

THEORY OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Topic 9: Exhaust event. Engine ecological characteristics.

9-Mavzu: Chiqarish jarayoni. Dvigatelning ekologik hususiyatlari.

Reja:

1. Chiqarishda yonishning davom etishining va devorlarga issiqlik uzatishning kengayish jarayoniga ta'siri.
2. Chiqarish jarayoni oxiridagi harorat va bosim.
3. Chiqarishning ikki davri. Kritik va normal tezliklar. Chiqindi gazlarning harorati va bosimi. Ishlangan gazlarning issiqligidan foydalannish usullari.

1. Chiqarishda yonishning davom etishining va devorlarga issiqlik uzatishning kengayish jarayoniga ta'siri.

O't oldirish dizelli dvigatellarda yuqori bosim hosil bo'lgan alanga issiqlikning Yonish sohasidagi aktiv markazlarning yaqinida turgan yangi aralashmaga diffuziya tufayli uzatilishi hisobiga kamera bo'ylab tarqaladi.

Yonishning laminar va turbulent xillari bo'ladi. Laminar Yonishda alanganing ko'lami tor soxadan iborat bo'lib, u boshlang'ich harorati T_0 ga teng bo'lgan yangi aralashmani yakuniy harorati T_2 ga teng bo'lgan Yonish maxsullaridan ajratib turadi.

Laminar alanganing qalinligi millimetrning o'ndan bir ulushini tashkil etadi. Laminar alanganing yangi aralashmaga nisbatan uning yuzasiga tik yo'nalishda harakatlanish tezligi alanganing normal tezligi deyiladi. Uglevodorodli Yonilg'ilar uchun alanganing havodagi normal tezligi eng yuqori 0,15...0,45 m/s qiymatlarga yetadi. Yonilg'i yopiq hajmda yondirilganda laminar alanga ko'lami yuqorida keltirilgandan ancha katta tezlik bilan harakatlanadi. Aralashma quyuqroq (benzin uchun $\alpha=0,85...0,92$) bo'lganda alanganing normal tezligi eng yuqori qiymatga yetadi va aralashma suyuqlashganda ham, keyin yana quyuqlashganda ham pasayaveradi. Tezligi 6...8 m/s ga yetganda Yonish sohasi kengayishi va issiqlik isrofi ortishi tufayli alanga uchadi [1].

Aralashmaning ruxsat etilgan quyuqlik chegarasi yuqori kong'entrag'ion chegara deyiladi. Aralashmaning ruxsat etilgan suyuqlik chegarasi kuyi kong'entrag'ion chegara deyiladi. Benzinning mazkur chegaralari havoning ortiqlik koefitsienti $0,6 < \alpha < 1,3$ atrofida o'zgarishiga mos keladi.

Agar aralashma zarralarining turbulent pulqsag'iyalari amplitudasi laminar alanganing qalinligida ziyoda bo'lmasa, u holda u issiq va sovuq zarralarning alanga

ko‘lamida ko‘chish tezligini oshiradi hamda issiqlik almashuvini tezlashtiradi, Yonish tezligini va alanganing tarqalish tezligini jaddallashtiradi. Agar turbulent pulqsag‘iyalar amplitudasi alanganing kalitligidan katta bo‘lsa, alanga ko‘lamining shakli 17 a-rasmda ko‘rsatilgandek buziladi va aralashmaning Yonish maxsullari bilan o‘zaro ta’sirlanish yuzasi kattalashadi.

Turbulent pulqsag‘iyalar jadalligi ortganda alanga ko‘lami uziladi va Yonishga ulgurmagan aralashmaning butun boshli hajmlari issiq maxsullar qurshovida qoladi. Turbulent alanga ko‘lamining qalinligi 20...25 mm ga yetishi va bundan ham ortiq bo‘lishi mumkin.

Haqiqiy tsiklda Yonish jaraoni ma’lum vaqt (0,001) oralig‘ida sodir bo‘ladi, bu davrda porshen tirsakli o‘qning $\varphi_{z1}=10...250$ burchakka burilishiga mos yo‘lni bosadi. Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, Yonish davrida (tirsakli o‘q 200 ga burilganda) Yonish jaraonini harakterlovchi S1Z1 chiziq $V=const$ chizig‘idan ko‘p chetlashmaydi. Taxlilni osonlashtirish uchun bu jaraonni R- φ koordinatlar sistemasida ko‘ramiz [1].

2. Chiqarish jarayoni oxiridagi harorat va bosim.

Porshen yu.ch.n. ga bir necha gradus yetmasdan beriladi. Bu burchak o‘t oldirish burchagi deb ataladi va φ yo bilan belgilanadi. Uchqun chiqqan atrofda harorat hosil bo‘ladi (100000).

Elektr uchquni Yonish kamerasiga 1 nuqtada berilgan bo‘lsa ham alanga paydo bo‘lmaganligi uchun bosimni 1 nuqtadan 2 nuqtagacha ko‘tarilishi uchqun berilmagan holdagidek yuz beradi. 2 nuqtada ko‘zga ko‘rinadigan alanga paydo bo‘ladi, bosim esa sezirarli darajada tez ko‘payadi, bu esa bosim bilan haroratning bir necha marta ko‘tarilishiga olib keladi. Haroratning eng yuqori qiymati eng yuqori bosimdan keyinroq bo‘ladi, chunki Yonish davom etayotgan bo‘ladi.

Uchqun bilan o‘t oldiriladigan dvigatellarning Yonish jaraonini shartli ravishda 3 fazaga bo‘lish mumkin.

1-faza - elektr uchquni berilgan paytdan boshlab, bosimning birdan ko‘tarilishigacha bo‘lgan davr. Bu faza Yonishning boshlang‘ich fazasi deb ataladi. 1-faza davrida yonuvchi aralashmaning tahminan 6-8 foizi yonadi.

2-faza - asosiy faza bosimning birdan ko‘tarilish paytidan boshlab bosimning yuqori qiymatiga (R_{chmax}) erishguncha o‘tgan davr. Ikkinchi faza davomida yonuvchi aralashmaning taxminan 80% yonadi. Bu davr 25-300 teng.

3-faza - bosim eng yuqori qiymatiga erishgandan boshlab Yonilg‘ining Yonib tutashigacha bo‘lgan davr.

Ikkinchi fazada issiqlik chiqishining tezligi asosan bosimning tirsakli o‘qning burilishiga to‘g‘ri keladigan miqdori bilan aniqlanadi. Siqilish darajasi 6...7 bo‘lgan

dvigatellarida $dp/d\varphi$ 0,1...0,12MPa miqdorida o'zgaradi, $\varepsilon=9...10$ bo'lganda esa $dp/d\varphi=0,15...0,25$ MPa gacha ko'tariladi [2].

3.Chiqarishning ikki davri. Kritik va normal tezliklar. Chiqindi gazlarning harorati va bosimi. Ishlangan gazlarning issiqligidan foydalannish usullari.

IYoD yonishning o'ziga xos alomatlariga u ishlayotganda metallga xos jarangli tovushlar chiqishini ko'rish mumkin. Bu tovushlar zarbiy to'lqinlarning Yonish kamerasi devorlariga ko'p marta urilib qaytishi oqibatida yuzaga keladi. Ularning kamerada tarqalish tezligi 1...2,3 ming m/s ni tashkil etadi. Detonatsiyaning yuzaga kelishiga Silindrdagi aralashmaning o'z-o'zidan alangalanishini osonlashtiruvchi omillar, Yonilg'ining Detonatsiyaga chidamliligini yetarli emasligi, siqish darajasining ortishi, o't oldirishni ilgarilatish burchagining kattalashuvi, IYoDning qizib ketishi, metall sirtlarini so'xta bosishi. Dvigatelning Detonatsiya bilan ishlashiga aslo yo'l qo'yib bo'lma ydi, chunki bunda uning ish ko'rsatkichlari yomonlashishi bilan bir qatorda Silindrlar bloki ustyopmasining qistirmasi, shamlarning elektrod va izolyatorlari yemirilishi, porshenlar va Yonish kameralarining qiralari quyishi, halqalar sinishi mumkin.

Barvaqt alangalanish bu buzilishning mohiyati elektr uchqun berilgunga qadar Yonilg'i -havo aralashmasining biror bir detalning yuqori darajada qizib turgan sirtiga tegib Yonishidan iborat. Bu holda alanga odatdagi Yonishdagidek tarqaladi, ammo alangalanish payti nazorat qilinmaydi. Alangalanish odatda siqish taktida, yu.ch.n ga yetmasdan ancha oldin sodir bo'ladi [3].

Xajmiy alangalanish.

Bir jinsli aralashmani Tbosh xaroratgacha tezlik bilan siqish natijasida hajm bo'yicha ekzotermik reakg'iya uyg'otiladi (paydo bo'ladi). Issiqlik ajralish bilan birgalikda bir vaqida atrof muhitga issiqlik uzatiladi. Sharoitga qarab (tabiat, aralashmani tarkibi, bosimi, issiqlik uzatish sharoiti va boshqalar) Yonilg'i purkalgandagi harorat ma'lum vaqt oralig'ida, masalan alangalanishni kechiqish davrida oshadi va kimyoviy reakg'iyani tezlik bilan ketishi kuzatiladi va xajmiy Yonish paydo bo'lib, butun alanga hajmni egallaydi. Alangalanishni kechiqish davrida issiqlik ajralish va uni uzatish jaraonlarini tezligini jaraonlarga mos holda haroratga bog'liq bo'lganligi uchun harorat va kimyoviy reakg'iyani tezlanishi nisbatan oz ko'tarilishi mumkin. Alangalanishni kechiqish davri qancha kichiq bo'lsa, alanga olishdan oldingi reakg'iyaning tezligi va ularni issiqlik samaradorligi shuncha yuqori bo'ladi. Shuning uchun bosimni va haroratni ko'tarilishi alangalanishni kechiqish davrini kamaytiradi. Alangalanish harorati Yonilg'ining

xususiyatiga, aralashmaning tarkibiga bog'liq va ma'lum aralashma tarkibida u minimum qiymatga erishadi [3].

Oddiy reaktshalarga yonuvchi aralashmaning bosimini ortishi, o'z-o'zidan alangalanish haroratini kamaytiradi.

O'z-o'zidan alangalanishning kechikishi siqilgan issiq havoga purkalgan suyuq Yonilg'ining o'z-o'zidan alangalanishni dizellardagi Yonish jaraonining dastlabki bosqichi uchun hosdir.

O'z-o'zidan alangalanish issiqlik ajralishi va chala oksidlanishining oraliq maxsullari (alqdegidlar, spirtlar va hokazo) hosil bo'lishi bilan kechuvchi alanga oldidagi zanjirli reaktshalar rivojlanishining yakuniy natijasidir. Bu xodisa zanjirli reaktshalar oqibatida, issiqlik ajralish tezligi alangalanish sohasidan issiqlik yo'qolish jaddalligidan ortiq bo'lgan sharoitda yuzaga keladi. O'z-o'zidan alangalanish ma'lum vaqt ichida, ya'ni zanjirli reaktshalarning paydo bo'lishi uchun sharoit yuzaga kelgan paytdan (masalan, dizelning Yonish kamerasiga Yonilg'i purkash boshlangan vaqtda yoki yonuvchi aralashmani issiqligini yo'qotmagan hodla tezda siqish paytida) boshlab to issiq alanga paydo bo'lgunga qadar o'tgan vaqt oraliq'ida sodir bo'ladi. Bu davrda yorqin yorug'lik paydo bo'ladi, harorat va bosim tez ko'tariladi [4].

Bu vaqt oraliq'i alangalanishning kechikish davri deb ataladi. Reaktshalarni tezligi va issiqlik samarasi qancha yuqori bo'lsa, kechikish davri shuncha qisqa bo'ladi.

20 a rasmda past haroratda o'z-o'zidan alangalanish deb yuritiluvchi 600...750K haroratlarda parafin va naften uglevodorodlar uchun xos bo'lgan ikki bosqichli o'z-o'zidan alangalanish jaraoni tasvirlangan. τ_1 ning birinchi bosqichida chala oksidlanishning turg'un bo'lmagan oraliq maxsulotalri to'planadi, natijada «sovuq» alanga deb yuritiluvchi havo rang alanga paydo bo'ladi, harorat bir necha o'n gradusdan bir necha yuz gradusgacha ko'tariladi va ΔR_{sal} bosim ortadi. τ_1 ning ikkinchi bosqichida, to'planib qolgan oraliq birikmalarning oksidlanish jaraoni kechadi va Yonish paydo bo'ladi.

τ_1 harorat ko'tarilishi bilan qisqaradi va bosimga kam darajada bog'liq bo'ladi. τ_2 esa aksincha harorat ko'tarilganda uzayadi va bosim ortganda (kamayadi) qisqaradi. Shu sababli ba'zi Yonilg'ilarning umumiy kechikish davri τ_1 haroratlarning ancha keng doirasida (700...850K) ozginagina o'zgaradi xolos. Past haroratda o'z-o'zida alangalanish odatdagi dizel Yonilg'ilari qo'llaniladigan dizellarga xosdir. Bunda Yonilg'ini TSetan soni qancha yuqori bo'lsa, kechikish davri shuncha qisqa bo'ladi [4].

b rasmda yuqori haroratda o'z-o'zidan alangalanish deb ataladigan bir bosqichli o'z-o'zidan alangalanish jaraoni tasvirlangan. Bu jaraon cheksiz va aromatik uglevodorodlarda 800...1200K haroratda kuzatiladi.

Havoning keragidan ko'payib ketishi issiqlikni bir qismini uni issitishga ketadi, natijada reakg'iya tezligi pasayadi. Shu sababli o'z-o'zidan alangalanishning boshlang'ich bosqichida quyuq aralashmalarda ($\alpha=1,0...0,6$) eng jadal rivojlanadi.

Dizel Yonilg'ilariga organik pEroksidlar yoki nitrobirikmalar (etilnitrat, amilqnitrat va hokazo) qo'shilganda kechiqish davri qisqargan holda o'z-o'zidan alangalanishning boshlang'ich bosqichlari keskin tezlashadi.

Dizellarda tuzatilgan suyuq Yonilg'ining o'z-o'zidan alanga olishi bir jinsli gaz aralashmalaridek qonunlar asosida rivojlanadi. Ammo bu Yerdagi jaraon kimyoviy o'zgarishlardan oldin kechuvchi Yonilg'i zarralarining aralashishi, issishi va bug'lanishi kabi fizik xodisalar tufayli murakkablashadi. Shu sababli yagona manbadagi alangalanishning kechiqish davri fizik hamda kimyoviy tarkibiy qismlar (komponentlar) dan iborat bo'ladi. Purkalgan Yonilg'i oqimi uchun fizik va kimyoviy jaraonlar bir vaqtda kechadi. Shu bois tashqi alomatlariga qayd qilinuvchi kechiqish davrida uning tarkibiy qismlarini ajratib ko'rsatish amalda mumkin emas [5].

Purkalgan Yonilg'i zarralarining issish va bug'lanish natijasida aralashmaning harorati pasayadi. Shu sababli o'z-o'zidan alangalanish manbalari Yonilg'i oqimlarining chekka qismlarida, ya'ni Yonilg'i eng qulay miqdorda to'planadigan va harorat yuqori bo'ladigan joylarda yuzaga keladi. Yuzaga kelayotgan birlamchi manbalardan alanganing tarqalish tezligi aralashmaning bir jinslilik darajasiga va unda alangalanish oldidan bo'ladigan reakg'iylar xususiyatlarining rivojlanishiga bog'liq holda bir necha 10 m/s dan tovush tezligidan yuqori qiymatlargacha o'zgarishi mumkin.

Dizellarda Yonilg'i bir jinsli bo'lmagan tarzda to'zitaladigan, alangalanish manbalari esa tsiklik Yonilg'i miqdorining kattagina qismi purkalgunicha yoki o'z-o'zidan alangalanishga tayyor bo'lgunga qadar yuzaga keladi. Shu sababli zarbli to'lqinlar yo paydo bo'lmaydi yoki nomaqbul oqibatlarni keltirib chiqarmagan holda o'z-o'zidan alangalanishga tayyor bo'lmagan aralashma bo'ylab o'tadi [5].

Dizellarda yonuvchi aralashma bevosita Silindrda Yonish boshlanish oldidan hosil bo'ladi va kamerada alanga paydo bo'lgandan keyin ham bu jaraon davom etadi. Bunda Yonilg'i zarrali to'g'rdan to'g'ri reakg'iya sohasiga tushib u Yerdagi havo kislorodi bilan aralashadi. Reakg'iya sohasida yuqori haroratli alanga mavjud bo'lganda kimyoviy jaraonlar juda tezlik bilan kechadi va yonilg'ining Yonish tezligini qa'tiy cheklab qo'ymaydi. Uning tezligini Yonilg'ining havo bilan diffuzion aralashuvi cheklaydi va rostlab turadi. Shu sababli gaz turbinali dvigatellar, bug' qozon qurilmalari, gaz gorenkalari va boshqa qurilmalarning Yonish kameralarida ham qo'laniladigan Yonishning bu turi diffuzion Yonish deb ataladi [6].

Agar Yonilg'ining yoki oksidlovchi moddaning berilishi faza bo'yicha har xil va vaqt bo'yicha turlicha bo'lsa, alanga qo'lami mos ravishda o'zgaradi, kong'entrag'iya eng maqbul bo'lgan sohada avtomatik tarzda barqarorlashadi. Agar

suyuq Yonilg'i Yonish sohasiga to'zitalgan holda berilsa, bug'lanayotgan tomchilar atrofida bug' pardasining tashqi tomonida, ya'ni Yonilg'i va havo kerakli miqdorda to'planadigan joyda alanganing mahalliy qo'lamlari yuzaga keladi. Havoda tomchilar miqdori juda zich bo'lganda ular alanganing umumiy qo'lami bilan qurshaladi. Kichiq diametrli (40 mkm dan kichiq) tomchilarning Yonishi bir jinsli aralashmaning Yonishidan kam farq qiladi, biroq alanga qo'lami anchagina turg'un bo'ladi, chunki bu holda hamma vaqt reagentlar kong'entrag'iylarining Yonishi uchun eng maqbul bo'lgan soha va xamisha reaktg'iylar katta tezlikda kechadigan yuqori haroratli soxa ham ($\alpha > 4$) Yonish jaraoni buzilmagan holda ishlay oladi.

Shu bilan bir qatorda diffuzion Yonish dizellarda ko'p uchraydigan salbiy xodisa ishlatilgan gazlarnning tutashiga sabab bo'lishi ham mumkin. Yonilg'i Yonish kamerasida notekis taqsimlanganda ayniqsa agar nisbatan katta o'lchamli (100 mkm va undan katta) tomchilar mavjud bo'lsa, Yonilg'i zarrali alanganing barqaror mavjud sohasiga tushib, havo yetishmovchiligi ($\alpha \leq 0,3 \dots 0,35$)da kreking xodisasiga uchraydi, ya'ni molekulalari parchalanib qattiq uglErod yuzaga keladi. UglErod zarrali og'ir uglevodorodlar ishtirokida yirikroq (iahsinan 300 mkm) zarralarga aylanib, jaraonning keyingi bosqichlarida Yonishga ulgurmaydi va qurum (qora tutunning tarkibiy qismi) hosil bo'ladi [6].

Tomichining atrofida bug' qobig'i I (parda) joylashadi. II - zo'nada harorati va tarkibi alangalanuvchi holatga kelgan Yonilg'i havo aralashmasi bo'ladi. III - zonaga Yonish maxsullari chiqarib yuboriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. N.Karimxodjayev, I.Erkinov. "Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi" fanidan o'quv uslubiy majmua. AndMI, 2020.
2. U.Karimov. "Traktor va avtomobil dvigatellari nazariyasi". Toshkent, Mehnat, 1989.
3. Кодиров С.М. "Автотрактор двигателлари" - Тошкент, "Toshkent Tezkor bosmaxonasi", 2010. — 572 б.
4. Lukanin V.N. va boshq. M.Fayziyev va boshq. Tarjimasi. "Ichki yonuv dvigatellari".-T.: "Turon-Iqbol", 2007- 608 b.
5. S.M. Kadirov, N.K. Paswan. "Internal combustion engines". APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002.2013.
6. To'layev B. "Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari". T.: "Fan va texnologiya", 2010. 294b.