoira shaklda bo'ladi.

Halqaning uchlari (qulfi) oldidagi bosim katta bo'lishi kerak (17.9-rasm). Natijada halqaning chidamliligi 1,5-2 marta (bosimi tekis halqalarga nisbatan) ortadi. Yeyilganda esa elastikligi birmuncha saqlanib qoladi, moy sarfi kamayadi va tebranishlarga chidamliligi nisbatan ortadi.

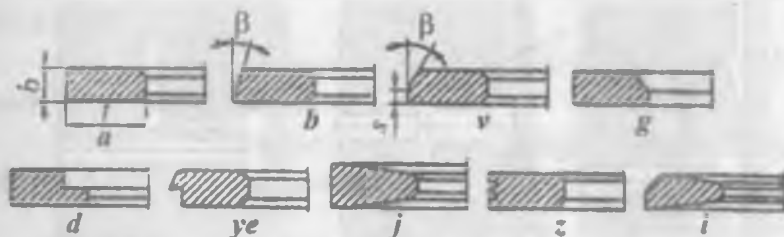
1. Konstruksiyasi. Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatel larida turli kesimga ega bo'lgan halqalar ishlatiladi. Ularning konstruktiv shakllari 17.10-rasmda keltirilgan. Konstruktiv o'lchamlar tarzida quyidagilar qabul qilingan:



17.9-rasm. Porshen halqalarining bosinlar epyurasi

D/t - silindr diametrining halqaning radial qalinligiga nisbati. b - halqaning balandligi. A_0/t - nisbat (A_0 - halqaning egilishi yoki halqaning erkin va ish holatlaridagi qulfning o'lchami, mm).

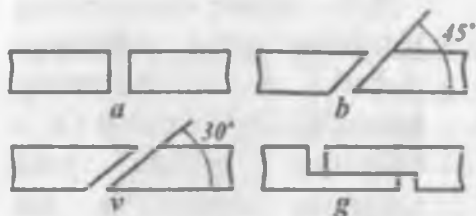
Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, porshen halqalarining radial qalinligi qancha katta va balandligi esa kichik bo'lsa, ular silindrga shunchalik yaxshi zichlanar ekan.



17.10-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladigan halqalarning turlari

Natijada ishqalanish ishi kamroq bo'ladi. Hozirda kompression halqalarning balandligi 2-3 mm, moy sidiruvchi halqalarniki esa 4-5 mm oralig'ida, radial qalinligi esa 4-6 mm qilib yasaladi. Shuni aytish lozimki, dvigatel tirsakli valining aylanishlar soni qancha yuqori bo'lsa, halqalarning balandligi shunchalik kichik bo'lishi kerak.

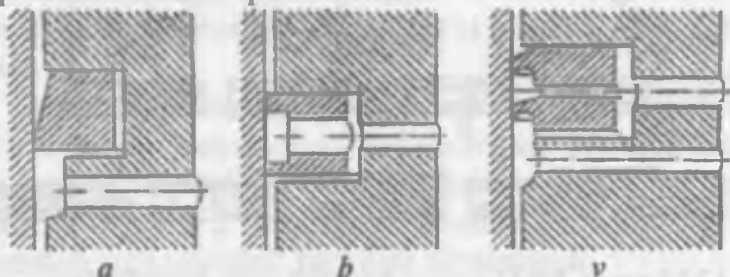
Ko'pgina hollarda porshen halqalari kesimi to'rtburchak, trapetsiya, konus sirtli va x.k. shakllarda yasaladi. Gazlarning halqalar orqali yo'qotilishi uning



17.11-rasm. Porshen halqalari qulflarining shakllari

qulflari shakliga bog'liq emas (17.11-rasm). Hozirda to'g'ri qulfli halqalar ko'proq ishlatiladi, chunki ularni tayyorlash oson. Hozirgi paytda ko'pgina dvi-

gatellarda porshen halqalarining ishlash muddatini oshirish maqsadida kengaytirgichlar ishlatilmoqda. Ular yeyilishi oqibatida elastikligi kamaygan porshen halqalarida qo'shimcha radial bosim hosil qiladi va zichlikni ta'minlaydi. Kengaytirgichlar (17.13-rasm) plastina prujinalardan iborat bo'lib, asosan moy sidiruvchi halqalarda ishlatilmoqda.



17.12-rasm. Moy sidiruvchi halqalarning shakllari

Halqalar odatda cho'yandan, ba'zi hollarda esa po'latdan yasaladi.

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, po'lat halqalar cho'yan halqalarga nisbatan yeyilishga chidamli (40-60% ortiq ishlaydi) bo'ladi. Natijada silindr-porshen guruhining ish muddati ikki barobar ortadi.

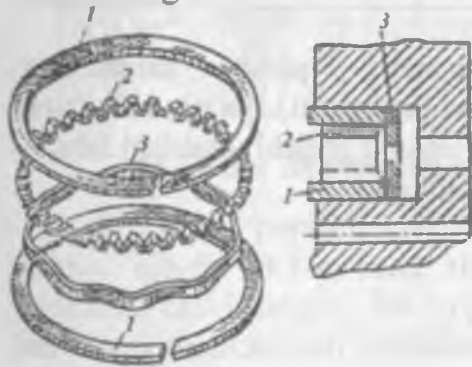
Moy sidiruvchi halqalar (17.12-rasm) ning silindrga ishqalanuvchi yuzalari kichik bo'ladi. Shuning uchun silindrga katta bosim ta'sirida siqiladi (0,4 MPa). Odatda, moy sidiruvchi halqalarning balandligi kompression halqalarning balandligidan katta bo'ladi.

Silindr devoridan olinadigan ortiqcha moylar halqadagi bo'shliqlar va porshen orqali karterga tushirib yuboriladi. Masalan, ZIL-130, D-144 dvigatellarida porshenning bir ariqchasiga ikkitadan moy sidiruvchi yupqa halqalar o'rnatilmoqda (17.12-rasm, v). Bunday halqalarning ish va ko'ndalang yuzalari xromlangan bo'lib, ishlash muddati yuqori. Ular gilzani yaxshi zichlaydi va moyni yaxshi sidirib oladi.

2. Materiallar. Porshen halqalarining materiali sifatida CЧ 18-36, CЧ 21-40; CЧ 24-44; CЧ 28-48 markali kulrang cho'yanlar ishlatiladi. Odatda, cho'yanlarga legirlovchi elementlar (xrom, nikel, molibden, mis, volfram) qo'shiladi. Natijada kulrang cho'yanning issiqlikka chidamliligi 350-400°S gacha ortadi. Po'lat halqalarning materiali sifatida Y8A markali po'lat ishlatiladi.

Halqalarning kengaytirgichlari uchun 65Г va Y10A markali po'latlar ishlatiladi.

Porshen halqalarining yeyilishga chidamliligini oshirishning samarali usullaridan biri, ularning ish sirtini



17.13-rasm. ZIL-130 dvigatelining kengaytirgichli moy sidirish halqasi:

1-po'lat halqa; 2-o'qi bo'ylab va 3-radial kengaytirgichlar

yupqa g'ovakli xrom yoki molibden bilan (0,1-0,2 mm qalinlikda) qoplash hisoblanadi. Bunday halqalarning korroziyaga chidamliligini oshirish uchun va obkatka davrini kamaytirish uchun, ular fosfatlanadi, oksidlanadi va oqartiriladi (0.005-0.01 mm qalinlikda).

Keyingi davrda

halqalarning materiali sifatida kukun metallurgiyasi usuli bilan tayyorlangan metall-keramika qotishmasi ishlatilmoqda. Bunda quyidagi afzalliklar ta'minlanadi;

- halqalarning sirti g'ovak bo'lganligi uchun o'zida moyni yaxshi saqlaydi va moyli ishqalanishni vujudga keltiradi;

- halqaning materiali tarkibiga har xil elementlar qo'shib uni o'tga, korroziyaga chidamliligini oshirish mumkin;

- ishlash muddati ortadi.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Yuqorida porshen halqalarining konstruksiyasi ko'rilganda uning o'lchamlari ham tahlil qilingan edi. Quyida 17.3-jadvalda shular keltirilgan.

17.3-jadval

Porshen halqalarining konstruktiv o'lchamlari

Halqalar	D_s/t	b, mm	A_r/t
Kompression	20-25	2,5-5,0	3,2-4,0
Moy sidiruvchi	23-26	2,5-5,0	3,2-4,0

Eslatma: D_s -silindr diametri, b -porshen halqasining balandligi, A_r -halqaning prujinalanishi, ya'ni halqaning erkin holatdagi tirqishi bilan harorat tirqishi orasidagi farq, t -porshen halqasining radial qalinligi.

XVIII BOB. SHATUN GURUHI

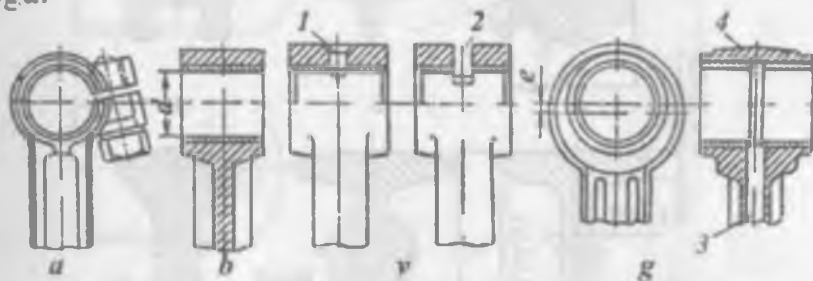
Shatun guruhi murakkab harakat qilib, porshenning borib-keladigan harakatini tirsakli valning aylanma harakatiga aylantirib beradi. Shatunga gazlarning bosim kuchi va massalarning inersiya kuchlari ta'sir qiladi.

Shatun guruhi: shatun, shatunning (krivoship) pastki kallagi, ichqo'ymalar, vtulka, boltlar (yoki shpilka va gaykalar) kiradi.

U bikr, mustahkam va kichik massali bo'lishi kerak.

18.1. SHATUNLAR

Shatun shartli ravishda uch qismdan tashkil topgan. deb qabul qilingan: porshen kallagi, sterjen va krivoship kallagi. Kuchlar porshen barmog'i orqali shatun sterjeniga, so'ngra tirsakli valga uzatiladi. Bu kuchlarning yo'nalishi va qiymati davriy o'zgaruvchan bo'lib, zarbli xususiyatga ega.



18.1-rasm. Shatunning yuqori kallagi shakllari

lib, uning porshen kallagi barmoqni o'rnatish uchun xizmat qiladi. 18.1-rasmda shatun porshen kallagining shakllari tasvirlangan. Bu to'g'rida qisqacha ma'lumotlar barmoqni mahkamlash usullarini tahlil qilinganda berilgan edi.

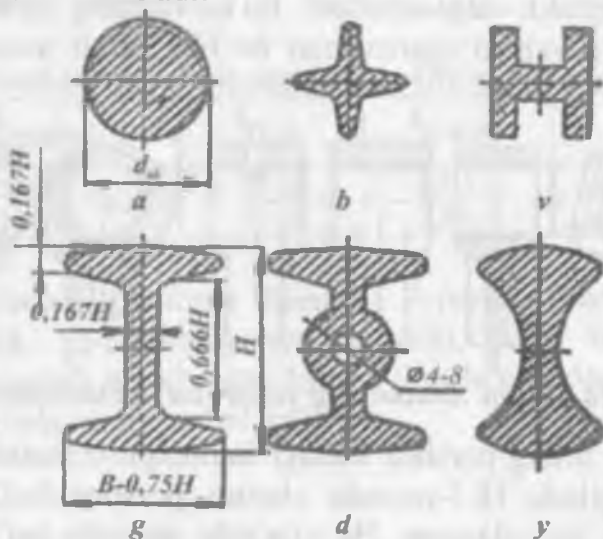
18.1-rasm, a da barmoq shatunga mahkamlanadigan konstruksiya boshqalarida esa barmoq erkin o'rnatiladigan konstruksiyalar tasvirlangan. Shuningdek, kallakka

oʻrnatiladigan bronza vtulkalarning shakllari va ularni moylash usullari keltirilgan.

Odatda, shatunning porshen kallagi bilan boʻrtmalar orasidagi tirqish 1-1,5 mm oraligʻida tanlanadi. Bu esa blokni va tirsakli valni tayyorlashdagi noaniqliklarni bartaraf qiladi. Baʼzi shatunlarda kallak teshigining markazi kallakning tashqi yuzasiga nisbatan ε masofaga suriladi, natijada shatunning deformatsiyasi kamayadi.

Shatunning massasi muvozanatlanayotganda yoki har bir dvigatel uchun moslanayotganda kallakning yuqori qismi (4) dan ortiqcha massalar olib tashlanadi. Koʻpgina dizel dvigatellari yuqori termik zoʻriqishlar taʼsirida ishlaganligi sababli, ularning porsheni moy orqali sovitiladi.

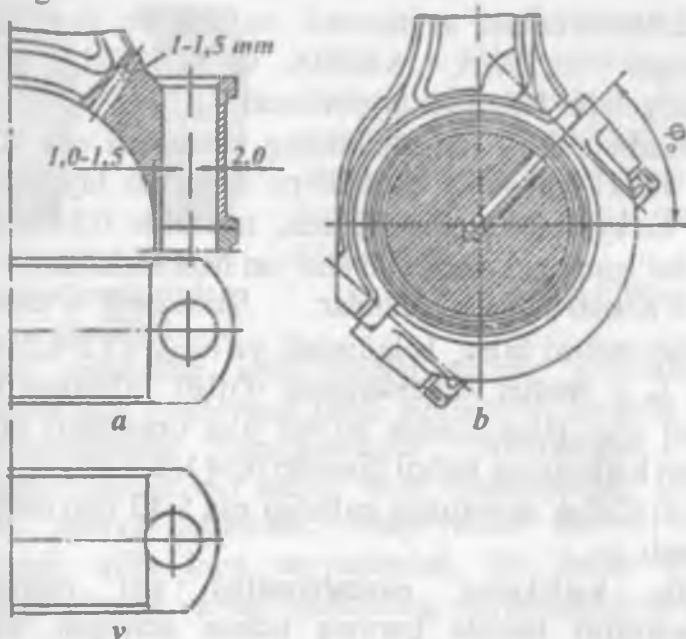
Buning uchun shatun kallagiga maxsus moy sachratgich oʻrnatiladi.



18.2-rasm. Shatun sterjeni kesimining shakllari

Shatun sterjeni turli shakllarda yasalishi mumkin va odatda kallaklarning oʻqiga nisbatan simmetrik joylashadi. Shatun sterjeni kesimining shakllari 18.2-rasmda keltirilgan. Masalan, dastlabki uch xil kesimli shatunlar avtomobil va traktor dvigatellarida juda kam

qo'llaniladi. Shatun sterjenini qo'shtavr shaklida yasash maqsadga muvofiq bo'lib, ular nisbatan kichik massali, lekin o'ta mustahkam bo'ladi. Tezyurar dvigatellarning shatunlaridagi kuchlanish konsentratsiyasini va deformatsiyalarni kamaytirish maqsadida, ularning yuzalari silliqatlanadi yoki mayda po'lat sharchalar bilan «bombardimon» qilinadi. 18.2-rasm, *d* da moy kanali ko'rsatilgan.



18.3-rasm. Shatun pastki kallagining tuzilishi

18.3-rasmda shatun pastki (krivoship) kallagining tuzilishi keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, pastki kallak ajraladigan qilib yasalgan. U o'ta mustahkam, ixcham va kichik massaga ega bo'lishi lozim. Sterjen kabi kallaklar ham katta radiusda silliqlangan bo'lishi shart.

Pastki kallakning qopqog'i bolt yoki shpilka yordamida qotirilib, yetarlicha (taranglikka) zichlikka erishiladi. Pastki kallakning gabarit o'lchamlari silindr diametri bilan belgilanadi. Uning eng katta o'lchami D_s ,

dan 1-2 mm kichik bo'lishi lozim. Boltlar (yoki shpilkalar) mumkin qadar ichqo'ymalarga yaqin joylashtirilishi kerak. Bu holda shatun kallagining o'lchami hamda boltlarga tushadigan kuchlanishlar kamayadi. Odatda, qopqoqlar maxsus qovurg'ali qilib ishlanadi.

Ba'zi dvigatellarda silindr ko'zgusi 18.3-rasm, *a* da ko'rsatilgan teshik ($\varnothing$ 1,0-1,5 mm) orqali moylanadi.

2 Materiallar. Avtomobil va traktor dizellarining shatunlari 18XHMA, 18XHBA va 40XHMA markali legirlangan po'latlardan tayyorlanadi.

Karbyuratorli dvigatellarning shatunlari esa 40, 45, 40X, 40XH va 45Г2 markali po'latlardan tayyorlanadi. Ba'zi karbyuratorli dvigatellarda, tarkibida 0,85% gacha perlit bo'lgan bolg'alanuvchi cho'yan ham ishlatiladi.

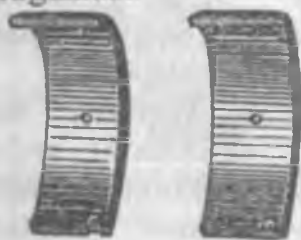
3. Konstruktiv o'lchamlar. Shatunning o'lchami l_{sh} krivoship radiusi bilan belgilanadi, ya'ni $l_{sh}=(3,2-4,2) \cdot R$. Bu yerda l_{sh} - shatun kallaklarining o'qlari orasidagi (ya'ni barmoq o'qi bilan shatun bo'yni o'qi orasidagi) masofa. Porshen kallagining tashqi diametri $d_k=(1,2-1,45) d_{kur}$ orqali topiladi. Kallak devorining qalinligi esa 5-10 mm oralig'ida tanlanadi.

Bu kallakning mustahkamligi sirt radiuslarini kattalashtirish hamda barmoq uchun ochilgan teshikni ekssentrik joylashtirish orqali amalga oshiriladi.

Shatun sterjenining o'lchamlari 18.2-rasmda keltirilgan. Pastki (krivoship) kallagining o'lchamlari tirsakli valning shatun bo'yni diametri va silindr diametriga bog'liq. Uning qalinligi $(0,12-0,25) d_{sh \cdot b}$ oralig'ida tanlanadi. Ko'pgina dizel dvigatellarida (YAMZ-236, KamAZ-740 va h.k.) bu kallak qiya kesikli shaklga ega bo'lib (18.3-rasm, *v*), $\varphi_0=30-60^\circ$ oralig'ida bo'ladi. Natijada shatun bo'yni diametri $d_{sh \cdot b}$ kattalashadi. mustahkamligi esa ortadi, ya'ni $d_{sh \cdot b}=(0,66-0,86) D_s$ bo'ladi.

18.2. SHATUN VTULKALARI VA ICHQO'YMALARI

1. Konstruksiya. Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellarida shatunning yuqori kallagi vtulkasining materiali sifatida bronza yoki bimetall (yupqa bronza qatlami bilan qoplangan po'lat vtulka) ishlatiladi. Vtulkalar 1,5-2 mm qalinlikda tayyorlanadi va kallakka presslab kirgiziladi.



18.4-rasm. Shatun
ichqo'ymalarining
shakllari

Ichqo'ymalar ikki bo'lakdan iborat bo'lib, odatda, yupqa devorli qilib yasaladi. Ular 1-2 mm li po'lat lentadan yasalib, sirtiga antifriksion qotishma qatlami (0,2-0,5 mm) qoplanadi (18.4-rasm).

Shuni aytish lozimki, havosi

changli zonalarda ichqo'ymalar tezroq yeyiladi. Shu sababdan ular vaqti-vaqti bilan almashtirib turilishi lozim. Ichqo'ymalarning yeyilganligini bildiradigan asosiy ko'rsatkichlardan biri asosiy moy magistralidagi moyning bosimi pasayib ketishidir. Ichqo'ymalar har xil remont o'lchamli qilib ham tayyorlanadi. Bu holda ularning o'lchami tirsakli val bo'yinlarining o'lchamiga mos kelishi shart.

Ichqo'ymalar aylanib ketmasligi va o'q bo'ylab siljimasligi uchun chiqiqlar qilinadi va ular shatundagi o'yiqlarga kirgiziladi. Ba'zi ichqo'ymalarning ikki yoni qavariq qilinadi, bu esa uni o'q bo'ylab siljishdan saqlaydi. Bunday ichqo'ymaning yumaloqlanish radiusi gatelning radiusidan kattaroq qilib yasalishi lozim.

2. Materiallar. Shatun vtulkalari uchun БрАЖЭ-4 markali alyuminiy-temirli bronza; БрОЦ10-2, БрОЦС-4-4-25 markali qalay-ruxli bronzalar ishlatiladi. Ularning Brinell hisobidagi qattiqligi HB-65-1 10 oralig'ida bo'ladi.

Dizel dvigatellarida ichqo'ymaning asosi sifatida po'lat lentalar: antifriksion (yeyilishga qarshi) qotishma sifatida esa БрС30 (30% qo'rg'oshin) markali bronza ishlatiladi (HB-30).

Bu qoplamaning qalinligi 0,3-0,7 mm dan ortib ketmasligi lozim.

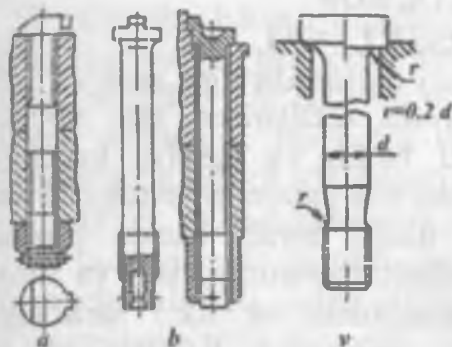
Karbyuratorli dvigatellarda ichqo'ymalarning antifriksion qoplamasi sifatida БН,БТ markali (qo'rg'oshinli) va Б-83, Б-89 markali (qalayli) babbittlar, hamda СОС-6-6 markali maxsus qotishma ishlatiladi.

Qo'rg'oshinli bronza kamchiliklardan holi bo'lmaganligi uchun (korroziyaga chidamsiz) undan tayyorlangan ichqo'ymalarning sirti elektrolitik usulda serqo'rg'oshinli babbitt bilan 25-40 mkm qalinlikda qoplanadi, so'ngra bu qatlam yana 2-3 mkm qalinlikda indiy qatlami bilan qoplanadi.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Shatunning pastki kallagi yoki shatun ichqo'ymasi bilan tirsakli val bo'yinlari orasidagi tirqish 0,10-0,15 mm dan oshmasligi kerak. Shatun bo'yni bilan ichqo'ymalar orasidagi tirqish 50-80 mkm oralig'ida tanlanadi.

18.3 SHATUN BOLTLARI

1. Konstruksiya. 18.5-rasmda shatun boltlarining tuzilishi keltirilgan. Ularga juda katta inersiya kuchlari ta'sir qiladi va shu sababli ularning rezbali qismi o'ta mustahkam bo'lishi kerak. Buning uchun rezbaning qadami iloji boricha kichik tanlanadi, rezba chuqurchasidagi yumaloqlash radiuslari kattalashtiriladi, po'lat sharchalar yordamida mustahkamligi oshiriladi. Boltning silliq qismidan rezba ochilgan qismiga o'tish joyi radiusli qilinadi. Boltning kallagi o'zi o'rnashadigan va buralib ketmaydigan qilib tayyorlanadi. Gaykalar tortilgandan so'ng (ma'lum moment bilan) albatta, shplintlar yoki plastinalar yordamida mahkamlanadi.



18.5-rasm. Shatun boltlarining tuzilishi

2 Materiallar.

Karbyuratorli dvigatel-larning shatun boltlari va gaykalari 35X, 40X, 35XMA va 37XH3A markali legirlangan po'-latlardan; dizel dvigatel-lariniki esa 18XHBA, 20XHBA va 40XHMA markali mustahkamlik va oquv chanlik chegaralari

katta bo'lgan po'latlardan tayyorlanadi.

Boltlar, odatda, termik ishlanadi va qattiqligi HRC=27-41 oralig'ida bo'ladi.

3. Konstruktiv o'lchamlar. Boltlar $M8 \times 1$; $M10 \times 1$; $M14 \times 1,25$ o'lchamli qilib tayyorlanadi. Boltning kallagidagi o'tish radiusi (0,1-0,25) d ga markazlovchi belbog'larga o'tish radiuslari esa belbog' diametrining 0,2-0,3 qismiga teng qilib olinadi. Boltlar dinamometrik buragich (kalit) yordamida 50-120 N·m moment bilan tortiladi.

XIX. BOB

19.1 TIRSAKLI VAL

Tirsakli val ichki yonuv dvigatellarining asosiy kuch va momentni qabul qiluvchi detallaridan biri bo'lib, murakkab shaklga ega. U bosim va inersiya kuchlari ta'sirida hosil bo'ladigan burovchi momentni avtomobil va traktor transmissiyalariga uzatib beradi hamda barcha mexanizmlarni (gaz taqsimlash mexanizmi, suv va moy nasosi, yonilg'i berish apparaturasi va h.k.) harakatga keltiradi.

Tirsakli valga qo'yiladigan talablar:

- yuqori darajada mustahkam va bikr bo'lishi;
- tuzilishi jihatidan oddiy ishlanadigan va massasi kichik bo'lishi;
- shatun va o'zak bo'yinlari juda katta aniqlik bilan tayyorlanishi;
- tub podshipniklar iloji boricha kuchlar va momentlar ta'siridan ozod bo'lishi;
- statik va dinamik muvozanatlangan bo'lishi;
- davriy ta'sir etuvchi kuchlar buralma va egilma tebranishlarni hosil qilmasligi kerak.

Tirsakli valning konstruksiyasi dvigateldan olinadigan quvvat va momentga, silindrlar soni va joylanishiga, porshen yo'liga va h.k. omillarga bog'liq.

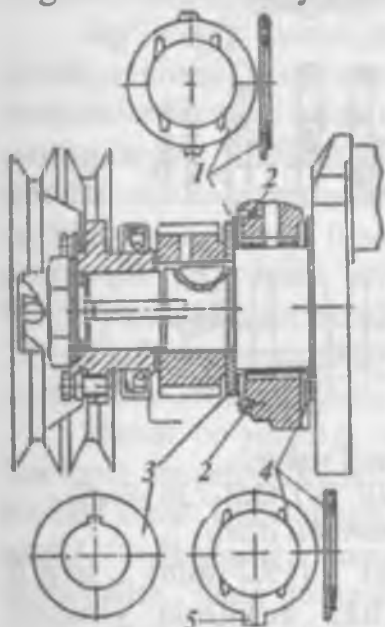
1. Konstruksiyasi. Hozirgi zamon tezyurar dvigatellarda tirsakli vallar yaxlit yasaladi yoki quyiladi. Ayrim dvigatellarda (masalan, DB-69, DB-67) tirsakli val tarkibli yasalgan bo'lib, ularda sharikli yoki rolikli podshipniklar ishlatilgan edi.

Tirsakli val, shartli ravishda, quyidagi elementlarga ajratiladi: oldingi uchi, shatun va o'zak bo'yinlari, krivoship va posangilar, valning keyingi uchi (quyrug'i).

Tirsakli valda odatda maxovik, yetakchi shesternya, ventilyator shkivi, buralma tebranishlarni so'ndirgich, moy qaytargichlar joylashadi.

Odatda, barcha dizellarda tub podshipniklar soni tirsaklar sonidan bitta ortiq. karbyuratorli dvigatellarda esa teng bo'ladi, ya'ni ikki tub podshipnik orasida ikkitadan tirsak joylashadi. Bu holda tirsakli valning uzunligi va dvigatelning gabarit o'lchamlari qisqaradi.

O'zak podshipniklar soni tirsaklar sonidan ortiq bo'lsa - to'la tayanchli tirsakli vallar, teng bo'lsa - chala tayanchli tirsakli vallar deyiladi. Dizellar va V-simon dvigatellarda to'la tayanchli vallar ishlatiladi.



19.1-rasm. Tirsakli valning old uchi va unga o'rnatilgan detallar:

1 va 4-tirak shaybalar; 2-shtift; 3-tirak disk; 5-chiqiq

To'rt taktli bir qatorli dvigateldagi tirsakli val krivoshiplari orasidagi burchak $720^\circ/i$ ifoda orqali belgilanadi (i -silindrlar soni).

Yuqorida ko'rib o'tganimizdek, dvigatelning ish tartibini to'g'ri tanlash tub podshipniklarning ish sharoitini ancha yaxshilaydi.

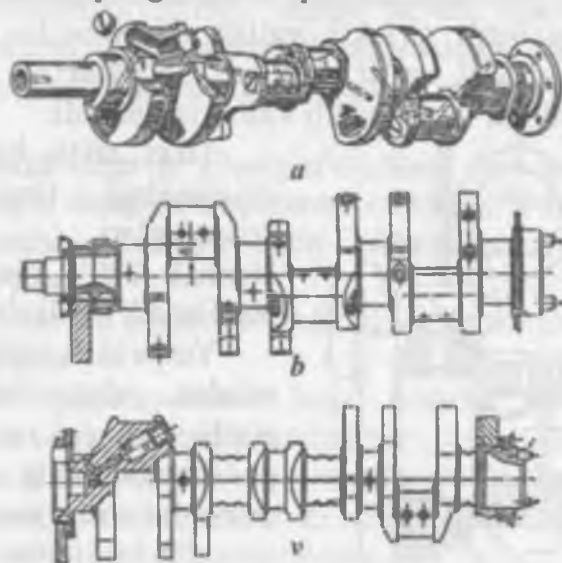
19.1-rasmda tirsakli valning old uchi va unga o'rnatilgan detallar (shkivlar, moy qaytargichlar, shesternya va burama tebranishlarni so'ndirgich) keltirilgan.

Odatda, so'ndirgich ventilyatorning shkivi bilan umumiy uzal tarzida yasaladi.

Bu detallar tirsakli valning uchiga qotiriladigan maxsus shaklli bolt yordamida tortib mahkamlanadi.

Tirsakli valning tub (o'zak) bo'yinlari bir xil diametrda yasilib, valning o'q bo'ylab siljimasligi shu

bo'yinlardan biriga o'rnatiladigan tirak podshipnik orqali amalga oshiriladi. Ko'pchilik dvigatellarda tirak podshipnik maxovik tomonidan qo'yiladi. Gaz taqsimlash mexanizmi zanjir yordamida harakatga keltiriladigan dvigatellarda tirak podshipnikni valning oldingi tomonidan joylashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi.



19.2-rasm. Tirsakli vallar:

*a-ZIL-130 avtomobili dvigateli; b-YAMZ-236 dizeli;
v-KamAZ-5320 avtomobil dizeli*

Tirsakli valning jag'lari (19.2-rasm) to'g'ri to'rtburchak, oval, doira va h.k. shakllarda yasalishi mumkin. Jag'larning biki va mustahkamligi krivoshipning radiusi bilan belgilanadi. Radius qancha kichik bo'lsa, shuncha yaxshi. Shatun va tub bo'yinlar bir-birini qancha ko'p qoplasa, val shuncha biki va mustahkam bo'ladi. Chala tayanchli vallarda ikki tub podshipnik orasiga ikki tirsak joylashtirilishi kerak. Bu holda jag'lar uzunligi ortadi, shakli esa murakkablashadi va massasi ortadi.

Tub bo'yinlarning mustahkamligi galtellarning yaxshi silliqqlanishiga (har xil radiuslarda) bog'liq. Bu esa

kuchlanishlar konsentratsiyasini kamaytiradi, galtellarni bo'yin bo'ylab chuqurlashtirish ham yaxshi natijalarga olib keladi.

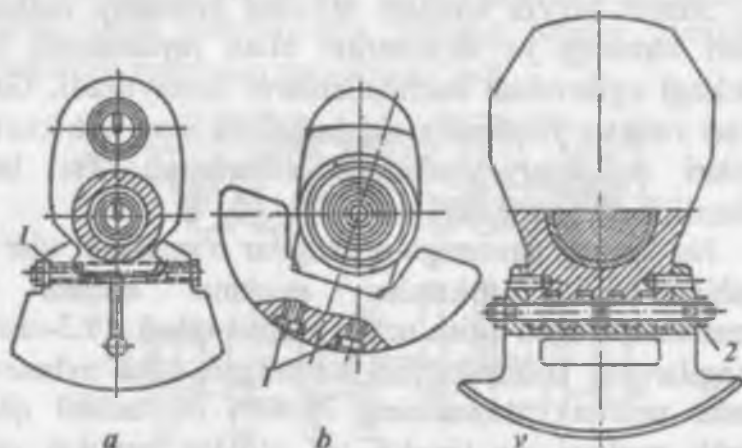
Shatun bo'yni ichidagi teshikni krivoship radiusiga teskari tomonga ye eksentritet bilan joylashtirish ham galteldagi egiluvchan kuchlanishlarni kamaytiradi. Galtel sirtlari rolklar yordamida zichlanadi va moy teshiklari va qirralari zo'ldirlar yordamida silliqilanadi. Bu holda chidamlilik chegarasi 40% ortadi.

Jag'larning davomiga posangilar o'matiladi. ular tub podshipniklarni markazdan qochma kuchlar va momentlardan ozod qilish uchun xizmat qiladi. 19.3-rasmda posangilarning konstruksiyasi keltirilgan. Ular aylanuvchi qismlar umumiy massasining 70-80% ini tashkil qiladi, og'irlik markazi esa tirsakli val o'qidan mumkin qadar uzoqroqda joylashishi kerak. Posangilar odatda jag'lar bilan yaxlit tayyorlanadi. Ba'zi hollarda ular alohida tayyorlanib, jag'larga qotiriladi, Ularning massasi krivoship-shatunli mexanizmni dinamik hisoblash orqali topiladi.

Shatun bo'yinlariga qo'yiladigan talablarga muvofiq, ular katta diametrga, kichik massaga ega, hamda mustaxkam bo'lishi kerak. Lekin uning diametri katta bo'lsa, shatunning pastki kallagining massasi ortib ketadi. Uzunligi qisqartirilsa, unga tushadigan solishtirma yuklama ortib ketadi, moy qatlamlarining ish sharoiti yomonlashadi, bo'yin tezroq yeyiladi. Shuning uchun bo'yin massasini kamaytirish uchun ichi g'ovak qilinadi. Diametri va uzunligi esa statistik ma'lumotlar asosida tanlanadi.

Tirsakli valning keyingi uchida (quyrug'ida) moy qaytargich halqalar bor, ular rezina yoki fetr halqalar yordamida zichlanadi. Maxovik esa flanetsga boltlar bilan mahkamlanadi. Boltlar nosimmetrik joylashganligi uchun maxovik doim bir vaziyatda qotiriladi (ya'ni maxovikni boshqacha qilib qo'yib bo'lmaydi). Dvigatellarda

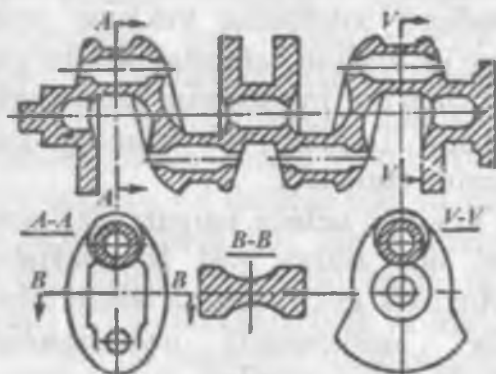
gidravlik ilashish muftasi qo'llanilganda uning korpusi maxovik vazifasini bajaradi.



19.3-rasm. Posangilarning tuzilishi

Tirsakli valning flanetsida uzatmalar quчисining birlamchi vali podshipnigi uchun o'rindiq bo'ladi.

2. Materiallar. Ichki yonuv dvigatellarining tirsakli vallari odatda, 40, 45A, 40X, 20Г2, 50Г markali po'latlardan bolg'alash usuli bilan tayyorlanadi. Nadduvli dizellarda esa 18XHMA; 18XHBA va 40XHMA markali legirlangan, yuqori mustahkamlikka ega po'latlar ishlatiladi.



19.4-rasm. Quyma tirsakli val

Oxirgi paytlarda cho'yan vallar quyilmoqda va ular uchun o'ta mustahkam BЧ 50-1,5 markali (HB 187-255) va perlitli, nikel-molibdenli cho'yanlar ishlatilmoqda (19.4-rasm).

Bu holda quyidagi afzalliklarga erishiladi: metall kam sarflanadi, mexanik operatsiyalar kamayadi; valga optimal shakl berish osonlashadi; valning mustahkamligi ortadi; burama tebranishlar yaxshiroq so'nadi. Lekin bu vallarning egilishga chidamliligi bir oz kamroq bo'ladi. Bu kamchilikni yo'qotish maqsadida shatun va o'zak bo'yinlarining diametri, jag'larning qalinligi va galtellarning radiuslari kattalashtiriladi hamda ular to'liq tayanchli qilib yasaladi.

Bunday vallarning shatun va o'zak bo'yinlari yeyilishga o'ta chidamli bo'lganligi sababli, ularda qo'rg'oshinli bronzadan yasalgan chidamli ichqo'ymalar qo'llashga imkoniyat yaratiladi.

Quyima tirsakli valning massasi nisbatan 10-15 % kam bo'ladi.

Tirsakli vallarning bo'yinlari mexanik ishlovdan so'ng (jilvirlashdan oldin) toblanadi va bo'shatiladi. Natijada bo'yinlarning mexanik xossalari yaxshilanadi. Sirtining qattiqligi oshadi. Odatda, toblash (yoqori chastotali tok) bilan qizdirish usulida olib boriladi va toblangan qatlamning qalinligi 3-4 mm oralig'ida bo'ladi. Dvigatelga o'rnatiladigan tirsakli val bo'yinlarining qattiqligi HRC 52-62 (50Г markali po'lat uchun); HRC 48-50 (45Г2 markali po'lat uchun) oralig'ida bo'lib, toblangan qatlam qalinligi 1 mm dan kam bo'lmasligi kerak.

3. Tirsakli vallarning ishlash muddatini oshirish usullari. Konstruktiv usullar:

- valning shakli shunday tanlanadiki, natijada barcha kuchlanishlar valning hajmi bo'yicha bir xilda, tekis taqsimlanadigan bo'lsin;

- galtellarning radiusi kattalashtiriladi;

- shatun va o'zak bo'yinlarning diametri imkon boricha kattalashtiriladi; natijada ularning o'zaro qoplanishi ortadi; (masalan, qoplanish 20 mm bo'lsa, mustahkamlik 29% ga; 30 mm bo'lsa - 79% ga ortadi);

- shatun bo'yni ichidagi teshik eksentrik joylashtiriladi. Natijada galtelning toliqishga qarshi mustahkamligi 10-15% ga ortadi.

Texnologik usullar:

- galtellar rolklar yordamida zichlanadi;
- moy teshiklari silliqiladi;
- galtellarni po'lat sharchalar bilan «bombardimon» qilinadi: (Bular valning egilishdagi mustahkamlik chegarasini 40% ga oshiradi).

- azotlash - bunda egilishdagi mustahkamlik chegarasi (xrom molibdenli po'lat uchun) 25-60% ga, buralishdagi mustahkamlik chegarasi esa 30-40% ga ortadi. Azotlashdan so'ng mexanik ishlov berish tavsiya etilmaydi, chunki bo'yinlarning toliqishga mustahkamligi ancha pasayadi.

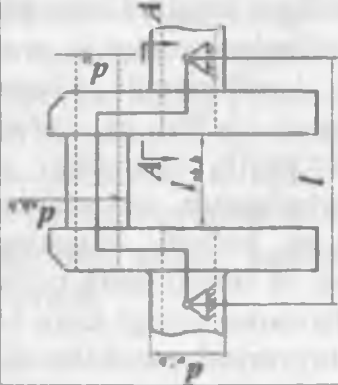
4. Konstruktiv o'lchamlari. Tirsakli val elementlarining o'lchamlari 19.1-jadvalda keltirilgan.

Maxovik o'rnatiladigan flanetsning diametri d_f va δ_f qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta_f \approx S; \delta_f \approx 0,06 D_i \sqrt{i}$$

bu yerda S -porshen yo'li; D_i -silindr diametri; i -silindrlar soni.

Tirsakli val elementlarining o'lchamlari

O'lchamlar		Dizellar	Karbyuratorli dvigatellar
To'liq podshipniklar masofa (tayanchlar oraliqi) l	tayanchli valar markazlari oraliqi l_{sh}		
	Shatun bo'yini diametri d_{sh}	$(0,57 \div 0,85) D$	$(0,50 \div 0,70) D$
	Shatun bo'yinlari uzunligi, l_{sh} bir qatorli dvigatellar uchun	$(0,7 \div 1,0) d_{sh}$	$(0,45 \div 0,65) d_{sh}$
	Shatunlari bir bo'yinda ketma-ket joylashgan I'simon dvigatellar uchun	$(0,95 \div 1,00) d_{sh}$ $(0,65 \div 0,90) d_{sh}$	$(0,80 \div 1,0) d_{sh}$ $(0,60 \div 0,80) d_{sh}$
	Tub bo'yinlar diametri d_n	$(0,45 \div 0,60) d_b$	$(0,50 \div 0,60) d_b$
	Tub bo'yinlar uzunligi l_n oraliq bo'yinlarniki chiqqa yoki o'rtadagi bo'yinlarniki	$(0,70 \div 0,85) d_b$	$(0,74 \div 0,82) d_b$
	Ichki teshik diametri, d_i	$(0,60 \div 0,75) d_{sh}$	$(0,60 \div 0,80) d_{sh}$
Jag'lar qalinligi, l_n		$(0,24 \div 0,28) D$	$(0,20 \div 0,25) D$
Jag'lar eni, b		$(1,10 \div 1,3) D$	$(0,1 \div 1,25) D$
Chattellar radiusi (kamida 2-3 mm)		$(0,045 \div 0,08) d_{sh}$	$(0,045 \div 0,08) d_{sh}$

XX BOB. GAZ TAQSIMLASH MEXANIZMI

Ma'lumki, to'rt taktli siklning ma'lum taktlarida silindrga yonilg'i aralashmasi yoki havo (dizellarda) kiritilishi va ishlatilgan gazlar tashqariga chiqarib tashlanishi kerak. Bu vazifalar dvigatelning gaz taqsimlash mexanizmi yordamida amalga oshiriladi. Bu mexanizmga qo'yiladigan asosiy talablar:

- silindrlarni imkoniyati boricha havo yoki ish aralashmasi bilan ko'proq to'ldirish (kiritish klapanining ochilib-yopilish davrini to'g'ri tanlash orqali amalga oshiriladi);

- silindrlarni ishlatilgan gazlardan tozalash (chiqarish klapanining ochilib-yopilish davrini to'g'ri tanlash orqali amalga oshiriladi);

- mustahkam bo'lish va ishonchli ishlash. Hozirgi zamon porshenli ichki yonuv dvigatellarida asosan klapanli gaz taqsimlash mexanizmi ishlatiladi va ular quyidagi turlarga bo'linadi:

- klapanlari silindrlar kallagida joylashgan mexanizm;

- klapanlari silindrlar blokida joylashgan mexanizm.

Klapanlar yuqorida joylashganda yonish kamerasi ixcham va sovitilish sirti nisbatan kichik bo'ladi. Natijada issiqlikdan foydalanish yaxshilanadi (indikator F.I.K. ortadi, sovitish tizimiga sarflanadigan issiqlik kamayadi va h.k.).

Bundan tashqari, silindmi yonuvchi aralashma yoki havo bilan to'ldirish koeffitsiyenti klapanlar pastda joylashgandagiga nisbatan 5-7% ga ortadi. Natijada dvigatelning quvvati ko'payib, tejamiligi yaxshilanadi. Klapanlar yuqorida joylashganda quvurlardagi gidravlik qarshiliklar nisbatan kam bo'ladi, havoning yo'nalishi yuqoridan pastga bo'ladi va tezligi katta bo'ladi. Natijada siqish jarayoni oxirida havoning tezligi katta bo'ladi va ish aralashmasini yonishga tayyorlash yaxshilanadi.

Bunday mexanizmlar eng ko'p tarqalgan bo'lib, quyidagi kamchiliklardan holi emas:

- klapanlarni harakatga keltirish murakkab;
- silindrlar kallagi murakkab, massasi esa katta bo'ladi.

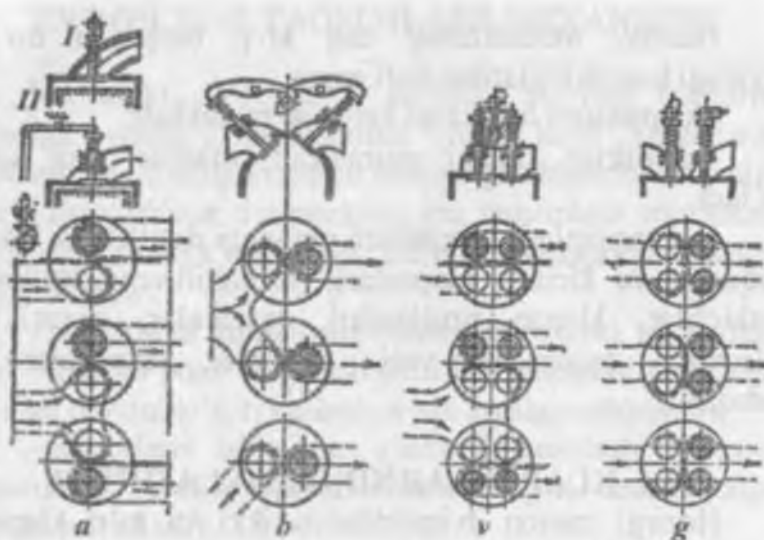
Gaz taqsimlash mexanizmi quyidagi detallardan iborat: chiqarish va kiritish klapanlari, yo'naltiruvchi vtulkalar, turtkichlar, klapan prujinalari, tarelkalar, suxariklar, kulachokli taqsimlash vali, shayinlar, shtangalar va boshqalar.

20.1. KLAPANLARNING JOYLASHISHI

Hozirgi zamon dvigatellarida ikki va to'rt klapanli kallaklar qo'llaniladi. 20.1-rasm, *a* va *b* da kiritish va chiqarish klapanlarining hamda quvurlarining sxemalari keltirilgan. Klapanlar silindrlar bloki o'qi bo'ylab bir qator va ikki qator joylashtirilishi mumkin. Bir nomli klapanlarning yonma-yon joylashishi, quvurlar shaklini soddalashtirishga imkon beradi. Bu holda silindrlar (aylanasi bo'ylab) notekis yeyiladi. Odatda, qo'shni kiritish klapanlarining kanallari o'zaro birlashtiriladi. Chiqarish klapanlarining kanallari esa alohida yasaladi. To'rt klapanli dvigatellarda juft klapanlarning kanallari o'zaro birlashtiriladi.

Karbyuratorli dvigatellarda kiritish va chiqarish quvurlari bir tomonda joylashtiriladi. Natijada kiritish quvuridan o'tayotgan yonilg'i (benzin) yaxshi bog'lanadi va bir tarkibli ish aralashmasi tayyorlanadi.

Dizel dvigatellarida kiritish va chiqarish quvurlari blokning ikki tarafiga joylashtiriladi va bu holda silindrga kirayotgan havoning qizishi kamroq bo'ladi va to'ldirish koeffitsiyenti ortadi.



20.1-rasm. Ichki yonuv dvigatellarining kallaklarida qo'llaniladigan kiritish va chiqarish kanallarining shakli

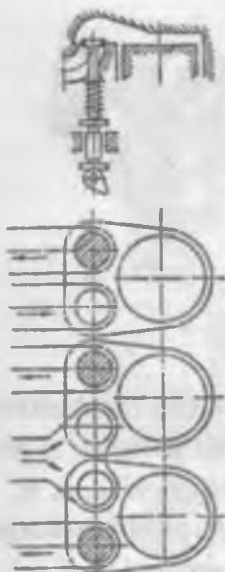
Klapanlar turli usullarda harakatga keltiriladi:

- bevosita turtkichlar yordamida (klapanlar blokda joylashganda);
- taqsimlash valining kulachoklari yordamida;
- shayinlar yordamida.

To'rt klapanli tizim esa quyidagi usulda harakatga keltiriladi:

- 1) ikkita taqsimlash vali orqali (kallakda joylashadi);
- 2) bitta taqsimlash vali va richaglar yordamida;
- 3) blokda joylashgan ikki taqsimlash vali va shtangalar tizimi yordamida;
- 4) V-simon dvigatellarda esa uchta taqsimlash vali orqali harakatga keltiriladi.

Dvigatellarda har bir silindr uchun to'rttadan klapan o'rnatilganda, ularning havo o'tish teshiklarining umumiy yuzasi ortadi. Klapanlarning mustahkamligi ortadi va yaxshi sovitiladi. Lekin forsunkalarni kallakka o'rnatish va ekspluatatsiya sharoitlarida unga qarash bir oz qiyinlashadi.



**20.2-rasm. Klapanlari
blokda joylashgan
dvigatelning sxemasi**

20.2-rasm, v da klapanlari blokda (pastda) joylashgan dvigatelning sxemasi keltirilgan. Bu sxema faqat karbyuratorli yoki gaz bilan ishlaydigan dvigatellarda qo'llaniladi.

Bu sxemaning afzalliklari:

-dvigatel va uning kallagining balandligi va massasi kichiklashadi;

-klapanlarni harakatga keltirish soddalashadi.

Kamchiliklari:

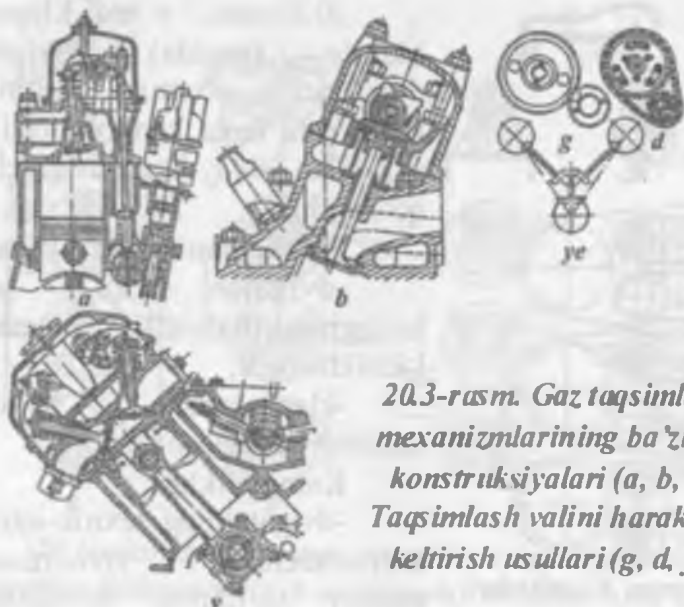
-dvigatelning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari yomonlashadi, chunki to'ldirish koeffitsiyenti kichik bo'ladi;

-siqish darajasi chegaralangan bo'ladi ($\varepsilon \leq 7,5$).

Chet elda ishlab chiqariladigan ayrim dvigatellarda kiritish klapanlari kallakka, chiqarish klapanlari esa blokka o'rnatiladi. Bu usul ijobiy natijalar beradi, lekin klapanlarni harakatga keltirish tizimi ancha murakkablashadi.

20.2 GAZ TAQSIMLASH MEXANIZMLARINING KONSTRUKSIYALARI

20.3-rasmda ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladigan gaz taqsimlash mexanizmlarining asosiy konstruksiyalari keltirilgan. Ular dvigatelning turi va ish rejimlarini hisobga olgan holda tanlanadi. Taqsimlash vali harakatni tirsakli valdan shesternyalar, zanjirli yoki qayishli uzatmalar va oraliq torsion valli konus shesternyalar yordamida (20.3-rasm) oladi. O'z navbatida, harakat, klapanlarga bevosita (val orqali) yoki bilvosita (shtangalar orqali) uzatiladi.



20.3-rasm. Gaz taqsimlash mexanizmlarining ba'zi bir konstruksiyalari (a, b, v). Taqsimlash valini harakatga keltirish usullari (g, d, ye)

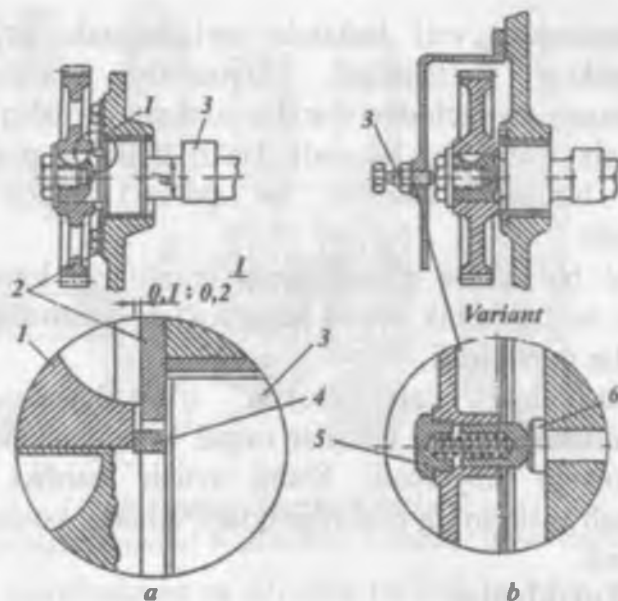
Gaz taqsimlash mexanizmini loyihalashda borib-kelib harakatlanuvchi detallarning massalarini kamaytirishga imkoniyat boricha intilish zarur.

Masalan, keyingi yillarda taqsimlash vali silindrlar kallagiga o'rnatilmoqda va ular zanjirli uzatmalar yordamida harakatga keltirilayapti. Odatda, bunday uzatmalar shovqinsiz ishlaydi, lekin tezroq yeyiladi. Shuning uchun zanjimi taranglovchi moslamalar qo'llaniladi.

1. Taqsimlash vali

Taqsimlash vali kulachoklar bilan yaxlit yoki ayrim-ayrim holda yasaladi. Kulachoklarning shakli gaz taqsimlash fazalarining davomiyligiga, joylashishi esa dvigatelning ish tartibiga va klapanlarning joylashishiga qarab tanlanadi.

Odatda taqsimlash vali podshipniklarning soni (u blokda joylashsa) tirsakli val tub podshipniklarining soni bilan belgilanadi. Taqsimlash vali kallakda joylashganda esa farq qilishi mumkin.



20.4-rasm. Taqsimlash valining o'q bo'ylab siljishini cheklash usullari

Taqsimlash valiga kulachoklardan tashqari moy nasosini harakatga keltiradigan shesternya, yonilg'i nasosini (benzonasosni) harakatga keltiradigan eksentrik va elektrik taqsimlagichni harakatlantiradigan detal o'rnatiladi. Blok-karterga o'rnatiladigan taqsimlash vallari yaxlit qilib yasaladi, podshipniklari esa ajralmaydigan bo'lib, o'z o'rniga dvigatelning old qismidan kiritiladi. Bu holda podshipniklarning diametri valning uchidan boshlab bir oz kichiklashib boradi. 20.4-rasmda taqsimlash valini o'q bo'ylab siljishini cheklagichlar tasvirlangan. Buning uchun bronza yoki po'latdan yasalgan tirkak flanetslar 2 o'rnatiladi. Cheklashlar har xil usulda amalga oshirilishi mumkin. Flanetslar blokka boltlar yordamida qotiriladi. Ayrim hollarda rostlash boltlari 5 yoki prujinali sirg'aligich o'rnatiladi.

Odatda, taqsimlash valining diametri $d=(0,15-0,20) D$, oralig'ida tanlanadi.

Taqsimlash vali kallakda joylashganda ajraladigan podshipniklar qo'llaniladi. Alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan tayanch devorlarida yasalgan o'rindiqliq (teshik) podshipnik vazifasini bajaradi. Ba'zi hollarda podshipnik sifatida bimetall (babbit va po'lat) ichqo'ymalar ishlatiladi.

Val bu usulda o'rnatilganda uning ichi kavak qilib yasaladi va bu teshik orqali kulachoklar, podshipniklar va turtkichlar moylanadi.

Taqsimlash vali blokda o'rnatilganda uning podshipniklari maxsus kanallar orqali keladigan moy bilan bosim ostida moylanadi. Shuni aytish lozimki, barcha taqsimlash vallarining podshipniklari, odatda, bosim ostida moylanadi.

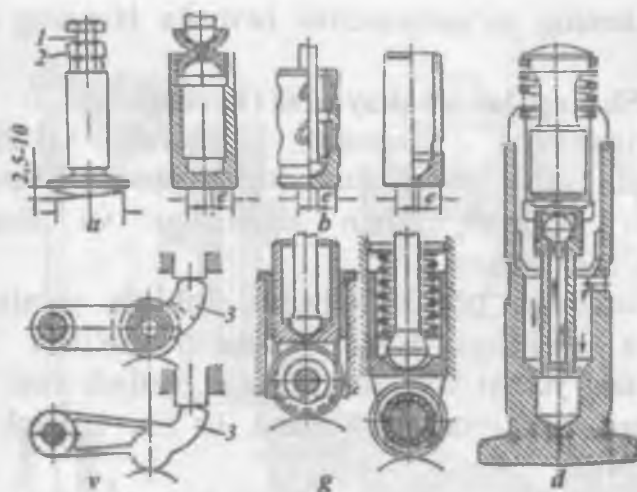
2. Turtkichlar

Ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladigan turtkich (tolkatellar) turli xil konstruksiyada bo'ladi (20.5-rasm). Klapanlar kulachoklardan bevosita harakatga keltiriladigan mexanizmlarda turtkichlar ishlatilmaydi.

Turtkichlar harakatni kulachoklardan bevosita klapanlarga uzatishi mumkin. Bu holda klapanlar pastda (blokda) joylashadi. Klapanlar kallakda (yuqorida) joylashganida harakat shtangalar va richaglar (shayinlar) yordamida uzatiladi.

Turtkichlarning ishlash sharoiti og'ir bo'lib, kulachoklardan beriladigan yon kuchlarni o'ziga qabul qiladi (shuning uchun tekis yeyilmaydi). Turtkichlar qo'ziqorinsimon, silindrik shaklda, rolikli va gidravlik bo'lishi mumkin.

Yuqorida aytganimizdek, harakatlanadigan detallarning massalari imkoniyati boricha kamaytiriladi. Odatda, turtkichning kulachokka ishqalanib ishlovchi sirti sferik shaklda bo'ladi, natijada uning ishlash sharoiti yaxshilanadi.



20.5-rasm. Turtkich turlari:

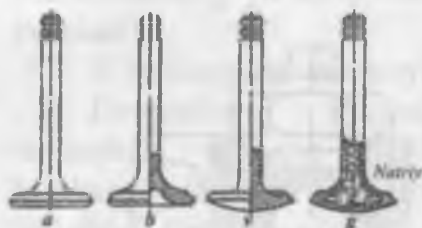
a-qo'ziqorinsimon; b-silindrik; v-rolikli; g-gidravlik

Qo'ziqorinsimon va silindrik turtkichlar tekis yeyilishi uchun dvigatel ishlayotganda ular o'z o'qi atrofida biroz aylanishi lozim. Buning uchun turtkichning o'qi kulachokning o'qiga nisbatan $e=1,5-3,0$ mm masofaga suriladi yoki kulachok konusli qilib yasaladi.

Rolikli turtkichlar ishqalanish yuzalarining yeyilishini kamaytiradi. Rolikning o'qiga ignasimon podshipniklar ham o'rnatilishi mumkin. Uning kamchiligi - massasi katta, rolik o'qi nisbatan tez yeyiladi. Bunday turtkichlar, odatda, dizel dvigatellarida ishlatiladi. Ko'pgina hollarda inersiya kuchlarni qabul qilish uchun turtkichga qo'shimcha prujina o'rnatiladi.

Yengil avtomobillarga o'rnatiladigan, vali katta tezlikda aylanadigan ba'zi dvigatellarda gidravlik turtkichlar ishlatilmoqda. Gidravlik turtkichlarda zarbli kuchlanishlar hosil bo'lmaydi va klapanlarning tirqishlarini sozlash talab qilinmaydi. Lekin turtkichning konstruksiyasi anchagina murakkablashadi.

Turtkichlar, odatda, sachratish usuli bilan yoki shtangalardan oqib tushayotgan moy yordamida moylanadi.



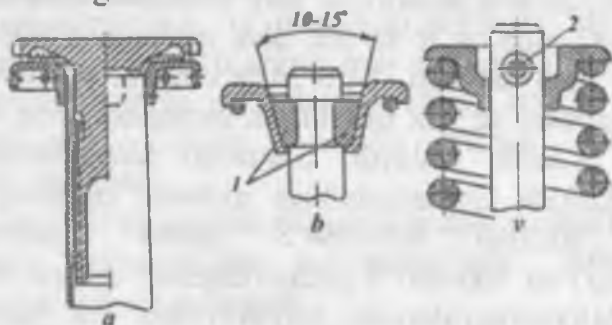
Ayrim dvigatellarning klapanlari ichi bo'sh qilib yasaladi va uning 50-60% i natriy metalli (erish harorati 98°S) eritma bilan to'ldiriladi. Ish jarayonida

20.7-rasm. Klapan turlari

klapaning qizishi natijasida natriy eriydi va bug'lanadi, natijada ko'p miqdorda issiqlik yutiladi, klapaning ish sharoiti esa yaxshilanadi. Bundan tashqari klapan sterjenining diametrini kattalashtirish, yo'naltiruvchi vtulkani uzaytirish maqsadga muvofiqdir.

Odatda, chiqarish klapanlaridagi rax (faska) 45° , kiritish klapanlarida esa 30° qilib yasaladi. Bu esa silindrlarga ko'proq ish zaryadini kiritishni ta'minlaydi.

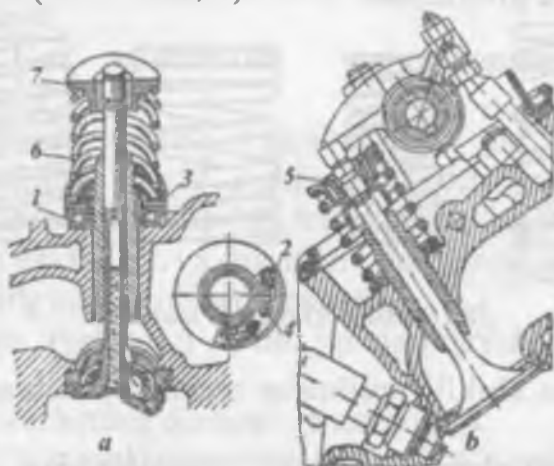
Klapanlar o'z o'rindig'iga zich o'tirishi lozim, aks holda ish zaryadi yo'qotiladi yoki kiritish quvuriga ishlatilgan gazlar o'tishi mumkin. Ushbu vazifa prujinalar va ularning tarelkasini klapan sterjeniga o'rnatish orqali amalga oshiriladi. Prujina tarelkalarini mahkamlash usullari 20.8-rasmda keltirilgan.



20.8-rasm. Prujina tarelkalarini mahkamlash usullari

Ba'zi dvigatellarda (ZIL-111, ZIL-130 va boshqalar) klapanlarning raxlarida qurum hosil bo'lmasligi uchun ular maxsus mexanizm yordamida majburan aylantiriladi. Klapaning aylanish chastotasi tirsakli valnikiga nisbatan

100 marta kam. Bu usul asosan chiqarish klapanlarida qo'llaniladi (20.9-rasm, a).



20.9-rasm. Chiqarish klapanlari:

a-ZIL-130 dvigatelining aylantirish mexanizmi chiqarish

klapani; b-GAZ-53 dvigatelining chiqarish klapani:

1-aylantirish moslamasi; 2-sharik; 3-aylantirish mexanizmining

diskli prujinasi; 4-mexanizmning qaytarish prujinasi;

5-po'lat vtulka

GAZ-53 dvigatelida klapani aylantirishning boshqacha usuli qo'llanadi (20.9-rasm, b). Buning uchun prujinaning tarekasi bilan konussimon suxariklar orasiga po'lat vtulka qo'yiladi. Bu holda klapan-prujina tugunida hosil bo'ladigan tebranishlar ta'sirida klapan o'rindiqla aylanadi.

5. Klapan prujinalari, vtulkasi va o'rindiqlari

Prujinalar klapan bilan taqsimlash vali kulachogini kinematik bog'lash uchun xizmat qiladi va inersiya kuchlarini qabul qiladi. Ular yetarli darajada plastik, diametri esa kattaroq bo'lishi kerak.

Ichki yonuv dvigatellarida qo'llaniladigan prujinalar turlicha bo'lib, ular 20.10-rasmda keltirilgan. Prujina o'ramlarining qadamlari o'zgarmas va o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Ba'zi hollarda konus shaklli prujinalar ishlatiladi.

o'lchamlar keltirilgan. Bu holat uchun havo o'tish kesimining yuzasi f_k quyidagicha aniqlanadi:

$$f_k = \pi \frac{d + d_2}{2} AB;$$

bu yerda $AB = h \cdot \cos \alpha$;

$$d = d_2 + h \cdot \sin 2\alpha.$$

Demak, $f_k = \pi h \cos \alpha \left(d_2 + \frac{h}{2} \sin 2\alpha \right)$ bo'ladi;

bu yerda h - klapaning ko'tarilishi, mm; α - rax burchagi, grad; d_2 - klapan tayanch yuzasining kichik diametri, mm.

Ko'pgina hollarda rax (faska) $30-45^\circ$ oraliqida tanlanadi.

U holda

$$f_{k30} = \pi h (0,866 d_2 + 0,375 h); h = 0,26 d_2 \text{ va}$$

$$f_{k45} = \pi h (0,707 d_2 + 0,353 h);$$

$h = 0,30 d_2$ ifoda orqali hisoblanadi.

Shu narsani e'tiborga olish lozimki, $f_k = f_{ch} = \frac{\pi d^2}{2}$

tenglik saqlanib qolinishi kerak, aks holda to'ldirish koeffitsiyenti kichiklashadi.

20.1-jadvalda ichki yonuv dvigateli uchun kiritish va chiqarish klapanlarining hamda prujinaning asosiy o'lchamlari keltirilgan.

20.1-jadval
Ichki yonuv dvigatellari kiritish va chiqarish
klapanlarining asosiy o'lchamlari

O'lchamlar	Formula
Klapan diametri:	
ikkita klapan bo'lganda	$d_2 = (0,35 + 0,45) D$
to'rtta klapan bo'lganda	$d_2 = (0,30 + 0,34) D$
Klapaning ko'tarilish balandligi	$h = (0,22 + 0,33) d_2$
Klapan kallagi diametri	$d_1 = (1,06 + 1,12) d_2$
Klapan sterjeni diametri	$d_s = (0,2 + 0,28) d_2$
Klapan kallagi tayanch yuzasining kengligi	$e = (0,08 + 0,12) d_2$

Prujina diametri:	
tashqi	$D_1=(0,72+0,9) d_2$
ichki	$D_1=(0,50+0,75) d_2$

7. Kulachoklar

Yuqorida biz taqsimlash vallarini ko'rib chiqqan edik. Kulachoklar esa valga o'rnatilgan bo'lib, dvigatelning ishlash tartibiga mos holda har xil burchak ostida qotiriladi. chunki ular kiritish va chiqarish klapanlarini mos jarayonlarda ochib - yopishga xizmat qiladi. Kulachoklarning shakli quyidagilarni e'tiborga olib tanlanadi:

1. Klapaning ko'tarilish va tushish vaqtini mumkin qadar qisqartirish kerak. Bu holda klapandan havo o'tish yuzasi katta bo'ladi va silindr zaryadga ko'proq to'ladi. Lekin klapaning tezlanishi va inersiya kuchlari kattalashadi.

2. Taqsimlash mexanizmining mustahkamligini ta'minlash uchun klapaning ochilish va yopilish davri yetarli darajada kattaroq bo'lishi kerak.

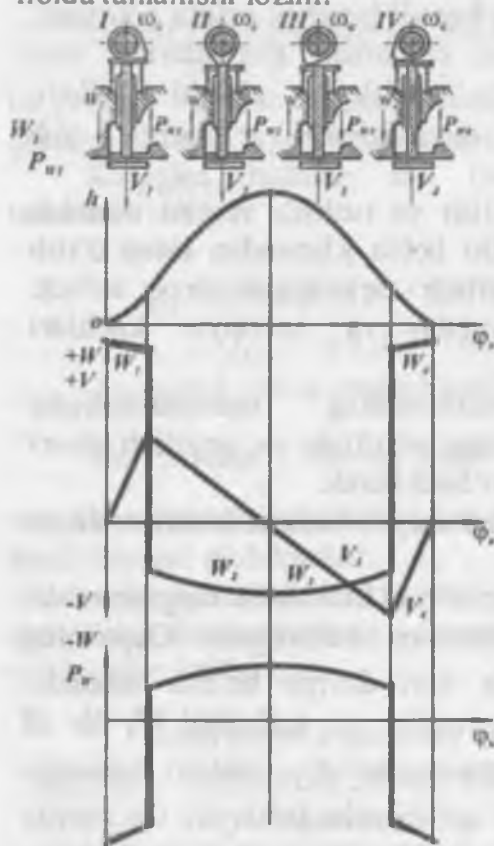
3. Klapan o'rindiqqa imkoniyati boricha kichik tezlikda (zarbsiz) o'tirishi kerak.

20. 12-rasmda klapan uchun kinematik diagrammalar (h, v, W) va inersiya kuchlari keltirilgan. Klapaning harakatini shartli ravishda to'rt davrga bo'lish mumkin. Birinchi davrda klapaning tezligi v_1 , tezlanishi W_1 bir xil yo'nalishda bo'ladi. Inersiya kuchi P_{in1} teskari tomonga yo'налgan bo'lib, prujinani qo'shimcha yuklaydi. Bu davrda v_1, W_1 va P_{in1} lar maksimal qiymatga ega bo'ladi. Ikkinchi va uchinchi davrlarda klapan sekin harakatlanadi. Tezlik va tezlanishlar o'z ishorasini o'zgartiradi.

Inersiya kuchi va klapan yo'nalishi bir-biriga (II davr) mos kelgan paytda, u klapani kulachokdan ajratishga intiladi. Shu sababdan prujinaning elastiklik kuchi

inersiya kuchlaridan katta bo'lishi kerak. To'rtinchi davrda tezlik maksimumdan nolgacha pasayadi, tezlanish esa o'z yo'nalishini o'zgartirib, klapani kulachokka qisuvchi inersiya kuchini hosil qiladi.

Ushbu tahlil shuni ko'rsatadiki, prujining o'lchanlari klapaning inersiya kuchlarini hisobga olgan holda tanlanishi lozim.



20.12-rasm. Klapan uchun kinematik bog'lanishlar va inersiya kuchlarining diagrammasi

Ichki yonuv dvigatellarida qo'llaniladigan kulachoklarning shakli 20.13-rasmda keltirilgan bo'lib, ular qavariq, botiq va tangensial shaklga ega. Mamlakatimizda chiqariladigan ko'pgina dvigatellarda asosan tangensial kulachoklar ishlatiladi. Ularga qo'yiladigan talablar quyidagicha:

1. Klapaning o'z o'rindig'iga zarbsiz o'tirishini ta'minlashi; buning uchun klapan bilan turtkich bir-biriga uringan vaqtda (tirqish yo'qolgandan keyin) tezlik minimal qiymatga ega bo'lishi lozim.

2. Klapaning tezlanishi tekis o'zgarishi, ayniqsa, manfiy qiymatlari kam bo'lishi kerak.

8. Gaz taqsimlash mexanizmining detallari uchun ishlatiladigan materiallar

Bu ma'lumotlar 20.2-jadvalda keltirilgan

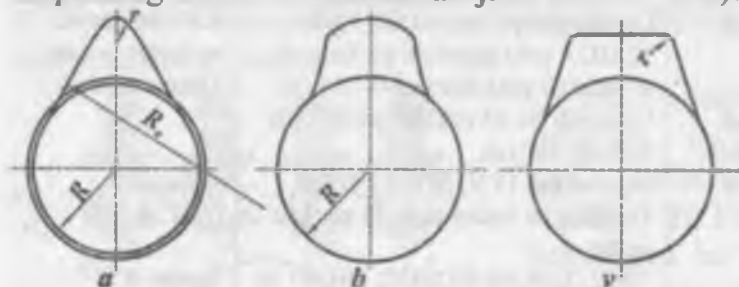
20.2-jadval

Detallar	Materiallar	Termik ishlov
Taqsimlash vali	Legirlangan po'latlar 15X; 15HM, 12XH3A yoki uglerodli po'latlar 40, 45 markali yoki cho'yan	Kulachoklar va bo'yinlar semen Tatsiya qilinadi
Taqsimlash shesternyasi	Uglerodli 20, 45 markali po'lat yoki kulrang cho'yan	
Turtkichlar	Legirlangan 15 X, 20X, 124H3A, 18XH3A po'latdan yoki 45 markali po'lat	toblanadi (HRC 54-56)
Chiqarish klapanlari	X9C2, X10CM, K12H7C, ЭН107 va ЭЯ2 markali legirlangan po'latlar Ayrim hollarda kallak va sterjen (40X yoki 40XH po'latidan) alohida tayyorlanadi.	Sterjen B3K (kobalt asosli qattiq qotishma), temir asosli yoki satellit (60% N, va 15% Cr bilan 1,5-2,5 mm. da qoplanadi)
Kiritish klapanlari	Legirlangan 40X, 40XH, 50XH, 37C va 40XHMA markali po'latlar	zarb tushadigan qismi toblanadi HRC' 45-50
Klapanlar o'rindig'i	C4-24-48 markali cho'yan; 45 markali po'lat; oqartirilgan cho'yan	
Yo'naltiruvchi vtulkalar	cho'yan; alyuminiyli bronza yoki metallokeramika	
Prujinalar	60Г, 65Г, 50XΦX markali po'latlar	
Tarelkalar	40, 45 12H3A po'latlari; СП-4Φ cho'yani	
Shayinlar	20 va 30 markali uglerodli po'lat yoki 20XH3A, 12 X3X; ЭН274 markali legirlangan po'latlar	zarb tushadigan qismi toblanadi HRC 48-52

3. Harakatlanuvchi detallar orasidagi kinematik bog'lanish buzilmasligi kerak.

4. Gaz taqsimlash fazalarini o'zgartirib yubormasligi kerak.

Qavariq profilli kulachoklar klapanlari pastda joylashgan karbyuratorli dvigatellarda va sekinyurar dizellarda keng tarqalgan edi. Ularning kamchiligi - klapaning o'rindiqqa zarb bilan o'tirishidir (bu davrda klapaning tezlik va tezlanishlari juda katta bo'ladi).



20.13-rasn. Kulachoklar shakli:
a-qavariq; b-hotiq; v-tangensial

Natijada o'rindiq yuzalari tez yeyiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tezlik ikki baravar ortganda, o'rindiq yuzalarining yeyilishi 8 martagacha ortib ketadi. Shu sababdan zarbsiz (tangensial) kulachoklarni qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

XXI BOB. HAVO, MOY VA YONILG'I TOZALAGICHLAR

Ichki yonuv dvigatellari silindrlariga kiritiladigan havo, moylash tizimidagi moy hamda yonilg'i uzatish apparaturasi orqali beriladigan benzin yoki dizel yonilg'isi chang zarralaridan yaxshilab (mayin) tozalangan bo'lishi zarur. Aks holda chang zarralari dvigatel detallarini tez yeyilishga olib keladi.

Shu maqsadda dvigatelga turli xildagi tozalagichlar o'rnatiladi.

21.1. HAVO TOZALAGICHLAR

Avtomobil va traktor dvigatellari ko'pincha changli sharoitda ishlaydi. Bu esa o'z navbatida dvigatel silindrlariga kiritiladigan havoni chang va to'zondan tozalashni talab qiladi. Bu jarayon havo tozalagich orqali amalga oshiriladi. Dvigatel silindrlariga kirgan chang zarrachalari porshen halqalari, gilza va boshqa detallarning tez yeyilishiga sabab bo'ladi.

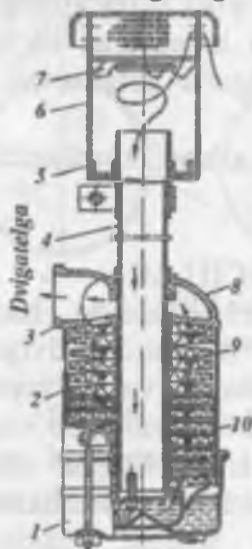
Ichki yonuv dvigatellariga, ularning ishlash sharoitiga qarab, har xil turdagi havo tozalagichlar o'rnatiladi. Silindrlarga kiritiladigan havo ikki-uch sidra tozalanadi.

Havo tozalagichlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- siklonli havo tozalagich;
- moy poddonli va sim to'rli havo tozalagich;
- quruq (qog'ozli, kaptonli) havo tozalagichlar.

Traktor dvigatellarida ishlatiladigan havo tozalagich 21.1-rasmda tasvirlangan, kallak 8, korpus 2, markaziy quvur 4, markazdan qochirish usulda ishlaydigan quruq chang ajratgich 6, olinmaydigan 9 va olinadigan sim to'r kassetalar 10 va poddon (tub) 1 dan iborat. Tub korpusga kirgizilib, bolt va qalpoqli gaykalar bilan mahkamlanadi, unga halqa sathigacha karter moyi quyiladi. Havo yuqorigi chang ajratkichning teshiklaridan kirib, yo'naltiruvchi

kurakcha 7 larga urilib, vint chizig'i yo'nalishida tez aylana boshlaydi. Yirik zarralar markazdan qochirma kuch ta'sirida chang ajratkichning devorlariga urilib, pastga tushadi va tirqish 5 orqali tashqariga chiqarib yuboriladi. Bu usulda changning 60-70% i tutib qolinadi.



21.1-rasm. Traktorlarda ishlatiladigan havo tozalagichlar:

1-havo tozalagichning tubi;

2-korpus;

3-qisqa truba;

4-markaziy quvur;

5-pastki tirqish;

6-chang ajratkich;

7-yo'naltiruvchi kurakchalar;

8-kallak;

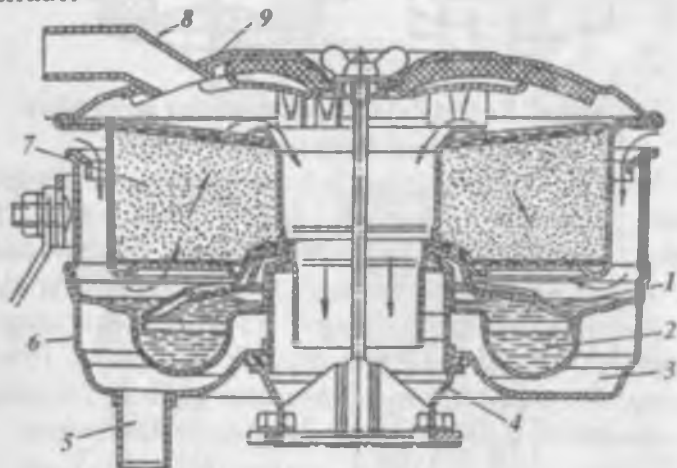
9-olinmaydigan sim to'r;

10-olinadigan sim to'r

Chang ajratkichda havo bir sidra tozalanadi va uyurma harakatga keladi. So'ngra markaziy quvur orqali havo tozalagich tubiga tushib, undagi moyga uriladi. Natijada havodagi changning bir qismi inersiya bo'yicha harakat etib, moy vannasi tagiga cho'kadi. Ana shu tariqa havo ikkinchi marta tozalanadi.

Havo moyga urilib, uni ko'pirtiradi va moy tomchilari bilan birga sim to'r kassetalardan o'tib, yana (uchinchi marta) tozalanadi hamda quvur 3 orqali dvigatelning silindriga tushadi. Ko'pchilik traktor dvigatellarining (A-41, A-01M, D-37E, D-144) havo tozalagichlari aynan shunday prinsipda tuzilgan bo'lib, ba'zan kassetalarga tukli gazmol yoki paralon lentalar sirilgan bo'ladi. Bu holda havo yana ham yaxshiroq tozalanadi. Ko'pgina avtomobil dvigatellariga (GAZ-24, ZIL-130, YAMZ-236) ham shu

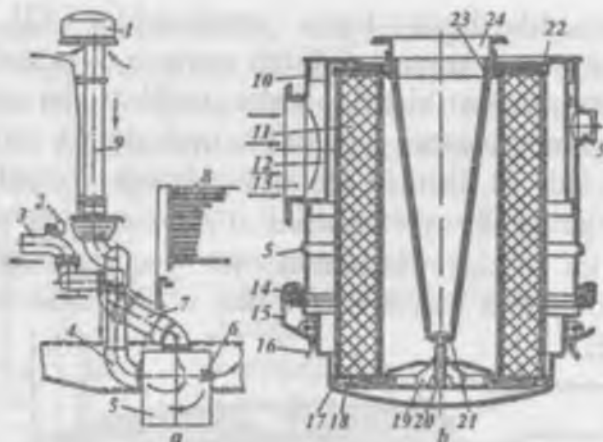
prinsipda ishlaydigan havo tozalagichlar (21.2-rasm) oʻrnatiladi. Havo korpus 6 bilan qopqoq 9 orasida hosil boʻlgan tirqishdan kiradi. Katta tezlikda kirgan havo korpusdagi moy vannasi 2 ga urilib, undagi yirik zarrachalar moyda qoladi va birinchi marta tozalanadi. Yoʻnaltiruvchi halqa 1 ga urilib, yoʻnalishini oʻzgartiradi. Soʻng moy tomchilarini oʻziga ilashtiradi va yuqoriga koʻtarilib, kapron tolasidan iborat filtr 7 dan oʻtib, ikkinchi marta tozalanadi.



21.2-rasm. Avtomobillarda ishlatiladigan havo tozalagichlar:
 1-yoʻnaltiruvchi halqa; 2-moy vannasi; 3-halqasimon boʻshliq; 4-markaziy quvur; 5 va 8-dvigatel karterini shamollatuvchi quvurlar; 6-korpus; 7-havo tozalovchi element; 9-qopqoq

Tozalangan havo markaziy quvur 4, karbyurator yoki kiritish kollektorlari orqali silindrlarga kiradi. Dvigatel karterini toza havo shamollatib turishi uchun 5 va 8 quvurlar qoʻyilgan. Halqasimon boʻshliq 3 havo soʻrishda hosil boʻladigan shovqinni kamaytiradi.

KamAZ-5320 avtomobilini havo bilan taʼminlash va havo tozalash tizimi 21.3-rasmida koʻrsatilgan.



21.3-rasm. KaMAZ-5320 avtomobilini havo bilan ta'minlash va havo tozalash tizimi:

a-havo bilan ta'minlash tizimi; *b*-havo tozalagich; 1-qalpoq; 2-indikator; 3-kiritish quvurlari; 4 va 7-quvurlar; 5-havo tozalagich; 6-chang so'rib oluvchi patrubok; 8-kuzov borti; 9-kabina; 10-havo tozalagich korpusi; 11-havo tozalovchi element; 12 va 23-tashqi va ichki qobig'i; 13-kiritish patrubogi; 14-zichlagich halqasi; 15-qopqoqni qotirish mexanizmi; 16-richag; 17-qopqoq; 18 va 22-tozalovchi elementning asosi; 19-quloqchali g'uyka; 20-shpilka; 21-kronshteyn; 24-chiqarish patrubogi

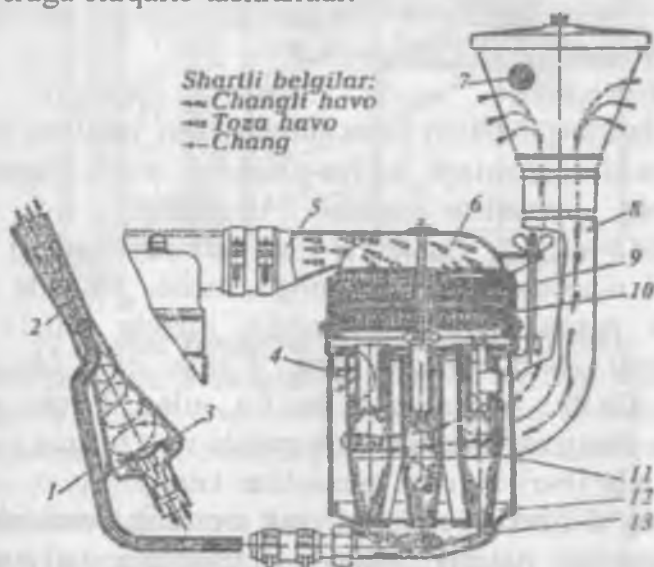
Keyingi vaqtda ba'zi traktorlarga siklonli havo tozalagichlar o'rnatilmoqda. Bu holda havo ikki marta tozalanadi.

Siklonli havo tozalagichning (21.4-rasm) ichiga to'qqizta siklon 11 joylashtirilgan bo'lib, u kallak 6 va tub 12 bilan berkitilgan g'ilof 4, kallak ichiga joylashtirilgan ikkita sim to'r kasseta 9 va 10 dan iborat.

Oddiy moy vannali havo tozalagichlarda havo changdan 97-97,5% gacha tozalansa, siklonli havo tozalagichda esa 99% gacha tozalanadi.

Havo tozalagich quyidagi tartibda ishlaydi: sim to'r qalpoq 7 orqali kirgan changli havo g'ilof 4 ga urinma yo'nalishida kirgani uchun uyurma harakatga keladi. Havo g'ilofda bir marta changdan tozalanadi, so'ngra changli

havo to'qqizta siklonning tangensial joylashtirilgan qisqa quvuridan kirib, uyurma harakatni davom ettiradi. Havo oqimining markazdan qochirma harakati tufayli chang zarrachalari havodan ajralib, bunker 13 ga tushadi va ikkinchi bor tozalanadi. Dvigateldan chiqayotgan gazlar ejektor 2 o'ratilgan quvurdan katta tezlikda o'tib, unda siyraklanish hosil qiladi. Natijada chang zarralari atmosferaga chiqarib tashlanadi.



21.4-rasm. Siklonli havo tozalagich:

1-so'rib oluvchi quvur; 2-ejektor; 3-uchqun o'chirgich; 4-kojux; 5-qisqa quvur; 6-kallak; 7-sim to'rli qalpoq; 8-havo kiradigan quvur; 9,10-sim to'rli kasseta; 11-siklon; 12-tub; 13-bunker

Kirgan havoning 12-15%i chang bilan chiqib ketadi. Tozalangan havo siklonlar ichidagi ingichka qisqa quvurdan kirib sim to'r kassetalari orqali o'tib, uchinchi marta tozalanadi va dvigatelning silindrlariga kiradi.

21.2. YONILG'I TOZALAGICHLAR

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, dvigatelning silindr-porshen guruhi yonilg'i bilan kiradigan chang zarralari ta'sirida ham yeyilar ekan. Karbyurator va dizellarda

yonilg'i uzatish apparatlarining ish muddati yonilg'idagi chang zarralarining miqdoriga bog'liqdir.

Dvigatel va yonilg'i uzatish apparatlari detallarining yeyilishini kamaytirish maqsadida yonilg'ini tindirish va tozalash talab etiladi.

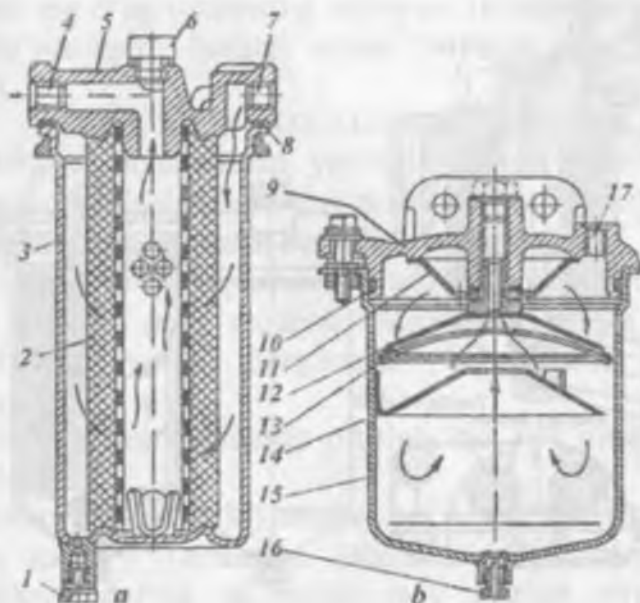
Karbyuratorli dvigatellarda yonilg'i birinchi marta bakda tinib tozalanadi, so'ngra tindirgich filtrda tozalanadi. Tindirgichda mexanik aralashmalar va suv cho'kadi. Yonilg'i esa sim to'r yordamida chang zarralaridan tozalanib karbyuratorga uzatiladi.

Dizellarning yuqori bosimli yonilg'i berish apparatlarining detallari katta aniqlik bilan yasalgan bo'ladi. Chunonchi, nasosdagi «gilza-plunjer», «uya-klapan» va «forsunka ninasi-to'zitgich» tirqishlari 1-5 mkm oralig'ida bo'ladi. Bu juftlar (detallar) yeyilmasligi uchun yonilg'i nihoyatda toza bo'lmog'i lozim. Shuning uchun yonilg'i bakka quyilishidan oldin, albatta (10-15 kun) tindirilishi shart. Dvigatelning o'ziga esa dag'al va mayin filtrlar o'rnatilgan bo'lib, ular 3 mkm gacha bo'lgan chang zarralarini ushlab qolishi va o'ta aniq juftlarga toza yonilg'i berilishini ta'minlashlari kerak.

Dag'al filtrlar-yonilg'ini yirik mexanik zarralardan (40 mkm va undan yuqori) tozalaydi. Dizellarda metall lentali va metall plastinali tirqishli handa boshqa materiallardan tayyorlangan dag'al filtrlar qo'llaniladi.

21.5-va 21.6-rasmlarda dag'al va mayin yonilg'i filtrlari (YAMZ va KamAZ dvigatellari uchun) keltirilgan.

Mayin filtr dag'al filtrdan o'tib ketgan mayda chang zarralarni tutib, yonilg'ini uzil-kesil tozalaydi. Mayin va dag'al filtrlar orasiga nasos o'rnatiladi. U haydagan yonilg'i mayin filtrda tozalanib, yuqori bosimli yonilg'i nasosiga, ya'ni plunjer juftiga boradi. Yonilg'ining ozroq qismi plunjer va klapan orqali forsunkaga yuboriladi, qolgani esa haydovchi nasos (pompa)ga qaytariladi.



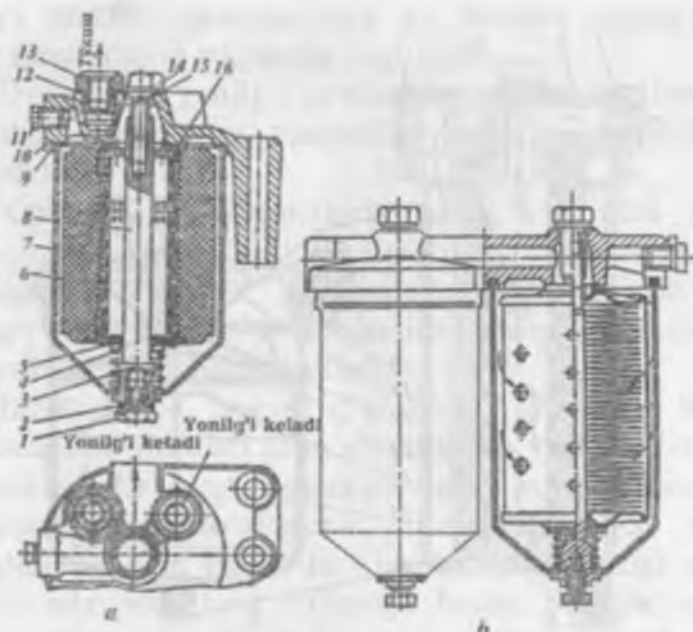
21.5-rasm. Yonilg'ini dag'al tozalash filtrlari:

a-YAMZ-236 dizeli; b-KamAZ-740 dizeli; 1 va 16-to kish tiqini, 2-tozalash elementi; 3 va 15-korpuslar; 4, 7 va 17-teshiklar; 8 va 10-qistirmalar; 11-changlatgich; 12-qayturgich; 23-tozalovchi sim to'r; 14-tindirgich

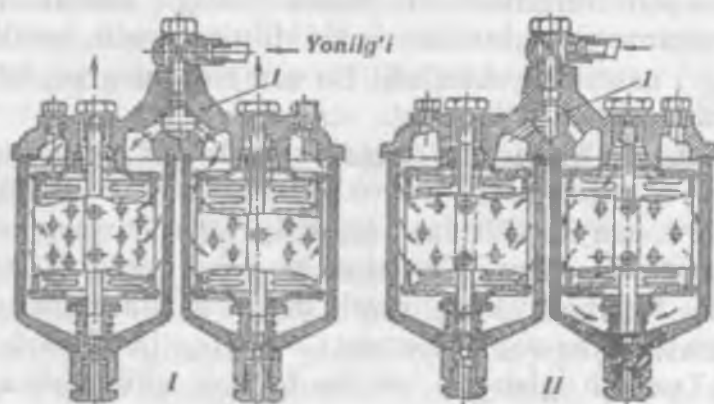
Ba'zan dag'al va mayin tozalagichlar bir korpusga yonma-yon o'rnatiladi. Bu holda yonilg'i bakdan avval pompaga so'riladi, undan keyin filtrlar orqali tozalanib, yonilg'i nasosiga yuboriladi. Bu esa nasosning tez ishdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Mayin filtrning elementi sifatida bir necha qavat zichlab o'ralgan paxta ip yoki maxsus qog'oz ishlatiladi. Yonilg'i mayin filtdan 0.2-0.4 MPa bosim ostida o'tkazilganda zarrachalar shu ip yoki qog'ozda tutilib qoladi. Keyingi vaqtda dizel dvigatellarida ip element o'rniga buklama qog'oz element (2-TF2) qo'llanilmoqda.

Tozalash elementi taxlam-taxlam qilib buklangan pishiq qog'oz silindrdan iborat. Silindrning usti va osti metall plastina bilan berkitilib, sterjenga o'rnatilgan. 21.7-rasmdagi I sxemada filtrlarning parallel ishlashi, II



21.6-rasm. Yonilg'ini mayin tozalagichlar:
a-YAMZ-236 dizeli uchun: 1-to'kish tiqimi; 2, 15-qistirmalar; 3-prujina; 4-shayba; 5-karkas flanetsi qistirmasi; 6-tozalovchi element; 7-tozalagich korpusi; 8-sterjen; 10-tozalagich qopqog'i; 11-konussimon tiqin; 12-jiklyor shaybasi; 13-jiklyor; 14-korpusni qotirish bolti; 16-qistirma; b-KamAZ-740 dizeli uchun



21.7-rasm. Buklama qog'oz elementli yonilg'i tozalagich:
I-uch yo'lli kran

sxemada esa o'ng tomondagi seksiyani ifloslardan tozalash usuli ko'rsatilgan; buning uchun 3 yo'lli kran 90° ga buriladi.

21.3. MOY TOZALAGICHLAR

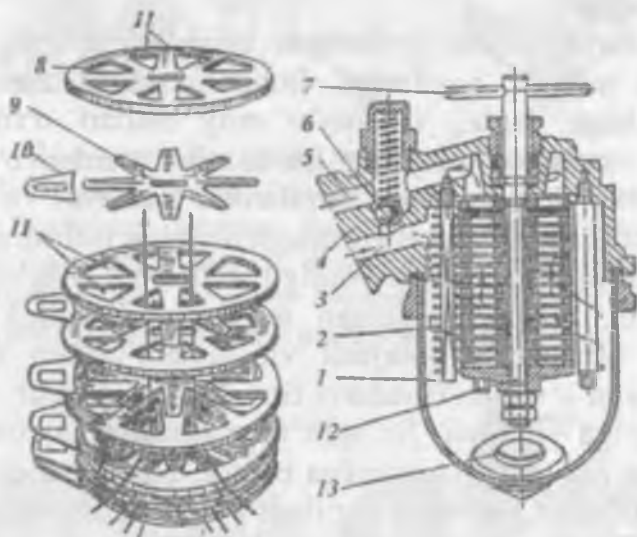
Dvigatel detallarining yeyilishini kamaytirish uchun moy tozalagich ishlatiladi. Moy tozalagichlar ish vaqtida va ishqalanish natijasida hosil bo'ladigan metall qirindi, qurum, smola, chang va boshqalarni muttasil tutib qolib, moyning sifatini ma'lum vaqt saqlaydi. Moy dvigatelning asosiy magistraliga yetib borguncha bir necha marta tozalanadi:

I-moy qabul qilgichdan o'tishda sim to'r orqali suzib o'tkaziladi;

II-karter tubida joylashgan tiqindagi magnit orqali ikkinchi marta tozalanadi. Bundan tashqari zamonaviy dvigatellarga dag'al va mayin moy filtrlari o'rnatiladi, Dag'al tozalagich moyning hammasini o'zidan o'tkazib, uni asosan yirik mexanik zarralardan tozalaydi va lentali yoki plastinali bo'ladi. Bu tozalagichlarning ishlash prinsipi yuqorida ko'rib o'tilgan yonilg'i filtrlariga (dag'al) juda o'xshaydi. Nasosdan kelgan moy jiklyor orqali o'tib, bosimi birmuncha pasayadi va taxlam-taxlam (gofrli) silindrlarga o'ralgan lentalarni tirqishidan tozalanib, silindr bo'shlig'iga yig'iladi. So'ngra moy radiatoriga yoki kran yopiq bo'lsa, moy magistraliga boradi. Tozalagichda tutilib qolgan ifloslar korpusga yig'iladi va uni vaqti-vaqti bilan tozalab turish lozim. Elementlar ifloslanib qoiganda ulardan moy o'ta olmaydi. natijada moy bosimi oshib, saqlagich klapan ochiladi va u magistralga tozalanmasdan o'tadi. Moy magistralidagi moyning bosimi cheklagich klapan bilan rostlanadi, bosim ortganda (moy sovib, podshipniklar tirqishi kattalashmagan bo'lsa) klapan ochilib, moyning bir qismini karterga qaytaradi.

Plastinali tozalovchi element valik 12 ga yig'ilgan plastina 8 va yulduzcha 9 lardan iborat. Yuqorida

ko'rganimizdek, plastinalar orasida yulduzcha shaklida qalinligi (0,07-0,09 mm) ga teng tirqish hosil bo'ladi (21.8-rasm). Moy nasosdan tindirgichga keladi, halqa plastinalar orasidagi tirqishdan o'tib tozalanadi, vertikal kanal orqali halqasimon bo'shliqqa yig'iladi va undan mayin tozalagichga yoki asosiy moylash tizimiga o'tadi. Elementlarni ifloslardan tozalash uchun valik 12, dasta 7 bilan burab aylantiriladi. Bunda tozalagich plastinalar kirlarini sidirib tindirgichga tushiradi. Tiqin 13 orqali quyqa bo'shatiladi. Saqlagich klapan 6 moy bosimi mo'ljaldan oshganda moy kiradigan va chiqadigan kanallarni o'zaro tutashtiradi.

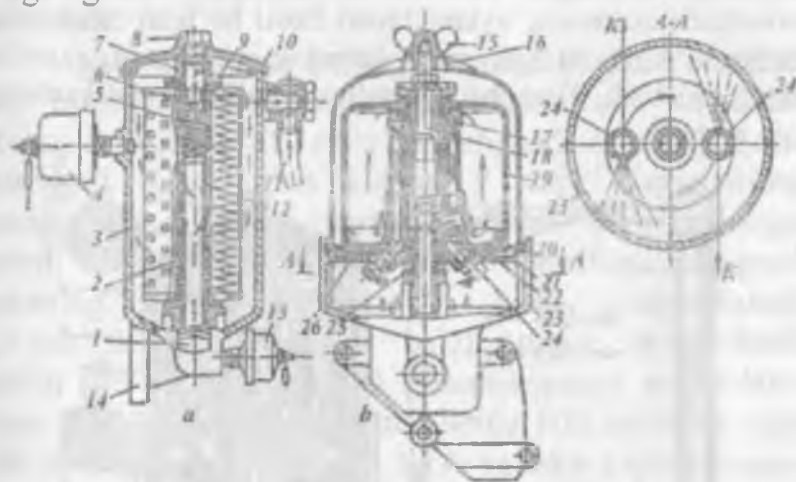


21.8-rasm. Plastinali filtr:

1-tindirgich; 2-sterjen; 3 va 5-kanal; 4-korpus; 6-saqlagich klapan; 7-dasta; 8-filtrlovchi plastina; 9-yulduzcha; 10-tozalagich; 11-plastinalar teshigi; 12-valik; 13-tiqin

Mayin filtrlar. Deyarli barcha traktor va ba'zi avtomobil dvigatellarida mayin filtr sifatida reaktiv sentrifuga o'rnatiladi. Ba'zi traktorlarga dag'al filtr qo'yilmasdan, faqat sentrifuganing o'zigina qo'yiladi. Bu holda sentrifuga moy magistraliga ketma-ket ulanadi. Dag'al

tozalash filtrlari parallel ulanadi. Sentrifuga moyni markazdan qochirma kuch ta'sirida solishtirma og'irligi moynikidan katta bo'lgan oksidlanish mahsulotlari, smolalar va metall qirindilardan tozalaydi. Agar sentrifuga moy magistraliga parallel ulangan bo'lsa (21.9-rasm), moyning bir qismini tozalaydi. Rotor 17 vertikal o'q 18 da ravon aylana oladi. Korpusga esa ikkita po'lat naycha 5 presslab o'rnatilgan. Ularning pastki uchlari rotor korpusiga (urinma yo'nalishida parmalangan kanallarga) tutashtirilgan. Bu kanallar kalibrlangan teshikli forsunkalar 24 ga ega.

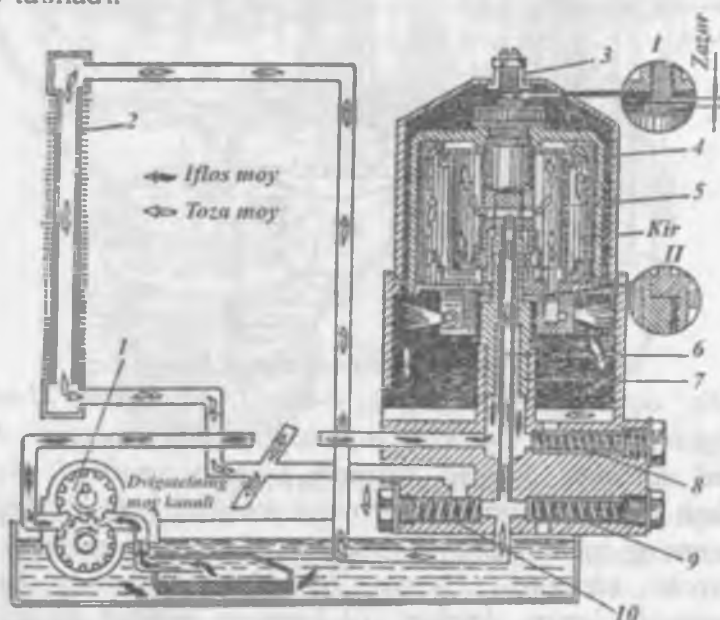


21.9-rasm. Moy tozalagichlar:

a-to'liq oqimli; b-sentrifuga; k-aks ta'sir kuchi; 1-to'kish teshigining tiqini; 2-to'kish naychasi; 3-filtr korpusi; 4-moy bosimi datchigi; 5-qayta haydash klapani prujinasi; 6-qayta haydash klapani; 7-prujina; 8-to'kish trubkasi bolti; 9-filtrlovchi elementning zichlagichi; 10-qopqoq; 11-moy o'tkazgich; 12-filtrlovchi element; 13-moy bosimining avariya holatini ko'rsatuvchi lampa datchigi; 14-korpusni qotirish yuzasi; 15-quloqchali gayka; 16-qopqoq; 17-rotor; 18-rotor o'qi; 19-rotor qopqog'i; 20 va 21-qistirmalar; 22-rotor korpusi; 23-sentrifuga korpusi; 24-forsunka; 25-podshipnik; 26-po'lat qaytargich

Sentrifuga quyidagicha ishlaydi: nasosdan kelgan moyning ozroq qismi kanallar orqali rotor korpusi ichiga o'tadi, keyin trubkalarga va undan forsunkalar 24 ga o'tib, ularning teshigidan shiddat bilan oqib chiqadi. Natijada moyning bosim kuchi (reaktiv kuch) rotorni moy chiqayotgan tomonga teskari yo'nalishda aylanishga majbur etadi.

Nasos moyni 0,4-0,6 MPa bosimda haydaganda va moyning harorati 80-85°S bo'lganda, sentrifuganing rotori minutiga 5000-7000 marta aylanadi. Natijada moyning ichidagi, solishtirma og'irligi undan og'ir zarrachalar rotorning aylanishidan hosil bo'lgan markazdan qochirma kuch tufayli rotor korpusining devoriga urilib, unga yopishadi. Toza moy kanallar orqali dvigatel karteriga oqib tushadi.



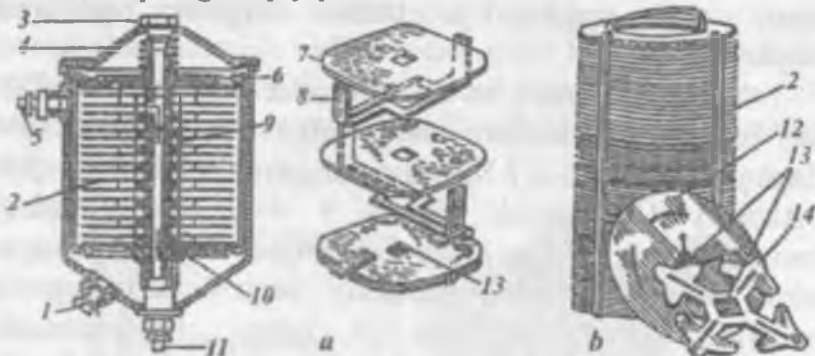
21.10-rasm. Dvigatel moy magistraliga ketma-ket ulangan sentrifuganing sxemasi:

1-moy nasosi; 2-moy radiatori; 3-vint; 4-stakan; 5-ichki stakan; 6-naycha; 7-o'q; 8-reduksion klapan; 9-cheklagich klapan; 10-termostat klapan

Shuni aytish lozimki, sentrifugalarni qo'llash moyni haqiqatan ham yaxshi tozalashga va eskirish muddatini uzaytirishga imkon berdi. Hozirgi vaqtda dvigateldagi moy 120 motor-soat o'rniga 240 motor-soatda almashtirilyapti. Sentrifuganing afzalliklari ma'lum bo'lgandan so'ng, ular moylash tizimiga ketma-ket ulana boshlandi. Bu holda nasos bilan haydalgan moyning hammasi sentrifugadan o'tib tozalanadi (21.10-rasm). Unda tozalangan moyning bir qismi rotorning aylanishini ta'minlab, dvigatel karteriga oqib tushadi, qolgan qismi esa asosiy moy magistraliga borib, dvigatel detallarini moylaydi.

Agar moy sovuq bo'lsa, termostat klapan 10 ochilib, moy rotorga bormasdan, magistralga o'tadi. Reduksion klapan 8 bosim 0,6-0,7 MPa dan oshganda ochiladigan qilib rostanadi. Cheklagich klapan 9 moy magistralidagi bosimni 0,1-0,2 MPa chamasida saqlab, foydalanilmagan moyni karterga o'tkazib yuboradi. Sentrifuga ishlaganda rotorning ko'tarilishi vint 3 bilan chegaralanadi. Ko'pchilik avtomobil va ba'zi traktor dvigatellarida mayin filtr sifatida DASFO (dvuxseksionniy avtomobilniy super filtr - otstoynik - avtomobilning ikki seksiyali super filtr tindirgichlari). DASFO EFA va «R» («Regotmass») markali tozalagichlar qo'llaniladi. Bu elementlar moyni mayda zarrachalardan tozalaydi. Filtr yangiligida o'zidan moyning 10-15% ini o'tkazadi, element ifloslangan sari kamroq o'tkaza boradi, ma'lum muddat ishlagandan keyin esa yangisiga almashtiriladi. Bu filtrlarda tozalangan moy magistralga yuborilmasdan, dvigatel karteriga oqib tushadi. DASFO elementli mayin filtr (21.11-rasm) korpus 6 ichidagi sterjen 9 ga kiritilib, tepasidan qopqoq 4 bilan berkitiladigan, almashinadigan filtrlovchi element 2 dan iborat.

Sterjenga prujina kirgizilib, ustidan bolt 5 bilan qopqoq siqib qo'yiladi. Moy tozalagich karton plastina va qistirmadan iborat. Moy plastina bilan qistirmalar orasidagi tirqish va karton plastina ham qistirma materiallarining juda mayda g'ovaklaridan sizilib, qistirma kesigiga va undan markaziy kanal teshigi 13 ga o'tadi va dvigatel karteriga oqib tushadi. Moydagi ifloslar plastina va qistirma oraliqlariga to'planib, materialiga singib hamda quyqasi filtr korpusi tubiga cho'kib qoladi. Vaqti-vaqti bilan tiqin burab ochilib, to'plangan quyqa bo'shatiladi.



21.11-rasm. Mayin filtr va uning elementlari:

a-DASFO; b-DASFO-EFA; 1-tiqin;

*2-filtrlovchi element; 3 va 11-trubka; 4-qopqoq; 5-bolt; 6-korpus;
7-karton plastina; 8 va 14-qistirmalar; 9-sterjen; 10-teshiklar;
12-plastina; 13-kanal teshigi*

Moy - sovuq yoki filtrlovchi element ifloslangan bo'lsa, moy filtrda tozalanmasdan, element tubidagi oltita teshik 10 orqali sterjenning kalibrlangan teshigiga o'tib, aylanib yurib isiydi. Boshqa filtrlovchi elementlar ham deyarli shu prinsipda ishlaydi, ammo ularning shakli boshqacharoq.

XXII BOB. MOYLASH TIZIMLARI

22.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Ichki yonuv dvigatellarining ishlash muddati ko'p jihatdan moylash tizimiga bog'liq bo'lib, uni uzaytirish uchun ishqalanuvchi juftlar orasida suyuq ishqalanish hosil qilish kerak.

Dvigatellarning eng zaif qismlariga silindr-porshen guruhi, tirsakli val podshipniklari, taqsimlash vali podshipniklari kiradi.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, bu juftlar issiq va changli sharoitda (O'rta Osiyo zonasi) mo'tadil sharoitga qaraganda nisbatan tez (6-8 marta) yeyilar ekan. Bu esa mutaxassislardan katta e'tiborni, ya'ni dvigatel tizimlariga texnik xizmatni yaxshi yo'lga qo'yishni talab qiladi.

Moylash tizimiga qo'yiladigan talablar:

- ishqalanuvchi sirtlarning ortiqcha yeyilishi, qizishi va qadalib qolishiga yo'l qo'ymaslik;

- ishqalanish ishiga indikator quvvatni kam sarflash;

- ishqalanuvchi sirtlarda hosil bo'ladigan issiqlikni kamaytirish;

- ishqalanish sirtlariga yetarli miqdorda moy yetkazib berish;

- kerak bo'lganda o'ta qiziydigan detallarni (porshen va boshqalarni) majburan sovitish.

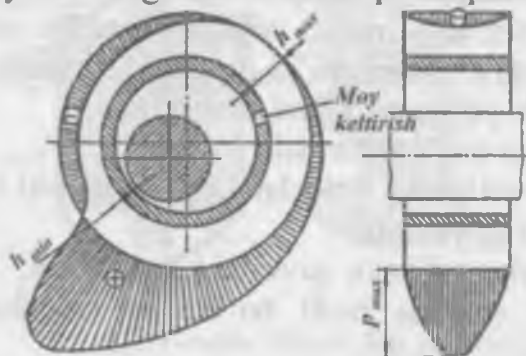
Dvigatelning yuklangan qismlariga (tub va shatun podshipniklari, taqsimlash vali podshipniklari va h.k.) moy bosim ostida berilishi zarur.

Dvigatellarda tirsakli valning tub podshipniklari eng ko'p yuklangan bo'lib, uzluksiz o'zgaruvchan tezlik va yuklama ta'sirida ishlaydi. Natijada ularga kirayotgan moyning bosimi, harorati va qovushoqligi ham o'zgarib turadi.

PODSHIPNIKLARNING ISHLASH MUDDATI

Ularning ish sharoitlari dvigatel turi (nadduvli, nadduvsiz, dizel yoki karbyuratorli dvigatel) hamda moyning sifati va uni podshipniklarga keltirish usuliga bog'liqdir.

Podshipnikning moy qatlamidagi gidrodinamik bosimlar epyurasi 22.1-rasmda keltirilgan. Yuqorida ko'rib o'tganimizdek, podshipniklarga moy past bosimli joydan kiritilishi lozim. Moyning ko'p qismi podshipnikning yuklanmagan zonasidan oqib chiqadi va aksincha.



**22.1-rasm. Podshipnikning moy
qatlamidagi gidrodinamik bosimlar**

Natijada podshipniklar (ich-qo'ymalar) notekis sovutiladi. Bosim ko'p zonada moyning harorati ortadi, moy pardasi yupqalashadi, qovu-shoqligi esa kamayadi.

Bu holda val bilan ichqo'yma bir-biriga ishqalanib ishlashi mumkin. Bu esa maqsadga muvofiq emas. Podshipniklar uzoq va puxta ishlashi uchun val va ichqo'ymalarning sirtlarida eng kamida 8 mkm qalinlikda moy pardasini hosil qilish kerak.

Dvigatelning boshqa qismlari ham murakkab (yuqori harorat va bosim) sharoitda ishlaydi. Masalan, silindr-porshen guruhidagi birinchi halqa bilan gilza ko'zgusi orasida suyuq ishqalanishni hosil qilib bo'lmaydi. Natijada gilzaning yuqori qismi ko'p yeyiladi. Yeyilishni kamaytirish maqsadida birinchi halqa xrom bilan qoplanadi, gilza esa toblanadi va h.k.

22.2. MOYLASH TIZIMINING VAZIFASI VA TURI

Dvigatel detallari o'zaro harakat qilganda sirtidagi g'adir-budurliklari bir-biriga ishqalanib, ishqalanish kuchi hosil bo'ladi, natijada detallar qiziydi va yeyiladi, hatto qadalib qolib, ishdan chiqishi mumkin. Detaillar qancha tez harakat qilsa, ishqalanuvchi sirtlar bir-biriga qancha kuchliroq siqilsa, ishqalanish kuchini yengish uchun shuncha ko'p quvvat sarf bo'ladi. Detailarning ishqalanishini kamaytirish uchun ularning sirti mumkin qadar silliq qilinadi, termik usulda ishlanadi, yeyilishga chidamli metallar bilan qoplanadi. Podshipniklarda esa antifriksion qotishmalar qo'llaniladi. Ayrim hollarda sirpanib ishlaydigan podshipniklar o'miga yumalanib ishlaydigan (sharikli, rolikli) podshipniklar o'matiladi. Yeyilishni kamaytirishning asosiy omillaridan biri ishqalanadigan sirtlar orasida moy pardasi hosil qilishdir. Bunda sirtlar bir-biridan moy pardasi bilan ajratilib, qattiq sirtlar o'zaro ishqalanishi o'miga suyuq moy qatlami zarrachalari bilan ishqalanadi.

Ishqalanish quyidagi turlarga bo'linadi.

- suyuq ishqalanish (moy pardali);
- chala suyuq ishqalanish;
- chekli ishqalanish;
- quruq ishqalanish.

Ishqalanuvchi sirtlar bir-biridan moy qatlami bilan ajratilgan bo'lsa, bunday ishqalanish suyuq ishqalanish deyiladi. Bunday holda moy qancha qovushoq bo'lsa va detallar qancha tez harakat qilsa, moy pardasi shuncha qalin bo'ladi, ta'sir etuvchi yuklama orsa, moy qatlami yupqalashadi.

Moy sifati harakat tezligiga va yuklamaga munosib bo'lmasa, detallar sirti qisman bir-biriga bevosita tegishiga sabab bo'ladi. Bunday ishqalanish chala suyuq ishqalanish deyiladi. Agar detallar orasidagi tirqishdan moy qatlami

siqib chiqarilib, faqat sirtlarning molekulyar kuchi ta'siri bilangina juda yupqa moy qavati qolsa, bunday ishqalanish chekli ishqalanish deyiladi.

Agar chekli ishqalanishning yupqa moy pardasi yirtilsa va detallar sirti bevosita bir-biriga tegib ishlasa, quruq ishqalanish hosil bo'ladi. Moy pardasi ishqalanishni kamaytirishdan tashqari, detallarni birmuncha sovitadi, sirtlar yeyilishidan hosil bo'lgan metall zarrachalarini olib ketadi, detallar orasidagi tirqishlarni to'ldirib, ularning jipsroq tegishini ta'minlaydi (masalan, silindrdagi kompressiya ortadi) hamda ularni zanglashdan saqlaydi. Xullas, moy ishqalanish kuchini, detallarning yeyilishi va qizishini kamaytiradi, demak, shularni yengish uchun sarflanadigan quvvat tejaladi.

Dvigatelning moylash tizimi ishqalanadigan detallarga ma'lum harorat va bosimda hamda yetarli miqdorda moy yetkazib berishi kerak. Dvigatel detallari, odatda, kombinatsiyalashgan usulda moylanadi, ya'ni moy sachratib yoki bosim bilan majburan yuborilishi mumkin. Masalan, gilzalarning ko'zgusi sachratib moylanadi. Bunda karterdagi moy harakatlanuvchi detallar bilan sachratilib, mayda tomchilardan iborat moy tumanlari hosil bo'ladi va ishqalanuvchi detallarga o'tirib, ularni moylaydi.

Detaillarga moy majburan yuborilsa, bosim bilan moylash deyiladi, ya'ni zo'riqib ishlaydigan mexanizmlar (tirsakli valning tub va shatun podshipniklari, taqsimlash valining podshipniklari, koromislolar o'qi va boshqalar) bosim ostida moylanadi.

22.3. ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA ISHLATILADIGAN MOYLAR VA ULARNING XOSSALARI

Dvigatel moyi ishqalanish juftlarining sirtlarida yupqa moy pardasi hosil qiladi. Ular detallarga tushadigan kuchli bosim va yuqori haroratga bardosh berishi, yonish

jarayonida issiq gazlar bilan aralashib alanganmasligi va yonganda esa qurum hosil qilmasligi kerak. Moylarning qovushoqligiga haroratning o'zgarishi kam ta'sir qilishi, detallarni zanglatmasligi va uzoq vaqt saqlaganda esa buzilmasligi kerak. Odatda, moylar dvigatel mexanizmlarining ish sharoitlarini hisobga olgan holda tanlanadi. Masalan, karbyuratorli va dizel dvigatellarida yilning fasllariga mos moylar qo'llash tavsiya etiladi.

Suv nasosi podshipnigi uchun suv yuvib ketmaydigan, elektr asbob-uskunalarini moylash uchun esa maxsus suyuq moylar ishlatiladi.

Dvigatel uchun qo'llaniladigan moylar neftdan yonilg'ilar (benzin, kerosin, dizel yonilg'isi) olingandan keyin qolgan qoldiq mazutni qayta haydash yo'li bilan olinib, ular distillash moylari deb ataladi. Dvigatelda moyning eskirmasdan ishlash muddati moylash tizimining tuzilishiga, texnik qarov qoidalarining to'g'ri bajarilishiga, moyning sifatiga, ishlash rejimi va sharoitlariga (issiq yoki changli) bog'liq. Moyning asosiy ko'rsatkichlariga uning qovushoqligi, qotish harorati, ishqor va kislota sonlari va boshqalar kiradi.

Moyning qovushoqligi ishqalanish kuchiga va moy pardasi qalinligiga ta'sir etadi. Masalan, qish paytida moyning qovushoqligi ortadi, natijada qalin moy pardasi hosil bo'ladi, kichik tirqishlarga kira olmaydi, mexanizmlarning harakati qiyinlashadi va dvigatel qiyin ishga tushadi. Moyning qovushoqligi nisbatan kichik bo'lsa, tirqishlardan siqilib chiqib, sirlarni qanoatlanarli darajada moylamaydi. Shuning uchun moylarning bosimini nazorat qilib turish kerak. U ma'lum miqdordan (0,2-0,4 MPa) past bo'linasligi lozim. Aks holda detallarning yeyilishi tezlashadi.

Moyning qotish harorati $-20^{\circ}\text{...}-40^{\circ}\text{S}$ oralig'ida tanlanadi. Moyning stabilligi deb, ishqalanish sirtlariga yopishgan yupqa moy qatlamining yuqori harorat va

havodagi kislorod ta'siridan oksidlanishga va turli zararli moddalar hosil etishga qarshilik ko'rsatishiga aytiladi.

Moyning tarkibi shunday tanlanishi kerakki, u suv bilan aralashganda ham kislotalar hosil qilmasligi kerak, chunki ular detallarning yeyilishiga va yemirilishiga sabab bo'ladi. Hozirgi zamon dvigatellarida moylarga oz miqdorda (1-5%) maxsus ko'p funktsiyali qo'shilmalar (prisadka) qo'shiladi. Ba'zi qo'shilmalar moyni quyushtiradi, yuqori haroratda moyning qovushoqligini oshiradi, qotish haroratini esa pasaytiradi, ishqalanishga chidamliligini oshiradi va h.k. Bundan tashqari moyning oksidlanishiga, korroziyaga qarshi, quyqa va cho'kindilarni eritib yuvadigan qo'shilmalar ham qo'shiladi. Detailarning sirtida mustahkam moy pardasi hosil etish uchun esa maxsus qo'shilmalar ishlatiladi.

Hozirgi paytda asosan kompleks qo'shilmalar qo'llaniladi. Ular yeyilishni kamaytiradi, porshen halqalarining kuyib yopishishiga yo'l qo'ymaydi va moyning qotish haroratini pasaytiradi.

Karbyuratorli dvigatellarni moylash uchun M6₃/10Г₁; M12Г₁; M8Г₁ (GAZ-24); M8Б₁ (ZIL-130); dizellar uchun esa ДС-11; M10B₂; ДС-8 va M8B (YAMZ-236, YAMZ-238); M10ГФ; M10B₁; M8ГФ₃ va M8B (KamAZ-740) markali moylar qo'llaniladi. Bunda, D - dizel moyi, C - selektiv eritkichlar bilan tozalangan, 3 - sovuqda maqbul qovushoqligini saqlaydigan modda qo'shilganligini, M - motor moyi ekanligini, raqamlar esa moyning 100°S dagi qovushoqligini (sSt) bildiradi. Г-tezyurar karbyuratorli dvigatellar uchun, Г₂-tezyurar dizellar uchun. Б₁-aylanishlar soni 4000 min⁻¹ gacha bo'lgan karbyuratorli dvigatellar uchun, B-o'rtacha tezlikda ishlaydigan dvigatellar uchun mo'ljallangan moylar. Masalan, M6₃/10Г₁ moyining ta'rif: motor moyi, 18°S da qovushoqligi 2600-

10400 sSt, quyiltirilgan, 100°S da esa qovushoqligi -10 sSt hamda tezyurar dvigatellar uchun mo'ljallangan. Turli moylarni bir-biriga aralashtirish va belgilangan markalari o'rniga boshqasini ishlatish yaramaydi.

22.4. MOYLASH TIZIMINING UMUMIY SXEMASI

Dvigatel ishlaganda detallarning yeyilishidan hosil bo'lgan metall zarrachalari, havo orqali kirgan chang, qisman yonishdan hosil bo'lgan mahsulotlar karterdagi moyni ifloslaydi. Dvigatel zo'riqib ishlaganda esa moy qiziydi, smola hosil bo'ladi. Shuning uchun moylash tizimi ishqalanuvchi detallarga kerakli miqdorda moy yuborishi, uni mexanik zarralardan puxta tozalashi va lozim bo'lsa, sovitib turishi zarur. Bu talablarni qanoatlantirish uchun ichki yonuv dvigatellarida asosan kombinatsiyalangan moylash tizimi qo'llaniladi. 22.2-22.3-rasmlarda karbyuratorli (GAZ-24) va dizel (KamAZ-740) dvigatellarining moylash tizimi keltirilgan.

Dvigatelning moy zaxirasi karterda turadi. Moy nasosi moyni so'rib, dag'al filtrga bosim bilan yuboradi. Bu filtdan tozalanib o'tgan moyning bir qismi mayin filtrga yo'naltirilib, undan tozalanib o'tgan moy karterga oqib tushadi. Moyning boshqa qismi moy radiatoriga yo'naltiriladi. Radiatorda sovigan moy esa magistral kanal orqali dvigatel qismlarini moylashga yuboriladi. Moy kanallar orqali tirsakli valning tub va shatun podshipniklariga boradi. Shatun tanasidagi parmalangan teshik orqali esa porshen barmog'iga boradi. Magistral kanal bilan tutashtirilgan alohida teshik va naychalar orqali taqsimlash valining podshipniklariga, koromislolar o'qiga va zo'riqib ishlaydigan boshqa detallarga yuboriladi. Podshipniklardan oqib chiqqan moyni tirsakli val sachratadi, hosil bo'lgan moy zarrachalari silindrlar ko'zgusini.

1-va 18-moy to'kish teshigining tiqini; 2-moy qabul qilgich; 3-moy nasosi; 4-sozlash klapani; 5-tirsakli val; 6-moy magistrali; 7-taqsimlash vali; 8-moy radiatori; 9-quyish bo'g'izi qopqog'i; 10-koromisto; 11-blok kallagi qopqog'i; 12-blok kallagi; 13-klapan; 14-shtanga; 15-turtkich; 16-moy bosimini ko'rsatish datchigi; 17-to'la oqimli moy filtri; 19-moy bosimining avariya holatini ko'rsatuvchi lampa datchigi; 20-saqлагich klapani; 21-moy radiatori krani; 22-poddon; 23-shatun teshigi; 24 va 25-silindrlar bloki va blok kallagi moy kanallari; 26-moy sathi ko'rsatgichi; 27-vintli ariqcha; 29-tiqin; 30-tirsakli val moy kanali; 31-kir yig'uvchi bo'shliq; 32-moy to'kish teshigi; 33-shesternyalarni moylash naychasi; 34-taqsimlash vali bo'yinlari ariqchalari; 35-taqsimlash vali shesternyasi; 36-tirsakli val shesternyasi

Dvigatellar qish kunlari ekspluatatsiya qilinganda moy radiatorga yuborilmaydi. Bu holda moy sovitilmasdan, filtdan magistral kanalga o'ta beradi.

22.5. MOYLASH TIZIMINING ASBOB VA MEXANIZMLARI

1. Moy nasosi dvigatel detallarining ishqalanadigan sirtlariga bosim ostida moy yuboradi. Dvigatellarda asosan shesternyali moy nasosi qo'llaniladi. Nasos (22.4-rasm) cho'yan korpus, uning ichiga joylashirilgan yetakchi va yetaklanuvchi shesternyadan iborat. Nasosning yetakchi shesternyasi taqsimlash shesternyalari orqali tirsakli valdan yoki taqsimlash valining vintsimon shesternyasidan harakatga keltiriladigan valikka o'rnatilgan. Yetaklanuvchi shesternya korpusga o'rnatilgan o'qda aylanadi. Nasos quyidagicha ishlaydi:

Shesternyalar (turli tomonga) aylanganda, moy kirish kanalidan o'tib tishlar orasini to'ldiradi, tishlar harakati davomida korpus devori bilan tishlar orasidagi moy siqilib, haydash kanaliga bosim bilan chiqadi.

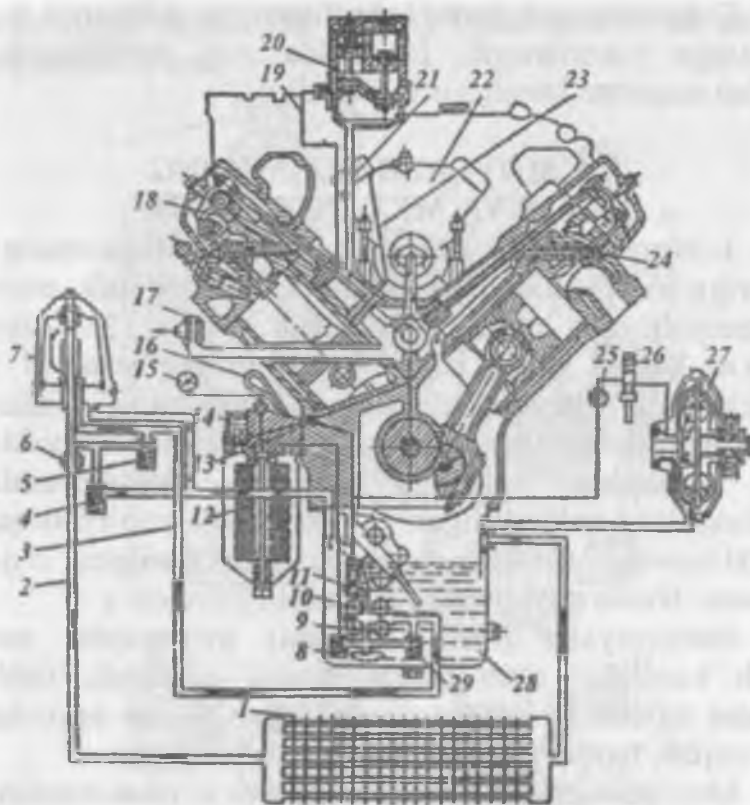
Moy nasosga qabul qilgichning sim to'ridan tozalanib kiradi.

Moy qabul qilgichlar suzuvchi (qalqovuchli) va qo'zg'almas bo'ladi.

Suzuvchi moy qabul qilgich moy betida qalqib toza moy oladi. Ba'zi moy qabul qilgichlarning sim to'ri ifloslansa, nasosning so'rish kuchi bilan sim to'r yuqoriga ko'tariladi va o'rtasidagi teshigidan moy tozalanmasdan so'riladi.

Moy bosimi belgilangandan ortmasligi uchun moy nasosiga reduksion klapan o'rnatiladi. Klapaning prujinasi ma'lum bosimga mo'ljallab rostlanadi.

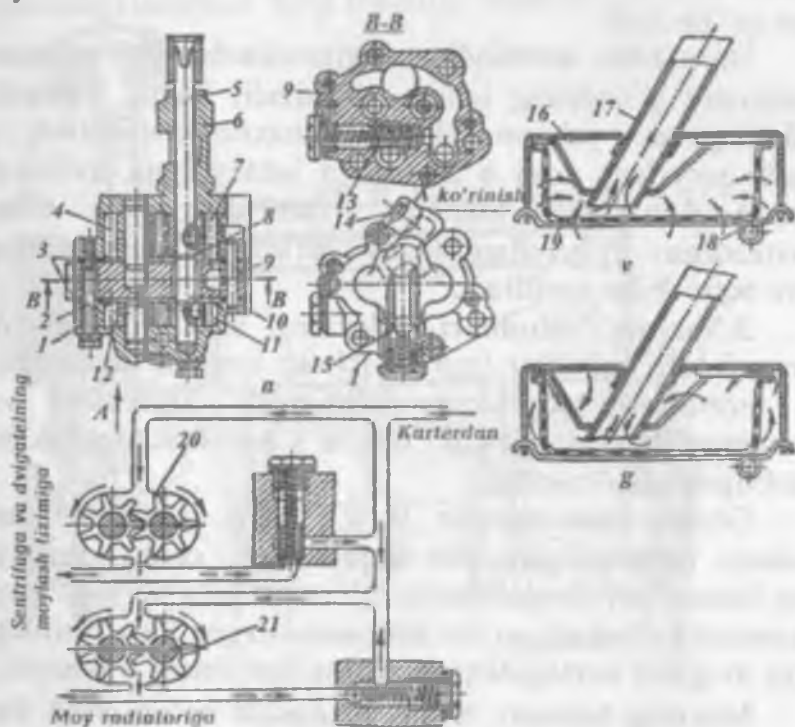
Ko'pchilik dvigatellarda bir seksiyali (bir juft shesternyali) moy nasosi, ba'zan esa ikki yoki uch seksiyali nasoslar qo'llaniladi.



22.3-rasm. KamAZ-740 dvigateli moylash tizimining sxemasi:

1-moy radiatori; 2,3,18,19,21,23 va 24-moy o'tkazgichlar; 4-sentrifuganing moy to'kish klapani; 5-sentrifuganing cheklagich klapani; 6-moy radiatorini ulash krani; 7-sentrifuga; 8-kiritib berish bo'lagining saqlagich klapani; 9-moy nasosining radiator bo'linmasi; 10-moy nasosining kiritib berish bo'lagi; 11-differensial klapan; 12-moyini mayin tozalash filtri; 13-asosiy moy magistrali; 14-mayin tozalash filtri cheklagich klapani; 15-manometr; 16-moy sathi ko'rsatkichi; 17-sapun; 20-kompressor; 22-yuqori bosimli yonilg'i nasosi; 25-gidromuftani ulash krani; 26-hurorat datchigi; 27-ventilyator uzatmasining gidromuftasi; 28-poddan; 29-radiator seksiyasini saqlagich klapani

2 Moy radiatorlari. Dvigatel zo'riqib ishlaganda yoki issiq sharoitda moy harorati mo'ljaldagidan ko'tarilib suyuladi (qovushoqligi pasayadi), detallar sirtidagi moy qatlami (pardasi) yupqalashadi. Bu holda juftlarda ishqalanish natijasida moy pardasi yirtiladi va detallar tez yeyiladi.



22.4-rasm. h) Moy qabul qilgich va moy nasosi:

a-tuzilishi; b-ish sxemasi; v-sim to'r toza holda bo'lganda moyning kelishi; g-sim to'r to'lib qolgan holda moyning kelishi; 1-quyi qismi korpusi; 2-moy nasosining yuqori va quyi qismini birlashtiruvchi bolt; 3-yuqori qismi ikkilamchi shesternyasi; 5-nasos vali; 6-yuqori qismi korpusi; 7-yuqori qismi birlamchi shesternyasi; 8-stoporlash (qotirish) halqasi; 9-moy nasosi qopqog'i; 10-shtift; 11-pastki seksiyaning yetaklovchi shesternyasi; 12-pastki seksiyaning yetaklanuvchi shesternyasi; 13 va 15-o'tkazish klapanlari; 14-moy radiatorini ulash kranini o'rnatish joyi; 16-korpus; 17-naycha; 18-prujina; 19-to'r; 20-yuqori seksiya; 21-pastki seksiya

Moylash tizimiga o'rnatilgan moy radiatori moyning haroratini maqbul holda ($85-90^{\circ}\text{S}$) ushlab turadi. Moy radiatori suv radiatori oldiga o'rnatiladi va ventilyator hosil etadigan havo oqimi yordamida moy sovitiladi. Natijada moyning harorati $10-12^{\circ}$ pasayadi. Ba'zan sovitish tizimidagi suv oqimi bilan sovitiladigan moy radiatorlari ham qo'llaniladi.

Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda moy radiatori ventilyator g'ilofining ichiga o'rnatiladi. Sovuq kunlarda radiatorga moy yubormaslik uchun maxsus kran qilinib, u yopib qo'yiladi yoki o'z-o'zicha ishlaydigan avtomat klapan (termostat klapan) o'rnatiladi. Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda moy radiatori ventilyatorning havo oqimi bilan sovitiladi.

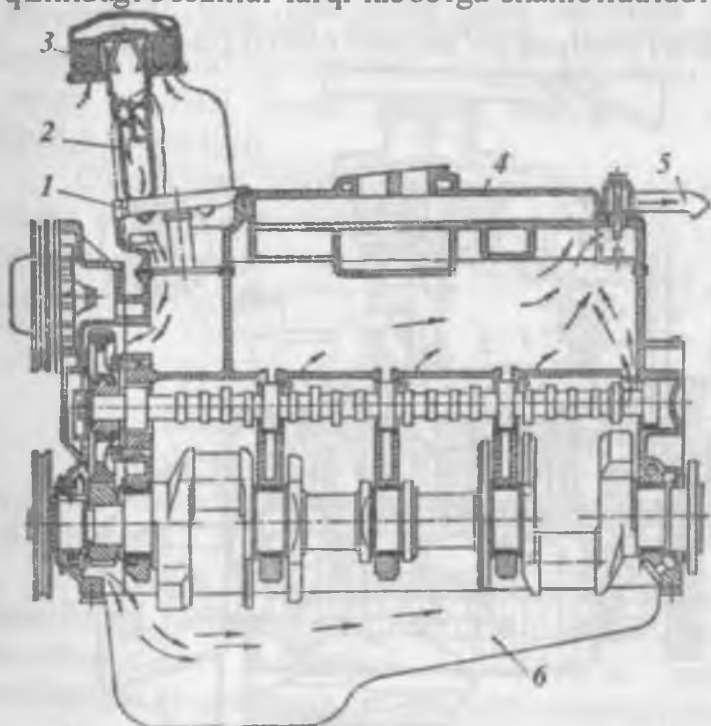
3. Nazorat asboblari. Moyning sathi, bosimi va harorati turli asboblari (moy o'lchash sterjeni, manometr va termometr) yordamida o'lchanadi. Manometr va termometrlar mashina yoki traktor kabinasiga, datchiklari esa dvigatelga o'rnatiladi.

Odatda, manometrlar $0+0,6$ MPa gacha bo'lgan bosimni ko'rsatadigan qilib darajalanadi, chunki maqbul moy bosimi turli dvigatellarda $0,15+0,4$ MPa bo'ladi. Moy haroratini ko'rsatadigan distansion termometr moy filtridagi yoki dvigatel karteridagi moyning haroratini o'lchaydi.

Moyning harorati $70-80^{\circ}$ chamasida bo'lib, 90°S dan ortib ketmasligi lozim. Havo bilan sovitiladigan dvigatelning karteridagi moyning harorati 100°S gacha bo'lishi mumkin. Bundan yuqori haroratda ishlash qat'iy man etiladi.

4. Karterni shamollatish. Dvigatel ishlaganda, porshen halqalari bilan silindr ko'zgusi orasidan karterga ishlatilgan gazlar o'tadi, haroratning o'zgarishi natijasida karterda suv tomchilari, ishlaganda esa suv bug'lari hosil bo'lib, karterdagi bosimni oshiradi. Natijada moytutqich va qistirmalar orasidan moy sizishi kuzatiladi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun traktor dvigatellariga sapun o'rnatiladi,

avtomobil dvigatellarining karteri esa majburiy ravishda shamollatiladi. Karter berk usulda shamollatilganda, undagi gazlar dvigatel silindriga so'rib olinadi, ochiq shamollatilganda esa atmosferaga chiqariladi. Karterni ochiq va berk usulda shamollatish sxemasi 22.5-22.6-rasmlarda keltirilgan. Bunda karter havo filtrining yuqorigi va pastki qismidagi bosimlar farqi hisobiga shamollatiladi.

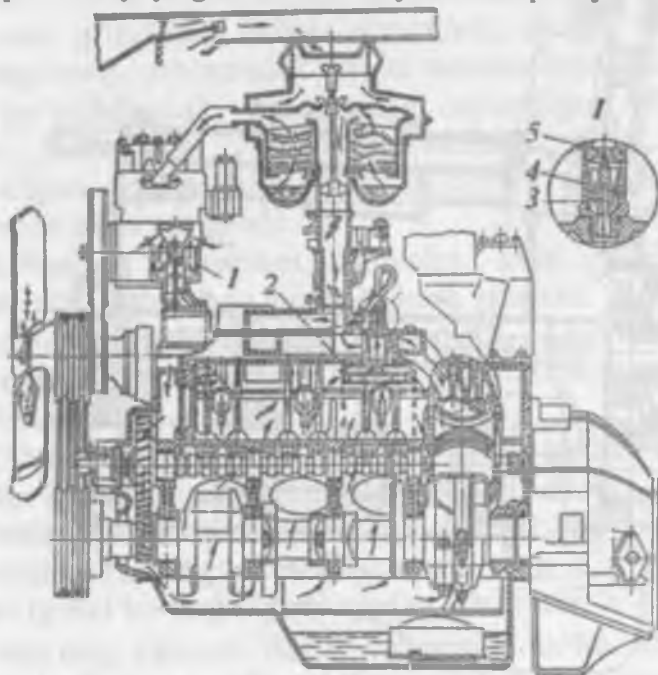


22.5-rasm. GAZ-53A dvigateli karterini shamollatish sxemasi:
 1-sentrifuga korpusi; 2-moy quyish quvuri. 3-filtr; 4-kiritish quvuri; 5-havo quvuri; 6-poddon

22.6. MOYLASH TIZIMIGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH

Moylash tizimi yaxshi ishlashi uchun har bir dvigatelda yil fasliga qarab tavsiya etilgan moylarnigina ishlatish zarur. Texnik qarov quyidagilardan iborat: karterdagi moyning sathini tekshirish, tizimdagi moy

bosimini va haroratini kuzatish, sentrifugalarni va dag'al filtr elementlarini yuvish, mayin filtr elementlarini almashtirish hamda dvigatel moyini yangilash. Moyning bosimini dvigatel ishlab qizigandan keyin tekshirish lozim. Moy yo'llari ifloslansa, reduksion klapan qadalib qolsa yoki tavsiya etilgandan qovushoqroq moy ishlatilsa, moy bosimi ortadi va aksincha, moy sathi kam yoki tirsakli val podshipniklari yeyilgan bo'lsa moy bosimi pasayadi.



22.6-rasm. ZIL-130 dvigateling karterini shamollatish sxemasi va uni havo bilan ta'minlash;

*1-karterni shamollatuvchi havo filtri; 2-moy tutkich;
3-karterni shamollatish klapani; 4-korpus; 5-shtutser*

Dag'al filtr ifloslansa, moy tozalanmasdan va sovitilmasdan magistralga o'taveradi, shu sababli moyning harorati ortadi. Har smenadagi texnik qarovda nazorat asboblarning ko'rsatishi, moyning sizmasligi aniqlanadi va nazorat tiqinlar ko'zdan kechiriladi. Dvigatel to'xtagan

zahoti sentrifuganing inersiya bo'yicha kamida 1 minut shuvullab aylanishiga quloq solinadi va plastinkali dag'al filtring dastasini 2-3 marta burab valigi aylantirib qo'yiladi. Yo'riqnomalarda ko'rsatilgan muddatlarda dag'al filtr va sentrifuga tozalanadi va yuviladi. Dvigatel karteridagi moy bo'shatilib, o'rniaga yangisi quyiladi. Mayin filtring filtrllovchi elementlari almashtiriladi. Sapunning tiqmasi kerosin yoki dizel yonilg'isida yuvilib, moy bilan nanlanib, joyiga qo'yiladi hamda karterni shamollatish tizimining jipsligi tekshiriladi.

O'rta Osiyo iqlim sharoitlarida moylash tizimining ishiga e'tiborni juda kuchaytirish talab qilinadi, chunki bu tizimning yaxshi ishlashi dvigatellarning ishlash muddatini oshiradi.

22.7. MOYLASH TIZIMINING ELEMENTLARINI HISOBLASH

Moylash tizimi elementlarini hisoblash uchun vaqt birligida tizimdan o'tadigan moyning miqdori ma'lum bo'lishi kerak.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, moy orqali beriladigan issiqlikning umumiy miqdori Q_m , porsheni moy bilan sovitilmaydigan dvigatellarda 1,5-2,0% ni, moy bilan sovitiladigan dvigatellarda esa 4,0-5,0% ni tashkil etadi.

Bir sekundda dvigatelga yonilg'i bilan beriladigan issiqlik miqdori, Q_{yo} :

$$Q_{yo} = N_e / \eta_e;$$

bu yerda Q_{yo} - J/s; N_e - dvigatelning effektiv quvvati. Vt; η_e - effektiv F.I.K. (dizellar uchun 0,27-0,42, karbyuratorli dvigatellar uchun 0,22-0,30). Dvigateldan moy orqali yo'qotiladigan issiqlikning miqdori $Q_m = (0,015-0,02) Q_{yo}$ (porsheni sovitilmaydigan dvigatellar);

$Q_m = (0,04-0,05) Q_{yo}$ (porsheni sovitiladigan dvigatellar).

Dvigatel detallaridan issiqlikni olib ketadigan moyning miqdori:

$$V_s = 10^3 \cdot Q_m \cdot /(\rho_m \cdot C_m \Delta T_m);$$

bu yerda $\rho_m \approx 900 \text{ kg/m}^3$ - moyning zichligi; $C_m = 1600 + 2000$ - moyning o'rtacha issiqlik sig'imi, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; $\Delta T_m = 10 + 15$ - dvigatelda qizigan moyning harorati, K .

Dvigatel tizimlarida moy bosimini ekspluatatsiya sharoitlariga moslash uchun moyning hajmi ikki barobar ko'p, ya'ni $V_m = 2V$, qilib olinadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, moylash tizimi orqali sirkulyatsiya qiladigan moyning solishtirma miqdori [$\text{l}/\text{kVt} \cdot \text{soat}$] quyidagicha o'zgaradi:

porsheni moy bilan sovitilmaydigan karbyuratorli dvigatellarda $7-15 \text{ l}/(\text{kVt} \cdot \text{s})$; tezyurar dizel dvigatellarida $9-22 \text{ l}/(\text{kVt} \cdot \text{s})$; porsheni moy bilan sovitiladigan dizel dvigatellarda $15-37 \text{ l}/(\text{kVt} \cdot \text{s})$ ni tashkil etadi.

Ma'lumki, ekspluatatsiya davrida moyning bir qismi yonish kamerasiga o'tadi va yonadi. Bu yonilg'i miqdorining $0,2-3\%$ ini tashkil etadi. Dvigatel karteriga quyiladigan moyning hajmi uning quvvatiga bog'liq bo'lib, (l/kVt), karbyuratorli dvigatellarda $0,037-0,11 \text{ l}/\text{kVt}$; dizellarda esa $0,147-0,33 \text{ l}/\text{kVt}$ oralig'ida bo'ladi.

Moy nasosini hisoblash

Moy nasosini ishga tushirish uchun sarf bo'lgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_n = V_{his} (p_{chiq} - p_{kir}) \cdot \eta_{mn};$$

bu yerda V_{his} - moy nasosining hisoblangan ish unumi, l/s :

$$V_{his} = \frac{\pi}{30} m^2 \cdot z \cdot b \cdot n_n \cdot 10^{-6};$$

bu yerda $m=36$ shesternya tishlarining moduli, mm ; b -tishning uzunligi, mm ; $z=6 \div 12$ tishlar soni; n_n -nasos yetakchi shesternyasining aylanishlar soni, min^{-1} ; $p_{chiq} - p_{kir}$

tizimdagi bosimlar farqi, Pa: $\eta_{mn}=0,85 \div 0,9$ -moy nasosining mexanik F.I.K.. Moyning bosimi karbyuratorli dvigatellarda 0,3-0,5 MPa, dizellarda esa 0,3-0,7 MPa bo'ladi.

Moy radiatorini hisoblash

Buning uchun issiqlik almashadigan yuzalar, sovitgichning miqdori va kerakli haroratlarning farqi (radiatorgacha va undan keyin) aniqlanishi lozim.

Sovitgich orqali yuviladigan sirtning yuzasi

$$F_{m,r} = Q_m / [K_m \cdot (T_{m,o'n} - T_{s,o'n})];$$

bu yerda Q_m - radiatordagi moydan olib ketiladigan issiqlik miqdori, J/s; K_m - moydan sovitgich muhitga uzatiladigan issiqlik koeffitsiyenti, $\text{Wt/m}^2\text{K}$; $T_{m,o'n}$ - radiatordagi moyning o'rtacha harorati K; $T_{s,o'n}$ - radiator orqali o'tayotgan sovituvchi muhitning o'rtacha harorati, K.

Moy-suvli radiatorlar uchun $T_{s,o'n} = 340-360 \text{ K}$

Moy-havoli radiatorlar uchun $T_{s,o'n} = 300-315 \text{ K}$.

Taxminiyl hisoblashlarda:

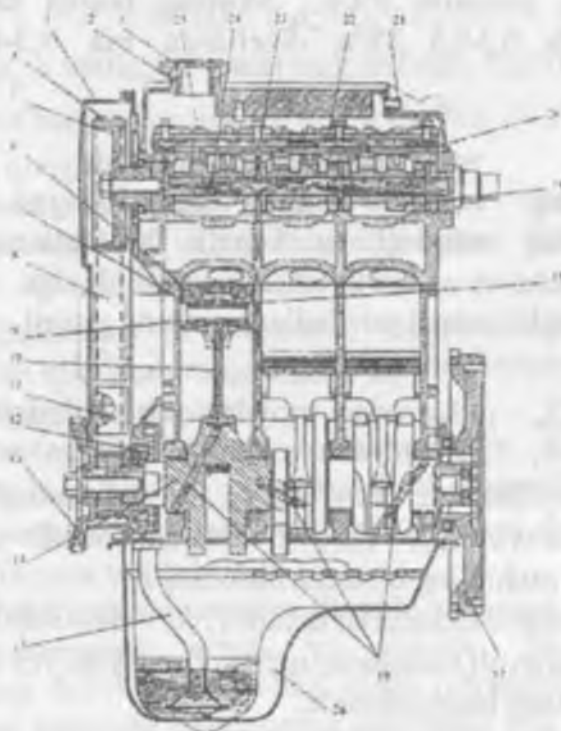
$$Q_m = q_m \cdot N_{m,n};$$

deb olinadi.

22.1-jadval

Moydan sovitgich muhitga uzatiladigan issiqlikning radiator turiga qarab o'zgarishi

Radiator turi	Moyning aylanish tezligi, m/s	K_m , $\text{Wt}/(\text{m}^2, \text{K})$
Moy - suvli (silliqliq naychali)	0,1 - 1,2	116 - 465
Moy - suvli (tashqi qovurg'ali)	0,1 - 0,3	580 - 1220
Moy - suvli (moy naychalarida uyurma harakat hosil qilinadi)	0,2 - 3,0	520 - 1220
Moy - havoli	1,0 - 6,0	23 - 72



22.7- rasm. Tiko dvigatelning moylash tizimi

1-moy quyish bo'g'izining qopqog'i; 2-moy quyish bo'g'izi; 3-himoyalovchi qobiq; 4-taqsimlash vali yuritmasining tishli tasmasi; 5-taqsimlash vali yuritmasining tishli shkivi; 6-porshen; 7-porshen barmogi; 8-suv nasosi yuritmasining tishli shkivi; 9-cheklovchi halqa; 10-shatun; P-tishli tasmani taranglovchi qurilma; 12-moy nasosi; 13-generatorni harakatga keltiruvchi shkiv; 14-tirsakli val; 15-moy so'rgich; 16-moyni o'zak podshipnikdan shatun podshipnikiga o'tkazish kanali; 17-maxovik; 18-blok kallagi magistraliga moy o'tkazish kanali; 19- taqsimlash valining kulachogi; 20-koromislolar o'qi; 21-karter gazlari o'tkazish kanali; 22-koromislolar o'qlari tayanchining qopqogi; 23-koromislolar o'qidagi moy kanali; 24-taqsimlash validagi moy kanali; 25-koromislolar; 26-karter tagligi

Bu yerda N_{en} - dvigatelning nominal effektiv quvvati, kVt;
 q_m - moy orqali yo'qotiladigan issiklikning solishtirma
 miqdori, J/(kVt·s); ($q_m=47,4-158$).

Radiatoragi moyning o'rtacha harorati:

$$T_{m.o'rt} = \frac{T_{m.kar} + T_{m.chiq}}{2} = \frac{2 \cdot T_{m.chiq} + \Delta T_n}{2};$$

bu yerda $T_{m.chiq}=340-360$ K;

$$\Delta T_n = \frac{Q_m}{G_m \cdot C_m}.$$

Odatda $Q_m=(0,5+0,7) \cdot G_m$ deb olinadi (Q_m - moy radiatori
 orqali sirkulyatsiya qiladigan (aylanadigan) moyning
 miqdori, kg/s). Nasos orqali beriladigan moyning miqdori:

$$G_m = V_{hn} \cdot \rho_m \cdot 10^{-3};$$

bu yerda ρ_m - moyning zichligi, kg/m³; C_m - 1600-2000 -
 moyning issiqlik sig'imi, J/(kg·K).

XXIII BOB. SOVITISH TIZIMLARI

23.1. SOVITISH TIZIMINING VAZIFASI VA TURLARI

Ichki yonuv dvigatellarida foydali ish koeffitsiyentining eng katta qiymatiga erishish uchun uning silindrlari, yonish kamerasi, porshenlari va boshqa detallari optimal haroratga ega bo'lishi lozim. Ushbu vazifani sovitish tizimi bajaradi. Aks holda dvigatel ortiqcha qizib ketadi, silindrlarga yonuvchi aralashma yoki havo kam kiradi va quvvat pasayadi, yonilg'ining sarfi ortadi, moy suyulib, qovushoqligi kamayadi va porshen ortiqcha kengayib, qadalib qolishi mumkin.

Dvigatel ortiqcha sovitilsa, moyning qovushoqligi ortadi, silindr ko'zgusida yonilg'i qisman tomchiga aylanib, karterga oqib tushib, moyni suyultiradi. Natijada sifatli yonuvchi aralashma hosil bo'lmaydi va aralashma to'la yonmaydi. Har ikkala holda ham dvigatel detallarining tez yeyilishi kuzatiladi. Yuqorida aytib o'tganimizdek, zamonaviy dvigatellar havo yoki suyuqlik bilan sovitiladi. Dvigatel havo bilan sovitilganda silindrlar mashinaning harakati vaqtida hosil bo'ladigan havo oqimi bilan (mototsikllar) yoki ko'pincha, ventilyator hosil qiladigan havo oqimi bilan sovitiladi (avtomobil va traktor dvigatellari). Bunday dvigatel quyidagi afzalliklarga ega; radiator, suv g'illoflari, suv naychalari bo'lmaydi, ixcham va oddiy tuzilgan, unga qarash, yurgizib yuborish oson, shu sababli nisbatan kam yeyiladi, havoning issiq-sovuqligi dvigatel ishiga kam ta'sir etadi.

Kamchiligi: ventilyatorni harakatga keltirish uchun ko'proq quvvat sarf bo'ladi.

Ko'pchilik avtomobil va traktor dvigatellari suyuqlik yordamida sovitiladi. Natijada silindr va kallaklarning tuzilishi murakkablashadi, chunki ularni sovitish uchun maxsus suv g'illoflari yasash lozim. Bu holda dvigatel

detallari ortiqcha qizimaydi. Silindr bilan porshen orasidagi tirqishni kamroq qilish mumkin, bu esa moy sarfini kamaytiradi. Suv g'ilofi bo'lgani sababli bunday dvigatel kamroq shovqin bilan ishlaydi. Ushbu tizim suyuqlikning aylanish usuliga qarab, termosifon va suvi majburan aylantiriladigan qilib yasaladi.

23.2. SOVITISH TIZIMLARINING TUZILISHI VA ISHLASH SXEMASI

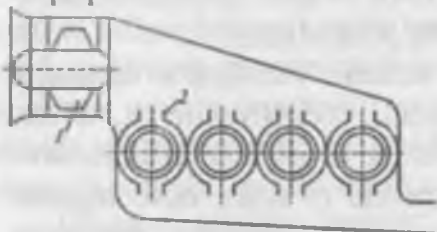
1. Havo bilan sovitish tizimi. Ventilyator harakatni tirsakli valning shkividan oladi. Ventilyator ($n_e=4700-5100 \text{ min}^{-1}$) taqsimlovchi g'ilofga 18-24 m/s tezlikda havo oqimini yo'naltiradi. Yo'naltiruvchi to'siqlar havo oqimini silindr qovurg'alari ichiga xaydab, ularning yaxshiroq sovishini ta'minlaydi, ya'ni issiqlikning ma'lum qismi olib ketiladi. Ma'lumki, sovituvchi havoning chiqib ketadigan tomoniga har bir silindrga alohida chiypardalar o'rnatilgan. Ular havo sovuq vaqtda issiqlikni kamroq tarqatishga mo'ljallangan. Ventilyator yo'naltiradigan havo oqimi moyni sovitishga ham xizmat qiladi.

Dvigatelning qizib ketishi ventilyator tasmasining tarangligiga, ventilyatorga havo kiradigan sim to'ring iflosligiga, silindr va kallak qovurg'alari orasini chang bosganligiga bog'liq. Odatda kallak harorati $160^{\circ}-170^{\circ}\text{S}$ dan, moy harorati esa $100-105^{\circ}$ dan yuqori bo'lmasligi lozim. Harorat oshib ketsa, dvigatelni to'xtatib qo'yish kerak.

Dvigatelni havo bilan sovitish talaygina qulayliklarni ta'minlaydi:

- dvigatelni ishga tushirish davri kam;
- dvigatel tez qiziydi va bu davrda kamroq yeyiladi;
- yonish issiqligidan foydalanish yaxshi;
- texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash oson;
- radiator yo'q.

Silindr va kallaklarning qovurg'alari sovitish tizimining ishini bajaradi. Buning uchun ventilyator yordamida silindr va kallaklarga ma'lum yo'nalishda havo haydaladi. Bu maqsadda havo yo'naltiruvchi moslamalar o'rnatiladi (23.1-rasm). Bu esa silindrlarning bir xil harorat rejimida ishlashini ta'minlaydi. Ushbu tizimning kamchiligi ventilyatorni harakatlantirish uchun nisbatan ko'p quvvat sarflanishidir.



23.1-rasm. Silindrlari bir qator joylashgan dvigatellarni havo bilan sovitish sxemasi

$$N_v = An^3;$$

bu yerda N_v -ventilyatorni harakatlantirish uchun sarf bo'lgan quvvat, kVt; n -ventilyator valining aylanishlari soni, min^{-1} .

$$A = \frac{z(R^4 - r^4)b \cdot \sin \theta}{284000}$$

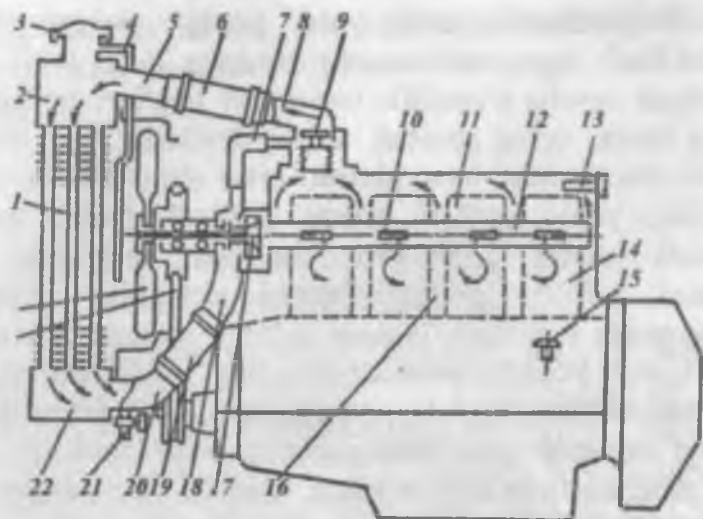
bu yerda z -parraklar soni; R , r , b - tashqi, ichki radiuslar va kengligi, m ; θ - havo haydash burchagi, grad.

Hozirgi paytda ba'zi bir avtomobil va traktor dvigatellari V - simon shaklda, havo bilan sovitiladigan qilib yasalmogda. Bu holda ventilyator silindrlar qatori orasiga yoki har bir qatorga alohida qo'yilishi mumkin.

2 Termosifenli sovitish tizimida suyuqlik sovuq va issiq suvlarning solishtirma og'irligi farqi hisobiga aylanib yuradi.

Bunday tizim avtomobil dvigatellarida umuman qo'llanilmaydi. Faqat traktorning yurgizib yuborish dvigatellarida qo'llaniladi.

3. Suyuqlik bilan majburan sovitish tizimi. Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellarida suyuqlik majburan markazdan qochirma nasos bilan haydaladi (23.2-rasm). Suv nasosi radiatora sovigan suyuqlikni so'rib olib, silindrlarning suv g'ilofiga haydaydi, g'ilofda isigan suv esa bosim ostida radiatorga qaytadi.



23.2-rasm. Suyuqlik bilan sovutish tizimining sxemasi:

1-radiator; 2-yuqori bachok; 3-radiator qopqog'i; 4-nazorat quvuri; 5-radiatorning yuqori patrubogi; 5 va 39-rezina naychalar; 7-cheklagich klapani; 8 va 18-suyuqlik keladigan va chiqib ketadigan patruboklar; 9-termostat; 10-teshikcha; 11-blok kallagi; 12- suv taqsimlash quvuri; 13-suyuqlik haroratini ko'rsatuvchi datchik; 14-silindrlar bloki; 15 va 21-to'kib yuborish kranlari; 16-suv g'ilofi; 17-markazdan qochirma suv nasosi kurakchalari; 20-radiatorning quyi patrubogi; 22-radiatorning quyi bachogi; 23-radiator uzatmasi tasmasi; 24-ventilyator

Blokning g'ilofidagi issiq suv bilan radiatoridagi sovutilgan suv haroratlarining farqi $5-10^{\circ}$ ni tashkil qiladi. Dvigatelning tirsakli vali qancha tez aylansa, nasos bilan ventilyator ham shuncha tez harakatlanib, dvigatel jadal sovutiladi. Ayrim dvigatellarda ventilyator suvning harorati ma'lum darajaga yetgandan so'ng ishga tushadi (Jiguli va KamAZ avtomobillarida). Dvigatel ortiqcha sovib ketmasligi uchun radiatorning old tomoni chiyparda bilan to'siladi va yuqorigi qisqa quvurga esa termostat o'rnatiladi. Dvigatel yetarli qiziguncha termostat suvni radiatorga o'tkazmasdan quvur orqali nasosga qaytaradi.

Dvigatellarda ochiq va yopiq sovitish tizimi qo'llaniladi. Agar radiatorning tepasiga uchi doim ochiq turadigan naycha o'rnatilib, undan suv bug'lari atmosferaga chiqib bersa, ochiq sovitish tizimi deyiladi. Agar sovitish tizimi maxsus bug'-havo klapani bilan atmosferadan ajratib qo'yilsa, yopiq sovitish tizimi deyiladi. Yopiq sovitish tizimida bosim atmosfera bosimidan ortganda bug' klapani ochilib, qisman bug'ni tashqariga chiqaradi, kamayganda esa, havo klapani ochilib, tizimga tashqaridan havo kiradi. Yopiq tizimda suvning bug'lanishi, demak, sarfi ham kam bo'ladi, tizimda quyqa oz hosil bo'ladi, shu sababli hozirgi zamon dvigatellarida yopiq tizim qo'llaniladi.

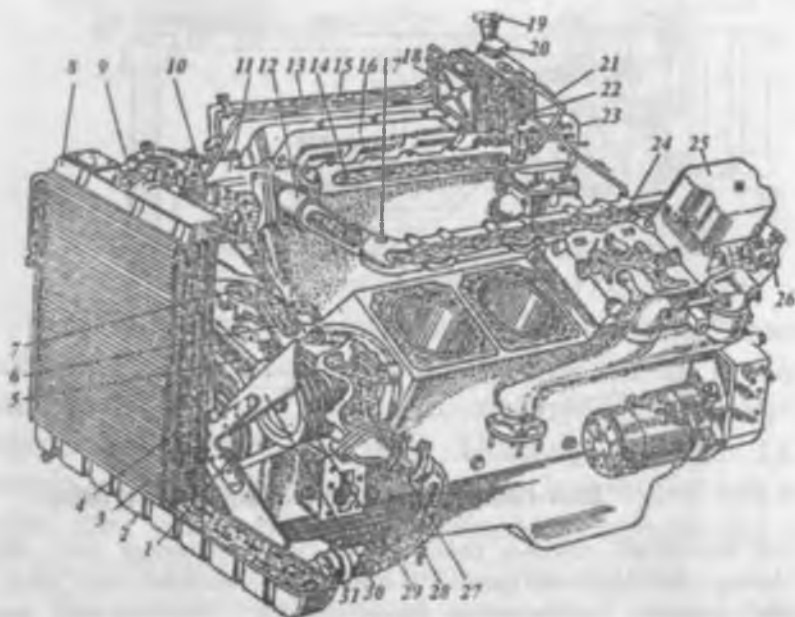
Sovitish tizimidagi suvning harorati termometr orqali o'lchanadi, datchik esa suv g'ilofiga o'rnatiladi.

Dvigatel uzoq muddat ishlashi uchun sovitish tizimidagi suvning harorati 80-90°S oralig'ida ushlab turilishi lozim. Aks holda dvigatel detallarining tez yeyilishi kuzatiladi. Hozirgi zamon dvigatellarida (23.3-rasm) suyuqlik sifatida suv va antifriz ishlatiladi. Suvning kamchiligi: u past haroratda qaynaydi (100°S) va qaynaganda nasosning ish unumi pasayadi, muzlash harorati esa past (0°S). Antifriz bunday kamchiliklardan holi, lekin u zaharli va choklardan sizuvchan bo'ladi. Bu xususda ma'lum izlanishlar va tadqiqotlar olib borilmoqda. Antifrizning tarkibi etilenglikol va distillangan suvdan iborat bo'lib, O'rta Osiyo iqlim sharoitlarida uning «Tosol - A-40» markasi qo'llaniladi. Buning uchun 53% etilenglikol va 47% distillangan suvdan iborat aralashma tayyorlanadi. Uning muzlash harorati - 40°S atrofida bo'ladi.

23.3. SOVITISH TIZIMI ELEMENTLARINING TUZILISHI

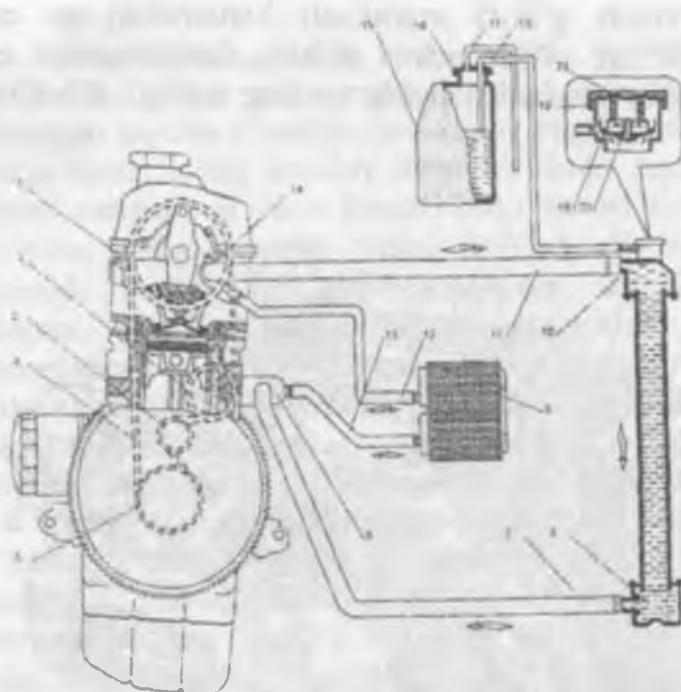
Majburiy sovitish tizimi quyidagi elementlardan iborat: sovitish g'ilofi (blok va kallakda), radiator, ventilyator, termostat, chiyparda va nazorat o'lchash asboblari.

1.Sovitish g'ilofi murakkab konstruksiyaga ega bo'lib, har bir silindr uchun alohida, kallak uchun esa umumiy qilib yasaladi. Gilofda suvning tezligi 0,5-1 m/s bo'ladi.



23.3-rasm. KamAZ-740 dizelining sovitish tizimi:

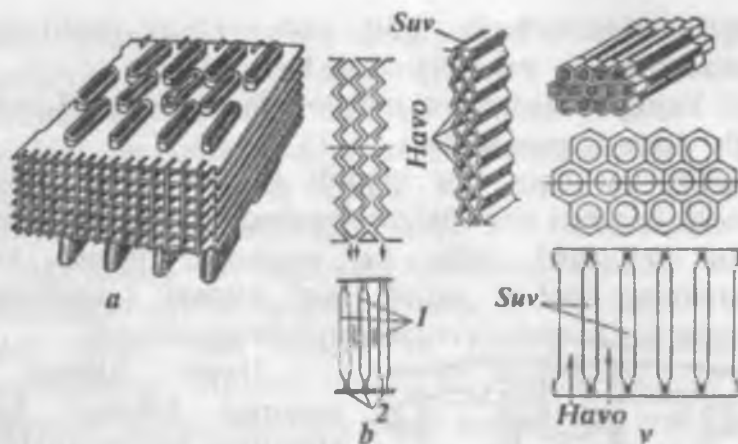
1-tirsakli val shkivi; 2-quyi bachok; 3-radiador qopqog'i; 4-radiador; 5-ventilyator uzatmasi gidromuftasi; 6-cheklagich patrubogi; 7-uzatish patrubogi; 8-yuqori bachok; 9-yuqori patrubok; 10-termostat; 11-suv taqsimlash uzatmasi; 12-biriashtiruvchi quvur; 13-suv keladigan quvur; 14-o'ng tomon suv quvuri; 15-suv qaytadigan trubka; 16-kiritish kollektori; 17-suv qizib ketishini ko'rsatuvchi lampochka datchigi; 18-kengayish bachogi; 19-germetik tiqinli bo'g'iz; 20-klapanlar bor qopqog; 21- kompressordan uzatib beruvchi naycha; 22-chap tomon suv quvuridan suv haydovchi naycha; 23-kompressor; 24-chap tomon suv quvuri; 25-blok kallagi qopqog'i; 26-silindr kallagi; 27-suv nasosi; 28-suv to'kish krani; 29-suv nasosi shkivi; 30-ventilyator; 31-quyi patrubok



23.4-rasm. Tiko dvigateling sovitish tizimi:

1-gaz taqsimlash valinmig tishli shkivi; 2-suv nasosining tishli shkivi g'ildiragi; 3-taranglovchi qurilma; 4-tishli tasma; 5-yetakchi tishli shkivi; 6-qabul qilgich; 7-radiatorning yuqori shlangi; 8-radiatorning pastki bachoqi; 9-isitgichning o'zagi; 10-radiatorning yuqori bachoqi; 11-radiatorning lastki shlangi; 12-isitgichning kiritish shlangi; 13-isitgichning chiqarish shlangi; 14-termostat; 15-kengaytirish bachoqi; 16-kengaytirish bachoqining qopqog'i; 17-shumollatish shlangi; 18-radiator bilar; to'ldiruvchi buchokni tutashitiruvchi shlang; 19-qopqoqning chiqaruvchi (bug) klapani; 20-qopqoqning havo klapani; 21-radiator qopqog'i

Odatda, suv oldin blokka, so'ngra kallakka haydaladi. Isigan suv esa maxsus kanallar orqali radiatorga qaytariladi. Kanallar silindrlar kallagining kuchli qiziydigan zonalariga joylashtiriladi. Suv g'illoflari shunday konstruksiyaga ega bo'lishi kerakki, ularda suv bug'larining tiqinlari hosil bo'lmasligi hamda suv jo'mragi ochilganda sovitish tizimida suv qolmasligi zarur.



23.5 -rasm. Radiator o'zaktarining turlari:
a-quvursimon; b-plastinkasimon; v-ari inisimon

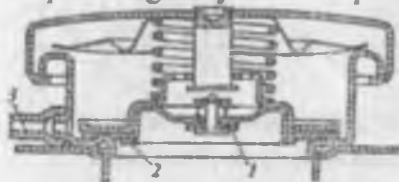
2 Radiator suvning issig'ini jezdan ishlangan maxsus naychalar devori orqali havoga tarqatib suvni sovitadi. Radiatorning sovitish samarasini oshirish uchun u ko'p va mayda naychalardan yig'iladi. Ularning shakllari 23.4-rasmda keltirilgan. Natijada dvigateldan kelayotgan issiq suv oqimi qator mayda oqimlarga bo'linadi, bu oqimlarning har biri esa ventilyator yordamida havo bilan sovitiladi.

Radiatorlarga qo'yiladigan asosiy talab: uning sovitish sirti katta, lekin front yuzasi kichik bo'lishi kerak. Bu esa naychalarning optimal variantini tanlashni taqozo etadi. Naychalarning kesimi yumaloq yoki cho'ziqroq (23.4-rasm, b) shaklda bo'ladi. Sovish sirtini oshirish va naychalar mustahkamroq bo'lishi uchun ularga yupqa jez plastinkalar kirgizilib, kavsharlab qo'yiladi. Lenta naychali radiatorning (23.4-rasm, v) sovituvchi sirti ortiqroq bo'ladi. Radiator o'zagi yuqori va pastki baklarga kavsharlanadi. Naychali radiatorlar eng ko'p tarqalgan. Plastinali radiatorlarni tayyorlash birmuncha qiyin. Ari inisimon radiatorlar nisbatan samarali bo'ladi, chunki sovitish sirtlari katta, lekin ularni tayyorlash ancha murakkab. Odatda, radiatorning qalinligi 75-150 mm oralig'ida (75 mm -

yengil avtomobillarda, 150 mm - yuk tashiydigan avtomobillarda, traktorlarda va h.k.) bo'ladi.

Yopiq sovitish tizimi radiatorning tiqinida (23.5-rasm) bug' - havo klapani bo'ladi.

Bunday tiqin jips yopilib turgani uchun suvning qaynash harorati 106-108° gacha oshadi. Radiatorda ortiqcha bosim 0,02-0,03 MPa ga yetganda, bosim kuchi prujinaning kuchini yengib, bug' klapani 2 ochiladi va ortiqcha bug' naycha 3 orqali atmosferaga chiqadi.



23.6-rasm. Bug'-havo klapani

Havo klapani 1 yuqorigi bakdagi bosim atmosfera bosimidan bir oz kamayganda ochiladi va radiatorga havo kiradi.

Radiator naychalarining yuzasi va suv nasosi shunday tanlanishi lozimki, naychalardagi suyuqlikning oqish tezligi 0,7-0,9 m/s bo'lishi kerak. Radiatorning old qismidagi havoning tezligi esa 7-12 m/s bo'lishi kerak.

Radiator loyihalalayotganda uning ishiga ta'sir qiluvchi ko'p omillar hisobga olinishi kerak. Eng asosiy talablardan biri barcha iqlim sharoitlarida radiator dvigatelning qizib ketmasligini ta'minlashi kerak. Ventilyatorni harakatga keltirishga esa kam quvvat sarf bo'lmog'i lozim.

Hozirgi zamon yengil avtomobillari radiatorlarining umumiy sovitish yuzasi $F_u = (0,7-0,11) N_e$; yuk avtomobillari va traktorlar uchun esa $F_u = (0,11-0,22) N_e$ oralig'ida o'zgaradi (bu yerda $F_u - m^2$ da $N_e - kVt$ da).

Radiator orqali haydaladigan havoning miqdori $Q_h = (100-160) \times N_e$ oralig'ida bo'ladi (bu yerda $Q_h - kg/soat$ da, $N_e - kVt$ da).

3. Suv nasosining tuzilishi 23.6-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, avtomobil va traktor dvigatellarida markazdan qochma turi qo'llaniladi. Ko'pgina hollarda nasosning vali ventilyatorning vali bilan yaxlit yasaladi va harakatni tirsakli

valdan (shkiv yoki tasma orqali) oladi. Keyingi paytda chiqarilayotgan dvigatellarda ventilyator ayrim harakatga keltirilmoqda va suvning harorati 90°S ga yetganda ishga tushiriladi. Bu holda ventilyatorni harakatga keltirish uchun isrof bo'ladigan quvvat foydali ish bajarishga sarflanadi VAZ-2103, 2106, GAZ-53, YAMZ-740 va boshqalar.

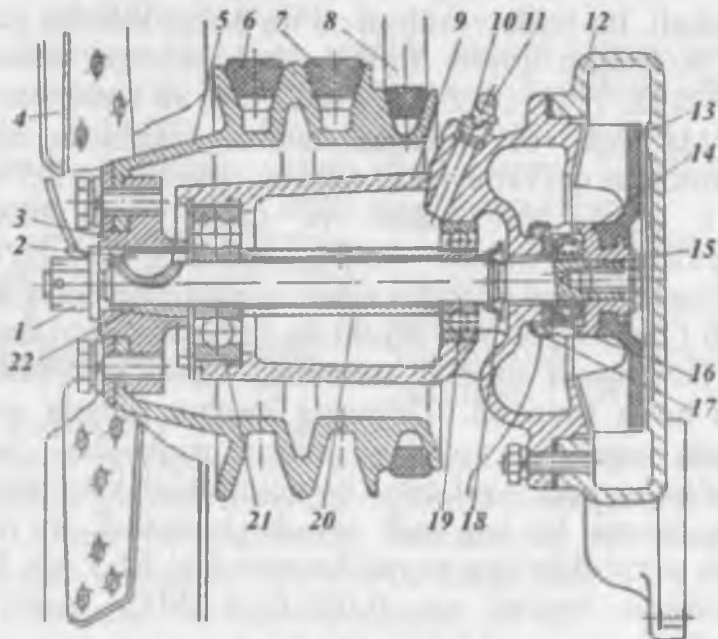
Ma'lumki, suv nasosini harakatga keltirish uchun sarflanadigan quvvat dvigatel effektiv quvvatining 2-5% ini tashkil qiladi. Suv nasosi va tirsakli val shkivlari diametrlarining nisbati 0,98-1,95 oralig'ida bo'ladi. Ventilyator parragi bilan suv nasosi korpusining oralig'idagi tirqish 1 mm, o'q bo'ylab siljishi esa 0,2 mm bo'lishi kerak.

Suv nasosi sovitish tizimining qarshiligini hisobga olgan holda tanlanadi. Tizimning maqbul ishlashi uchun suyuqlik oqadigan yo'lning istalgan nuqtasidagi bosim suyuqlikning bug' hosil qilish bosimidan kichik bo'lmasligi kerak. Odatda, bir pog'onali nasoslar ishlatiladi. Bu holda so'rish patruboklaridagi suyuqlikning tezligi 2,5-3 m/s, hosil qilinadigan bosim esa 0,035-0,15 MPa oralig'ida bo'ladi.

4 Ventilyator (23.6-rasm) radiator naychalari orasida havo oqimi hosil qiladi. Uning diametri dvigatellarning turiga qarab 30-70 sm bo'ladi. Parraklar, odatda, yupqa po'latdan yoki plastmassadan tayyorlanadi va ikki xil (tekis, qavariq) bo'ladi. Tekis parraklarda havoni qamrash burchagi $40-45^{\circ}$, qavariq parraklarda esa 35° atrofida bo'ladi. Ularning soni 4-6 ta bo'ladi, 70° va 110° burchak ostida juft-juft qilib joylashtiriladi. Ko'pgina hollarda parraklar orasidagi burchaklar o'zaro teng qilib olinadi. Parrak odatda gilof ichida aylanadi. Bu holda radiator bilan ventilyator oralig'i 8-10 sm bo'ladi. Gilof bo'lmasa, bu masofa kichik (1-1,5 sm) bo'ladi.

Sovitish tizimining samarasini oshirish uchun yuritmal (ishga tushib to'xtaydigan) ventilyatorlarni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bu holda ventilyatorning

shkivi elektromagnitli mufta bilan podshipniklarga erkin oʻrnatiladi. Ventilyatorni ishga tushirish harorat datchigi orqali amalga oshiriladi.

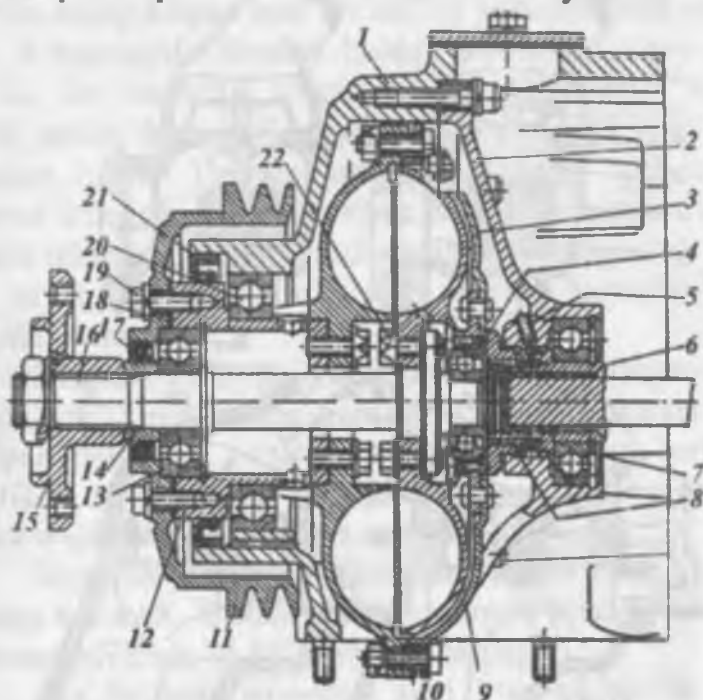


23. 7-rasm. ZIL-130 dvigateling suv nasosi va ventilyatori:

1-maxsus gayka; 2-shponka; 3-ventilyator shkivining to'g'ini; 4-ventilyator; 5-shkiv; 6-generatorni harakatlantiruvchi tasma; 7-gidrokuchaytirgich nasosini harakatlantiradigan tasma; 9-cho'yan korpus; 10-tiqin; 11-moydon; 12-kurakchalar korpusi; 13-nasos kurakchalari; 14-o'zi siqiladigan moytutqich; 15-val; 16-grafitlangan tekstolit shayba; 17-kulakchalar oboymasi; 18-qaytargich; 19 va 21-podshipniklar; 20-vtulka; 22-konus vtulka

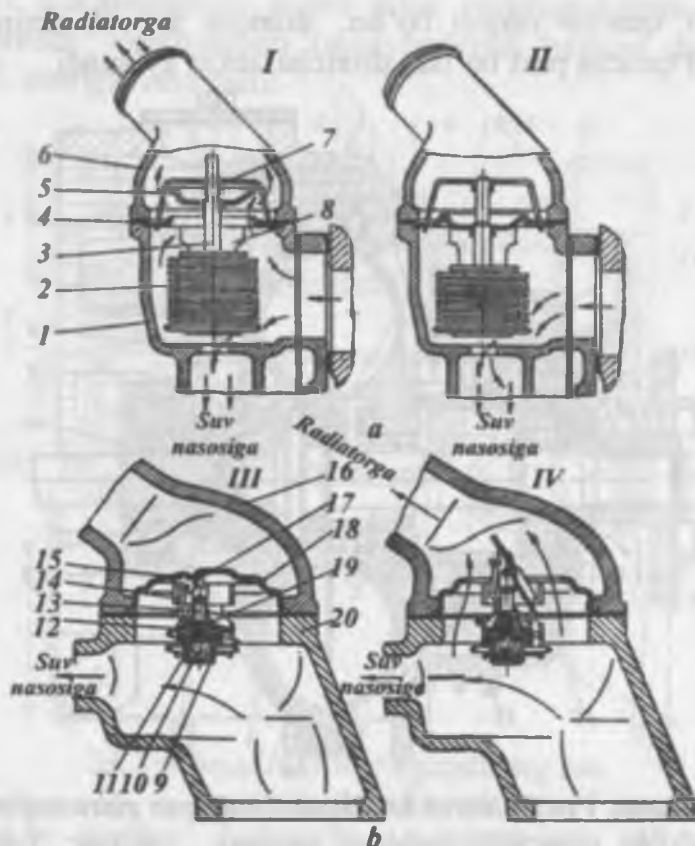
23.7-rasmda KamAZ-740 dvigateling gidromuftasi keltirilgan. Bu mufta avtomatik tarzda ishlaydi. Dvigateldagi suyuqlikning haroratiga mos holda mufta orqali moyning sarfi oʻzgaradi, natijada ventilyatorning aylanish tezligi haroratga munosib oʻzgaradi, ya'ni

harorat qancha yuqori bo'lsa, shuncha tez va aksincha, harorat qancha past bo'lsa, shuncha sekin aylanadi.



23.8-rasm. Ventilyatorni harakatlantiradigan gidromufta:
 (KamAZ-740 dvigateli) 1-oldingi qopqoq; 2-korpus; 3-kojux.
 4,7,12 va 20-zo'ldirli podshipniklar; 5-moy keltirish quvuri; 6-
 yetakchi val; 8-zichlagich halqalar; 9-yetaklanuvchi g'ildirak;
 10-yetakchi g'ildirak; 11-shkiv; 12-shkiv vali; 14-tirak vtulka;
 15-ventilyator to'g'ini; 16-yetaklanuvchi val; 17 va 21-o'zi
 siqiluvchan moytutqichlar; 18-qistirma; 19, 22-boltlar

5. Termostat (23.8-rasm) sovitish tizimidagi suyuqlikning haroratini ma'lum chegarada saqlaydi va uning isishini tezlashtiradi. Termostat korpus, gofrlangan latun (jəz) silindr, shtokka mahkamlangan asosiy va yordamchi klapanlardan iborat. Termostat silindrining bir qisniga oson bug'lanadigan suyuqlik - etil spirtining suvdagi eritmasi quyiladi. Ba'zi dvigatellarda (ZIL-130) qattiq modda



23.9-rasm. Termostatlar sxemalari:

a-suyuqlikli (GAZ-24 avtomobili dvigateli); *b*-qattiq holatdagi to'ldiruvchi bilan (ZIL-130 avtomobil dvigateli); I va IV-termostatlar ochiq; II va III termostatlar yopiq; 1-suv nasosi korpusi; 2-gofrlangan ballon; 3 va 13-shtoklar; 4-qistirma; 5 va 15-termostat klapanlari; 6 va 16-patruboklar; 7 va 18-termostatlar korpusi; 8-kronshteyn; 9-termostat balloni; 10-qattiq holatdagi to'ldirgich; 11-rezinali membrana; 12-yo'naltiruvchi vtulka; 14-prujina qaytargich; 17-klapan koromislosi; 19-bufer; 20-kiritish quvuri

to'ldirilgan termostatlarni qo'llaniladi. Tizimdagi suv sovuq bo'lganda termostatning silindri siqilgan holatda bo'lib, asosiy klapan berik bo'ladi va yuqorigi qisqa quvurga suv o'tkazmaydi. Bunday holda yordamchi klapan ochiq bo'lib, suv termostat korpusidagi teshiklar orqali kanalga kirib, undan suv nasosiga qaytadi, ya'ni kichik doira orqali harakat qiladi. Tizimga suv quyishda suv g'ilotlaridagi havoni chiqarib yuborish uchun asosiy klapani ochib teshik qilingan. Suyuqlik radiatorda sovitilmaganligi uchun tez isiydi va termostat silindri ichidagi suyuqlik bug'ga aylana boshlaydi.

Harorat 70°S ga yetganda, asosiy klapan ochila boshlaydi. Suyuqlikning harorati 85°S ga yetganda asosiy klapan batamom ochilib, yordamchi klapan berkiladi. Natijada suyuqlikning hammasi radiator orqali o'tib, katta doira orqali harakat qiladi va soviydi.

Suyuqlik soviganda silindr siqiladi va shtok klapanini pastga tushiradi. Shunday qilib, termostat suvning haroratini avtomat ravishda $70-85^{\circ}$ oralig'ida saqlaydi.

Biz ko'rgan termostat ikki klapanli bo'lib uning kamchiligi shundaki, klapanining ochilish harorati tashqi bosimga bog'liq bo'lib, katta chegarada o'zgaradi (GOST bo'yicha klapaning to'liq ochilish harorati $83-90^{\circ}$ ga teng). Shu sababdan bu kamchiliklardan holi bo'lgan termostatlarni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Misol tariqasida 23 8-rasm, b da ZIL-130 dvigatelining termostati (qattiq to'ldirgichli) keltirilgan. Bunday termostat qopqoq 10 bilan zich yopilgan ballon 13 dan iborat. U quyidagicha ishlaydi: ballonning ichi faol modda (neftli kristall mum) bilan to'ldirilgan bo'lib, uning hajmiy kengayish koeffitsiyentiga tashqi bosim ta'sir qilmaydi. U $75-80^{\circ}\text{S}$ da eng ko'p kengayadi. Kengayishi natijasida klapan 7 ko'tarilib, suv radiator orqali harakat qila boshlaydi.

6. Jalyuzalar plastina shaklida bo'lib radiator oldiga o'rnatiladi. Ularni richaglar tizimi orqali haydovchi boshqaradi. Plastinalar burilganda radiator batamom to'silib, undan havo o'tmaydi va dvigateldagi suyuqlik tez isiydi.

23.4. SOVITISH TIZIMINING ELEMENTLARINI HISOBLASH

Sovitish tizimining elementlarini hisoblash uchun dvigateldan sovitish tizimiga o'tadigan issiqlik miqdori (J/s) ni aniqlash kerak, ya'ni:

$$Q_s = q_s \cdot N_s;$$

bu yerda, q_s - issiqlikning solishtirma miqdori, J/(kVt·s). Statistik ma'lumotlarga ko'ra, karbyuratorli dvigatellarda $q_s = 800 \dots 1200$ J/kVt·s; dizellarda esa $q_s = 630 \dots 1000$ J/kVt·s oralig'ida o'zgaradi.

Taxminiy hisoblashlarda quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$Q_s = C \cdot i \cdot D_s^{1+2m} \cdot n^m \cdot \left(\frac{1}{\alpha}\right);$$

bu yerda $C = 0,41 + 0,47$ - koeffitsiyent; i - silindrlar soni; D_s - silindr diametri, sm; n - tirsakli valning aylanishlari soni, min^{-1} ; α - havoning ortiqlik koeffitsiyenti; $m = 0,6 + 0,7$ - koeffitsiyent.

Radiator yuzasini hisoblash. Sovitish tizimida vaqt birligida sirkulyatsiya qiladigan suyuqlikning miqdori:

$$G_s = Q_s / C_s \cdot \Delta T_s;$$

bu yerda $C_s = 4,178$ J/(kg·K) - suvning issiqlik sig'imi; $\Delta T_s = 5 + 10$. $\Delta T_s = T_{s, kir} - T_{s, chiq}$ - radiatorga kirayotgan va chiqayotgan suyuqlik haroratlarining farqi.

Radiatorning sovitish yuzasi F_r (m^2):

$$F_r = \frac{Q_s}{K \cdot (T_{s, o'rt} - T_{h, o'rt})}$$

bu yerda K - issiqlik uzatish ko'effitsiyenti, $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{grad})$; $T_{s.o.n} = 353 - 368 \cdot K$ - radiatordagi suyuqlikning o'rtacha harorati; $T_{h.o.n} = 323 - 328 \cdot K$ - radiator orqali o'tayotgan havoning o'rtacha harorati; Karbyuratorli dvigatellar uchun $K = 140 - 180$, dizellar uchun esa $K = 80 - 100$ oralig'ida tanlanadi.

Hozirgi zamon ichki yonuv dvigatellari uchun radiatorning solishtirma sovitish yuzasi $f_r = \frac{F_r}{N_r}$ va sovitish tizimining solishtirma hajmi $v_s = V_s / N_r$ quyidagi qiymatlarga ega (V_s -sovitish tizimining to'la hajmi, l). Yengil avtomobillarda $f_r = 0,136 - 0,313 \text{ m}^2/\text{kVt}$; $V_s = 0,613 - 0,354 \text{ l/kVt}$.

Yuk avtomobillari dvigatellarida

$$f_r = 0,204 - 0,408 \text{ m}^2/\text{kVt}; V_s = 0,272 - 0,816 \text{ l/kVt}.$$

Traktor dvigatellarida

$$f_r = 0,408 - 0,543 \text{ m}^2/\text{kVt}; V_s = 0,816 - 2,04 \text{ l/kVt}.$$

Radiator orqali haydalayotgan havoning sarfi (m^3/s) quyidagicha aniqlanadi:

$$G_h = Q_h / (\rho_h \cdot C_h \cdot \Delta T_h);$$

bu yerda Q_h -radiatordan havo orqali olib ketiladigan issiqlik miqdori:

$$Q_h = Q_s, \text{ J/s};$$

$C_h = 1000$, havoning issiqlik sig'imi, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; $\Delta T = 20 - 30$ - radiatorga kirish va chiqishda havo haroratining farqi, K ; ρ_h - havoning o'rtacha zichligi, kg/m^3 .

$$\rho_h = \frac{p_o \cdot 10^6}{R_h \cdot T_{h.o.n}};$$

bu yerda p_o -atmosfera bosimi, MPa ; $R_h = 287$ havoning solishtirma gaz doimiysi, $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$. Radiator tizimining frontal yuzasi:

$$F_{r,f} = \frac{G_h}{v_h};$$

bu yerda $v_h = 6+24$ m/s, radiator fronti oldidagi havoning tezligi (mashinaning harakat tezligi hisobga olinmaydi). Radiatorning eni:

$$l = \frac{F_r}{F_{r,f}}, \text{ m}.$$

Kompaktlik koeffitsiyenti (m^2/m^3):

$$\varphi = \frac{F_r}{F_{r,f} l}.$$

Ventilyatorni tanlash. Ventilyatorni harakatga keltirish uchun sarf bo'ladigan quvvat:

$$N_{em} = \frac{G_h \cdot H_h}{\eta_{ven} \cdot 10^3};$$

bu yerda G_h -radiator orqali haydaladigan havoning miqdori, m^3/s ; $N_h=600+1000$ Pa, havo traktining umumiy qarshiligi;

η_{ven} -ventilyatorning foydali ish koeffitsiyenti ($0,32 \div 0,40$ - yig'ma va $0,55 \div 0,65$ - quyma ventilyator uchun).

Ventilyatorning diametri:

$$D_{ven} = 2 \sqrt{\frac{F_{r,f}}{\pi}}.$$

Havo bilan sovitish sistemasi. Bu sistemani hisoblashda qovurg'alarning o'lchamlari, ventilyatorning o'lchami va quvvati hamda ventilyatorni harakatga keltirish uchun sarf bo'ladigan quvvat aniqlanadi. Silindr va kallak qovurg'alari orqali olib ketiladigan issiqlikning umumiy miqdori (J/s):

$$Q_{umum} = B \cdot N_c \cdot g_c \cdot H_u;$$

bu yerda $B=0,28-0,33$ -karbyuratorli dvigatellar uchun; $B=0,25-0,30$ dizellar uchun.

Dizellar uchun kallak va silindr orqali uzatiladigan issiqlik miqdori quyidagicha taqsimlanadi:

$$Q_{kul} = (0,45 + 0,60) \cdot Q_{umumiy},$$

$$Q_{sil} = (0,55 + 0,40) \cdot Q_{umumiy}.$$

23.1-jadvalda havo bilan sovitiladigan dvigatel uchun qovurg'alarining o'lchamlari keltirilgan.

Karbyuratorli dvigatellar uchun:

$$Q_{kul} = (0,60 + 0,75) \cdot Q_{umumiy} \text{ va } Q_{sil} = (0,4 + 0,25) \cdot Q_{umumiy}.$$

Ventilyator yordamida haydalishi kerak bo'lgan havoning miqdori (kg/s):

$$G_v = Q_{umumiy} / [C_{ph} (T_{h, chiq} - T_{h, kir})];$$

bu yerda: C_{ph} - havoning o'rtacha issiqlik sig'imi, J/(kg·K);

$$T_{h, kir} = 313 \text{ K}; T_{h, chiq} = 353 + 373 \text{ K}.$$

23.1-jadval

Qovurg'alar o'lchamlari, mm*	Cho'yan		Alyuminiy qotishmasi	
h	14-30	15-50	15-35	15-75
S	6-12	6-12	3,5-8	3,5-8
e	4-8	4-8	2-6	2-6
δ	2-4	2-4	1,5-2,5	1,5-2,5
	Silindr	Kallak	Silindr	Kallak

h-qovurg'alar balandligi: S-qovurg'alar qadami; e-qovurg'alar orasining kengligi;

δ - qovurg'alarining o'rtacha qalinligi.

Silindr va kallak qovurg'alarining umumiy yuzasi

$$F_{sil} = \frac{Q_{sil}}{K_h \cdot (T_{sil} - T_{h, kir})};$$

$$F_{kul} = \frac{Q_{kul}}{K_h \cdot (T_{kul} - T_{h, kir})};$$

bu yerda T_{sil} , T_{kul} - silindr va kallak qovurg'alari tagining harorati; K_h - issiqlik berish koeffitsiyenti, Vt/(m²·K).

Statistik ma'lumotlarga asoslanib:

$$T_{sil} = 403 + 423 \text{ K}; T_{kul} = 423 + 473 \text{ K (alyuminiy qotishma)}$$

$T_{\text{min}} = 403 \div 453 \text{ K}$; $T_{\text{max}} = 433 \div 503 \text{ K}$ (choʻyan) oraliqʻida tanlanadi.

$$K_h = 1.37(1 - 0.0075T_{o\cdot n}) \left(\frac{v_h}{0.278} \right)^{0.73};$$

bu yerda v_h - qovurgʻalar orasidan oʻtadigan havoning tezligi. $v_h = 20 \div 50 \text{ m/s}$ oraliqʻida tanlanadi ($D_o = 75 - 125 \text{ mm}$). $T_{o\cdot n}$ - qovurgʻalar va ular orasidagi havo haroratining oʻrtacha qiymati.

23.5. SOVITISH TIZIMIGA TEXNIK XIZMAT KOʻRSATISH

Tadqiqotlarning koʻrsatishicha, sovitish tizimining buzilishi dvigatel barcha tizimlari buzilishining 7-8% ini tashkil qilar ekan. Bu esa sovitish tizimiga texnik qarovni yaxshi yoʻlga qoʻyishni taqozo etadi.

Maʼlumki, keyingi paytlarda ichki yonuv dvigatellarida suyuqlik sifatida antifriz (quyqa hosil qilmaydigan suyuqlik) ishlatilmoqda. Afsuski, uning miqdori chegaralangan boʻlgani uchun koʻpgina hollarda yana suv ishlatilmoqda. Suv qaynaganida esa radiatorda va suv gʻiloflarida quyqa hosil qiladi. Natijada dvigatelning quvvati va samaradorligi pasayadi. Bu esa oʻz navbatida vaqti-vaqti bilan sovitish tizimini quyqadan tozalab turishni taqozo etadi. Uni ketkazish uchun koʻpgina kimyoviy usullar qoʻllaniladi. Lekin ularning barchasi sovitish tizimining korroziyalanishini kuchaytiradi.

Izlanishlar shuni koʻrsatadiki, tizimni yuvish uchun lignosulfon kislotasining 3-5% li eritmasi ishlatilganda, detallarning korroziyalanishi 20 marta kam boʻlar ekan.

Koʻpgina hollarda antinakip (quyqaga qarshi modda) ishlatish maqsadga muvofiq boʻlmoqda. Masalan, AH-2 moddasini ishlatganda, dvigatel va radiatorda hosil boʻlgan quyqa eritib yuboriladi.

Ba'zan sovitish tizimini quyqadan tozalash uchun 1 litr suvga 100 gr kir sodasi, 50 gr kerosindan iborat aralashma tizimga quyiladi. Odatda, bu aralashma kechqurun quyiladi va ertalab dvigatel 10-15 minut o'rtacha tezlikda ishlatiladi. So'ngra suv to'kib tashlanadi. Tizim toza suv bilan yuviladi va yangi qaynatilgan suv quyiladi.

Bularning barchasi dvigatelni qizib ketishdan saqlaydi, quvvati va tejamkorligini yaxshilaydi. Bundan tashqari, vaqti-vaqti bilan suv nasosi va ventilyator tasmalarining tarangligi, termostatning ishlashi tekshiriladi, nasos moylanadi va h.k.

Tasmalarning tarangligi avtomobil dvigatellarida 3-4 kg, traktorlarda 5-7 kg kuch bilan tekshiriladi. Ularning egilishi 1,5-2 sm oralig'ida bo'lishi kerak. Tafovut bo'lsa, ularning tarangligi rostlanadi.

Termostat esa issiq suvga solib tekshiriladi. Buning uchun termometr kerak. Suv isitiladi va uning harorati 68-72°S ga yetganda termostatning asosiy klapani ochila boshlashi kerak. Harorat 82-85°S ga yetganda esa klapan to'liq ochilishi lozim. Bu talabga javob bermaydigan termostat almashtirilishi lozim.

Havo bilan sovitiladigan dvigatellarda (D-37E, D-144) texnik xizmat birmuncha oson. Buning uchun ventilyator sim to'rlarini va sovitish qovurg'alarini vaqti-vaqti bilan qurumdan tozalab turish lozim. Qovurg'alarda kattiq qurumning hosil bo'lishi dvigatelning qizib ketishiga, quvvatining esa pasayishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Arxangelskiy V.M. va boshqalar. «Автомобильные двигатели». M.S.Xovaxning umumiy tahriri ostida. M., «Mashinostroyeniye», 1977.

2. Xovax M.S., Maslov G.S. «Автомобил двигателлари» (S.M.Qodirov tarjiması) T., «O'qituvchi», 1977.

3. Qodirov S.M., Qodirxonov M.A. «Двигател va avtomobillar nazariyasi», T., «O'qituvchi», 1981.

4. Solihov I. «Тракторлар, avtomobillar va qishloq xo'jalik dvigatellari». T., «O'qituvchi», 1969.

5. Xachiyan A.S. va boshqalar. «Двигатели внутреннего сгорания». M., «Вышая школа», 1978.

6. Mixaylovskiy Ye.V. va boshqalar. «Устройство автомобилей». M., «Mashinostroyeniye», 1981.

7. Chernishev G.D. va boshqalar. «Двигатель ЯМЗ-236 и 238» M., «Mashinostroyeniye», 1968.

8. Kadirov S.M., Nikitin S.Ye. «Rabochiy protsess i ekspluatatsiya dizeley v usloviyax Sredney Azii». T., «Uzbekistan», 1976.

9. Kadirov S.M. «Dolgovechnost avtotraktornix dizeley v usloviyax Sredney Azii». T., «O'qituvchi», 1982.

M U N D A R I J A

Soʻz boshi	3
Kirish	4
Birinchi qism	
Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi	6
I bob. Texnik termodinamikadan qisqacha ma'lumotlar	
1.1. Ish jismining holatini belgilovchi ko'rsatkichlar ..	6
1.2. Termodinamikaning birinchi qonuni	9
1.2.1. Termodinamika birinchi qonunining tenglamasi	10
1.3. Termodinamikaning ikkinchi qonuni	13
II bob. Ichki yonuv dvigatellarining nazariy sikllari	17
2.1. Umumiy ma'lumot	17
2.2. Issiqlik o'zgarmas hajmda ($V = konst$) beriladigan sikl	18
2.3. Issiqlik o'zgarmas bosimda ($p = konst$) beriladigan sikl	22
2.4. Issiqlik aralash usulda beriladigan sikl	25
III bob. Yonilg'i va uning yonish kimyoviy reaksiyalari	28
3.1. Yonilg'i	28
3.2. Yonilg'ining yonish reaksiyalari	34
3.3. Yonish mahsulotlarini zararsizlantirish	43
IV bob. Ichki yonuv dvigatellarining haqiqiy sikllari	45
4.1. Umumiy ma'lumot	45
4.2. To'rt taktli dvigatelning ish sikli	48
V bob. Ichki yonuv dvigatellarida sodir bo'ladigan jarayonlar	53
5.1. Gaz almashinish jarayoni	53
5.2. Siqish jarayoni	72
5.3. Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda yonish jarayoni. Umumiy ma'lumotlar	75
5.3.1. Yonish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar	80
5.3.2. Detonatsiyali yonish	87
5.3.3. Barvaqt o'z-o'zidan alangalanish	91
5.3.4. Yonish davrida o'z-o'zidan alangalanish	92
5.4. Dizellarda yonish jarayoni	93
5.4.1. Umumiy ma'lumot	93
5.4.2. Dizellarda yonish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar	96
5.5. Siklning maksimal harorati va bosimini aniqlash ..	101
5.6. Kengayish jarayoni	105

VI bob.	Siklning o'rtacha bosimi, dvigatelning quvvati va tejamliligi	108
	6.1.Siklning o'rtacha indikator bosimi	108
	6.2.Dvigatelning indikator quvvati	113
	6.3.Dvigatelda mexanik yo'qotishlar	113
	6.4.Effektiv quvvat va mexanik F.I.K.	116
	6.5.Yonilg'i sarfi va F.I.K.	117
	6.6.Yonilg'ining solishtirma sarfi va dvigatel quvvatiga ta'sir qiluvchi omillar	121
	6.7.Dvigatelning issiqlik balansi	130
VII bob.	Uchqun bilan o't oldiriladigan dvigatellarda aralashma hosil qilish	134
	7.1.Gidrodinamikadan qisqacha ma'lumot	134
	7.2.Yonilg'ining karbyuratsiyalanish xossalari	140
	7.3.Oddiy karbyurator	141
	7.4.Ideal karbyurator	146
	7.5.Karbyuratorning asosiy dozallash tizimi	148
	7.6.Karbyuratorning yordamchi tuzilmalari	155
	7.7.K-88 A karbyuratorining tuzilishi va ishlashi	159
	7.8.Karbyuratorli dvigatelning eng katta tezlik rejimini rostdash	162
	7.9.Yonilg'i purkab aralashma hosil qilish	165
VIII bob.	Dizellarning yonilg'i berish apparaturasi	184
	8.1 Umumiy ma'lumotlar	184
	8.2 Yuqori bosimli yonilg'i nasosi	185
	8.3 Forsunkalar	194
	8.4 Yuqori bosimli yonilg'i nasosi va forsunkaning birga ishlashi	198
	8.5 Aylanishlar chastotasi regulyatorlari	203
	8.6 Korrektorlar	208
IX bob.	Dizellarda yonuvchi aralashma hosil qilish	211
	9.1 Yonish kameralari	211
	9.2 Yonilg'i purkash	222
	9.3 Purkash tavsifi (xarakteristikalari)	226
X bob.	Dvigatellarni sinash	229
	10.1 Umumiy ma'lumotlar	229
	10.2 Dvigatellarning quvvatini aniqlash	230
	10.3 Yonilg'i va havo sarfini o'lchash	233
	10.4 Dvigatelning indikator diagrammasini olish	237
	10.5 Dvigatelning tavsiflari (xarakteristikalari)	241
	10.6 Dvigatel ish rejimining turg'unligi	251

XI bob.	Dvigatellarning ko'rsatkichlarini oshirish usullari va ularni rivojlantirish istiqbollari	255
	11.1. Umumiy ma'lumot	255
	11.2. Dvigatelning quvvatini oshirish usullari	256
	11.3. Ishlatilgan gazlarning zaharligini kamaytirish ...	261
	11.4. Yonilg'ini tejash usullari	262
	11.5. Boshqa turdagi dvigatellarni rivojlantirish istiqbollari	263
Ikkinchi qism		
	Ichki yonuv dvigatellarning kinematikasi, dinamikasi va konstruksiyasi	271
XII bob.	Krivoship-shatunli mexanizm kinematikasi	271
	12.1. Asosiy tushunchalar	271
	12.2. Krivoship-shatunli mexanizmdagi kinematik bog'lanishlar	273
XIII bob.	Krivoship-shatunli mexanizm dinamikasi	277
	13.1. Krivoship-shatunli mexanizmning massalarini keltirish	277
	13.2. Krivoship-shatunli mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlar	281
XIV bob.	Dvigatellarni muvozanatlash va ularning ravon ishlashini ta'minlash	294
	14.1. Bir silindrli dvigatel	295
	14.2. Silindrlari bir tekislikda joylashgan dvigatellarni muvozanatlash	297
	14.3. Silindrlar V-simon joylashgan dvigatellarni muvozanatlash	298
	14.4. Tirsakli vallarni muvozanatlash	303
	14.5. Dvigatelning ishlash tartibi va ravonligi	306
	14.6. Tirsakli valning burama tebranishlari	311
XV bob.	Dvigatelning asosiy konstruktiv parametrlarini tanlash	314
	15.1. Dvigatel turini, silindrlari soni va joylashishini tanlash	314
	15.2. Konstruktiv parametrlar $\left(s/D \text{ va } \lambda = \frac{R}{L_{\text{sh}}} \right)$ ni tanlash	316
XVI bob.	Bloklar, karterlar, silindrlar kallagi	319
	16.1. Blok-karter	319

	16.2. Gilq'alar	323
	16.3. Tub porshipniklar	327
	16.4. Silindrlar kallagi (golovkasi)	330
	16.5. Kartning pastki qismi (taglik)	337
XVII bob.	Porshen guruhi	339
	17.1. Porshenlar	339
	17.2. Porshen barmoqlari	345
	17.3. Porshen haqalari	348
XVIII bob.	Shatun guruhi	355
	18.1. Shatunlar	355
	18.2. Shatun vtulkalari va ichqo'yimalari (vkladishlari).	359
	18.3. Shatun boltlari	360
XIX bob.	19.1. Tirsakli val	362
XX bob.	Gaz taqsimlash mexanizmi	370
	20.1. Klapanlarning joylashishi	371
	20.2. Gaz taqsimlash mexanizmlarining konstruksiyalari	373
XXI bob.	Havo, moy va yonilg'i tozalagichlar	389
	21.1. Havo tozalagichlar	389
	21.2. Yonilg'i tozalagichlar	393
	21.3. Moy tozalagichlar	397
XXII bob.	Moylash tizimlari	403
	22.1. Umumiy tushunchalar	403
	22.2. Moylash tizimining vazifasi va turi	405
	22.3. Ichki yonuv dvigatellarida ishlatiladagan moylar va ularning xossalari	406
	22.4. Moylash tizimining umumiy sxemasi	409
	22.5. Moylash tizimining asbob va mexanizmlari	411
	22.6. Moylash tizimiga texnik xizmat ko'rsatish	415
	22.7. Moylash tizimining elementlarini hisoblash	417
XXIII bob.	Sovitish tizimlari	422
	23.1. Sovitish tizimining vazifasi va turlari	422
	23.2. Sovitish tizimlarining tuzilishi va ishlash sxemasi	423
	23.3. Sovitish tizimi elementlarining tuzilishi	426
	23.4. Sovitish tizimining elementlarini hisoblash	436
	23.5. Sovitish tizimiga texnik xizmat ko'rsatish	440
Adabiyotlar		442
Mundarija		443

SARVAR MUQADDIROVICH QODIROV

ICHKI YONUV DVIGATELLARI

(nazariya, konstruksiya)

Toshkent – 2006
«Yangi asr avlodi»

Mas'ul muharrir Sh.Shomansurov
Korrektor N.Qodirova
Texnik muharrir: I.Habibullayev

Terishga berildi 30.10.2006 y. Bosishga ruxsat etildi 30.11.2006 y.
Bichimi 60x84 1/16. Bosma tabog'i 18,3. Ofset usulida bosildi.
TimesRoman garniturası. Adadi 1000. Buyurtma № 49
Bahosi shartnoma asosida

«Yangi asr avlodi» nashriyot-matbaa markazida tayyorlandi.
«Yoshlar matbuoti» bosmaxonasida bosildi.
100113. Toshkent, Chilonzor-8, Qatortol ko'chasi, 60.

